

ZNANSTVENA PRILOGA  
SCIENCE SUPPLEMENT

UREDNIK/EDITOR:

prim. prof. dr. Marjan Bilban,  
dr. med.

as. dr. Petra Zupet, dr. med.,  
prof. šp. vzg.

ZVD Zavod za varstvo pri delu d. d.,  
Center za medicino in šport  
Chengdujska cesta 25  
1260 Ljubljana Polje  
Univerza na Primorskem, FAMNIT

## Vsebina - Contents

### OD ČESA JE ODVISNA USPEŠNOST KARIERE POKLICNEGA CESTNEGA KOLESARJA?

#### POVZETEK

Profesionalni cestni kolesarji prevozijo letno okoli 35.000 kilometrov in tekmujejo 90 dni. Za uspeh posameznika na tekmovanju so potrebna dolga leta trdega dela celotne ekipe. Redki profesionalni cestni kolesarji so dovolj uspešni, da jim kolesarstvo lahko nudi ustrezno poklicno pot in finančno neodvisnost. Da bi bilo čim manj tistih, ki kljub dolgim letom treninga in odpovedovanja svojo poklicno pot »neslavno« končajo zaradi neuspehov ali poškodb, je treba upoštevati nekaj splošnih dejstev že pri selekciji otrok v kolesarstvo. Zanj so primerni le tisti posamezniki, ki imajo prirojene nadpovprečne aerobne sposobnosti. Biti morajo relativno lahke konstitucije in močni, sposobni morajo biti razviti visoko razmerje med proizvedeno močjo na kolesu in telesno težo (> 5,5 W/kg). Prirojene ali pridobljene telesne in motorične nepravilnosti, kot sta na primer položaj kolen varus ali slaba funkcija štiriglave stegenske mišice, je treba opaziti zgodaj in jih ustrezno popraviti. Kolesar mora v svoji športni karieri imeti čim bolj pravilen trening z zadostnimi obdobji za regeneracijo, saj sicer niso sposobni prenašati dolgotrajnih težkih fizičnih obremenitev (tudi do 3 tedne). Pravilen trening ne izboljša samo športnikovih rezultatov, ampak tudi zmanjša možnost nastanka preobremenitvenih poškodb, pretreniranosti in motenj hranjenja. Preobremenitvene poškodbe in stres preprečimo oziroma zmanjšamo tudi z ustrezno ergonomijo kolesa in ustrezno izbiro kadence. Pomembna je tudi psihološka podpora.

**Ključne besede:** cestno kolesarstvo, poklicni kolesarji, ergonomija, športne poškodbe, stres, izguba kariere

### WHAT DOES THE SUCCESS OF A PROFESSIONAL ROAD CYCLIST'S CAREER DEPEND ON?

#### ABSTRACT

Professional road cyclists cycle about 35,000 km every year and spend 90 days racing. Many years of hard work are needed from the entire team for an individual to be successful at races. Few professional road cyclists are successful enough to have an adequate professional career and gain financial independence. To minimise the number of cyclists who end their professional career ingloriously because of failure or injury in spite of many years of training and sacrifice, several general facts have to be considered when selecting children for cycling. Only individuals with inherent above-average aerobic abilities are suitable for cycling. They have to be of relatively light constitution and strong, able to develop a high ratio of power output to body weight (> 5.5 W/kg). Any inborn or acquired physical and motor dysfunction, such as varus knee alignment or poor quadriceps function, should be noted early and adequately corrected. In his/her sporting career, a cyclist should undergo the most correct training possible with sufficient regeneration periods in between, otherwise he/she will not be able to endure long and heavy physical load (even as much as 3 weeks). Proper training not only improves an athlete's results, but also reduces the possibility of injuries from overburdening, excessive training and eating disorders. Injuries due to overburdening and stress can also be prevented and mitigated by adequate bicycle ergonomics and a suitable selection of cadence. Psychological support also plays an important role.

**Key words:** road cycling, professional cyclists, ergonomics, sports injuries, stress, loss of career

# Od česa je odvisna uspešnost kariere poklicnega cestnega kolesarja?

## 1 Uvod

Profesionalni kolesarji so tako kot drugi profesionalni in vrhunski športniki podvrženi velikemu somatskemu, socialnemu in mentalnemu stresu. To dejstvo je večkrat spregledano, verjetno zato, ker velja prepričanje, da so le čustveno izredno močni športniki lahko tisti, ki tekmujejo na najvišjih nivojih, in zato med njimi ni psiholoških motenj.

Stres pri športniku dodatno poveča poškodba, zaradi katere se po določenem obdobju odsotnosti težko vrne na enakovreden tekmovalni nivo, včasih pa je to celo nemogoče in je njegove poklicne kariere konec. Glede na to, da je športnik bolj učinkovit, če je manj podvržen stresu, lahko zdravniki, trenerji, fizioterapevti in psihologi naredimo mnogo, da njegovo učinkovitost dvignemo. Stres zmanjšujemo s pravilno usmeritvijo otroka v šport, ki ustreza njegovim prirojenim sposobnostim, s pravilnim treningom z zadostnimi časovnimi obdobji za regeneracijo, z ergonomskimi ukrepi v smislu natančne prilagoditve kolesa kolesarjevim telesnim dimenzijam, s psihološko podporo med treningi, tekmovalji in ob poškodbah ter rednim spremljanjem športnikovega zdravstvenega stanja. S tem zmanjšamo tudi možnost za nastanek poškodb oziroma ponovnih poškodb.

Športne poškodbe so namreč eden izmed odločilnih dejavnikov športnikove uspešnosti na tekmovaljih in karieri nasploh. Uspeh v športu je odvisen tudi od tega, kako hitro je športnik sposoben okrevati po poškodbi, in včasih tudi od tega, ali je kljub poškodbi sposoben tekmovali.

Ob poškodbi je poleg zdravniške in fizioterapevtske oskrbe nujna pomoč trenerja in psihologa. Športnik se mora med zdravljenjem in rehabilitacijo izogibati popolni odsotnosti s treninga in popolni neaktivnosti ter mora nadaljevati s tako obliko treninga, ki jo določena poškodba dopušča. Natančno mu morajo razložiti potek zdravljenja s pričakovanimi rezultati in predvidenim časom (relativne) odsotnosti.

Čustvene in ekonomske posledice športnih poškodb so lahko hude, še posebej pri profesionalnih športnikih. Poškodovan športnik je pod izjemnimi pritiski, saj se od njega pričakuje čim hitrejša vrnitev na tekmovalni nivo. Zaradi poškodbe in posledičnega neuspeha lahko pride do osebnih stisk in finančnih izgub. Pri športnikih se reakcija na stres nemalokrat izraža v obliki motenj hranjenja in sindromu pretreniranosti.

## 2 Funkcionalne sposobnosti, ki so potrebne za profesionalno kolesarstvo

Kolesarjev potencial za cestno kolesarstvo lahko izmerimo s primerjavo z vrhunskimi profesionalnimi kolesarji. Fiziološke spremenljivke, ki napovedujejo kolesarjevo uspešnost, so maksimalna poraba kisika ( $VO_2 \max$ ), moč na anaerobnem pragu, razmerje moč – telesna teža (pogoj  $\geq 5,5$  W/kg), delež vlaken tipa I v mišici vastus lateralis, največja intenzivnost kolesarjenja, pri kateri so vrednosti laktata v krvi še v ravnotežju (MLSS), in maksimalna moč, dosežena na kolesarskem ergometru. Poleg tega je pomemben parameter tudi vzorec dihanja.<sup>1</sup>

### 2.1 Maksimalna poraba kisika in metabolni pragi

Obstajajo dokazi, da ima  $VO_2 \max$  le omejeno vrednost pri napovedovanju zmogljivosti in uspešnosti v sicer homogenih skupinah vrhunskih športnikov, vendar še vedno ostaja priporočljivo orodje za ocenjevanje in selekcijo kolesarjev za nastope na najzahtevnejših tekmovaljih.<sup>2, 3</sup> Za uspeh na slednjih kolesarji potrebujejo visok  $VO_2 \max$  (povprečna izmerjena  $VO_2 \max$  pri uspešnih kolesarjih na dirkah Tour de France in Vuelta a Espana je bila 74 ml/kg/min).<sup>4–8</sup> Pfeiffer in sodelavci<sup>9</sup> so prav tako pokazali, da je  $VO_2 \max$  pomemben kazalnik ( $r = -0,91$ ) uspešnosti pri 14-dnevnem tekmovalju pri kolesarkah.

Za uspeh na najzahtevnejših tekmovaljih kolesarji potrebujejo poleg visokega  $VO_2 \max$  tudi visok anaerobni prag pri cca. 90 %  $VO_2 \max$ .<sup>4–8</sup> Visok anaerobni prag je prednost zato, ker vzponi med dirkami, ki zahtevajo delo blizu anaerobnega praga, trajajo 30–60 min.<sup>1, 5</sup> Glede na to, ali so kolesarji specialisti za gorske etape, ravninske etape ali kronometer, dosežejo individualni laktatni prag pri različnih stopnjah obremenitve. Specialisti za ravninske etape pri  $356 \pm 31$  W ( $4,67 \pm 0,25$  W;  $77 \pm 2$  % W max), specialisti za kronometer pri  $357 \pm 41$  W ( $5,0 \pm 0,2$  W;  $78 \pm 3$  % W max) in specialisti za gorske etape pri  $308 \pm 46$  W ( $4,91 \pm 0,5$  W;  $76 \pm 3$  % W max).<sup>5</sup> Moč, ki jo dosežejo na anaerobnem pragu, je prav tako dober pokazatelj ( $r = 0,88$ ) kolesarskega potenciala.<sup>3, 6</sup> Specialisti za ravninske etape anaerobni prag dosežejo v povprečju pri  $417 \pm 45$  W ( $5,46 \pm 0,42$  W;  $90 \pm 3$  % W max), specialisti za kronometer pri  $409 \pm 46$  W ( $5,73 \pm 0,21$  W;  $89 \pm 2$  % W max) in specialisti za gorske etape pri  $356 \pm 41$  W ( $5,7 \pm 0,46$  W;  $88,5 \pm 5$  % W max).<sup>5</sup> Coyle s sodelavci je dodatno dokazal, da je poraba kisika na anaerobnem pragu dober napovednik ( $r = -0,96$ ) za vzdržljivost pri treniranih kolesarjih s podobno maksimalno aerobno močjo.<sup>6</sup>

## 2.2 Maksimalna moč

Maksimalna moč ( $W_{max}$ ) je definirana kot največja obremenitev, ki jo lahko kolesar zadrži 2–3 minute med stopnjevanim obremenitvenim testom do izčrpanosti.  $W_{max}$  je dober napovednik za kolesarjevo uspešnost.<sup>10, 11</sup> Hawley in Noakes<sup>11</sup> poročata o pomembni korelaciji ( $r = -0,91$ ;  $p < 0,001$ ) med  $W_{max}$  in rezultatom časa vožnje na 20 kilometrov.

Poleg absolutne maksimalne moči je seveda pomembno razmerje moč – teža, ki mora za vrhunskega tekmovalnega kolesarja zadostiti kriteriju  $> 5,5 \text{ W/kg}$ ,<sup>12</sup> po nekaterih avtorjih pa celo  $> 6 \text{ W/kg}$ .<sup>13</sup>

## 2.3 Ekonomičnost kolesarjenja

Ekonomičnost kolesarjenja je definirana s porabo kisika na določeni stopnji obremenitve. Je tem boljša, čim manjša je poraba kisika pri isti obremenitvi. Profesionalni kolesarji morajo kolesariti izredno ekonomično, saj jim to pomaga prenašati težke obremenitve skozi daljša časovna obdobja. Raziskave v zadnjih desetih letih so pokazale, da se hitrost dvigovanja porabe kisika med stopnjevanim obremenitvenim testom upočasnjuje na obremenitvah srednje in visoke intenzivnosti.<sup>14</sup> Ekonomičnost pri visokih obremenitvah je verjetno povezana z deležem mišičnih vlaken tipa I v vastus lateralisu.<sup>15</sup> Zaradi večjega odstotka mišičnih vlaken tipa I v mišici je kisikov dolg na submaksimalnih obremenitvah manjši, moč večja, izkoristek pa zato boljši.<sup>16, 17</sup>

Že pred petnajstimi leti so Lucía in njegovi sodelavci ugotovili, da so aktivne motorične enote pri profesionalnih cestnih kolesarjih izredno odporne na utrujanje pri visokih submaksimalnih obremenitvah.<sup>7, 18</sup> Koliko let treninga in koliko prevoženih kilometrov je za to potrebno, ni znano.

## 2.4 Vzorec dihanja

Poraba kisika v dihalnih mišicah je pri visoko treniranih športnikih med največjimi napori ocenjena na približno 15 % maksimalne porabe kisika.<sup>19</sup> To negativno vpliva na pretok krvi skozi aktivne mišice nog.<sup>19</sup> Da se ta negativni vpliv zmanjša, naj bi bilo dihanje čim bolj učinkovito, kar pomeni počasno in globoko. Profesionalni kolesarji z večanjem obremenitve povečujejo minutno ventilacijo na račun povečevanja dihalnega volumna in ne toliko na račun povečevanja frekvence dihanja.<sup>1</sup> Verjetno ta prilagoditev dihalnega sistema pri profesionalnih kolesarjih delno vpliva na kinetiko porabe kisika.

## 2.5 Laktat v krvi

Koncentracije laktata v krvi pri različnih intenzivnostih kolesarjenja imajo visoko napovedno vrednost za vzdržljivostno toleranco in pri mlajših kolesarjih služijo tudi za selekcijo v vrhunsko kolesarstvo.<sup>6, 20, 21</sup> Posebno pomemben je MLSS,<sup>21</sup> ki ima tudi zelo nizko meddnevno nihanje.<sup>22</sup> Trenirani kolesarji MLSS dosežejo pri 90 % povprečne hitrosti na 5-kilometerskem kronometru.<sup>23</sup> Laktatni parametri in maksimalna moč naj bi bila po mnenju Bishopa in njegovih sodelavcev pri treniranih kolesarkah boljša napovednika za dobro vzdržljivost kot  $VO_2 \text{ max}$ .<sup>24</sup>

## 3 Načrtovanje treninga

Običajno tekmovanje v cestnem kolesarstvu traja od 1 do 5 ur, obstajajo pa tudi večdnevna tekmovanja. Profesionalni kolesarji morajo zato biti sposobni tolerirati dolgotrajne (tudi do 3 tedne) težke fizične obremenitve, predvsem med tekmovanji, kot so Giro d'Italia, Tour de France in Vuelta a Espana.

Raziskave kažejo, da periferne adaptacije v aktivnih mišicah igrajo pomembnejšo vlogo za izboljšanje submaksimalne kapacitete kot centralne adaptacije. Intenzivni kratki šprinterski treningi izboljšajo aktivnost tako glikolitičnih kot tudi oksidativnih encimov, izboljšajo kratkotrajno maksimalno moč in maksimalno porabo kisika. Zato je priporočljivo, da se 15 % normalnega treninga nadomesti z enim od intervalnih treningov. Pri načrtovanju treninga je treba upoštevati tudi dejstvo, da je ventilacija pomemben omejitveni dejavnik pri aktivnostih visoke intenzivnosti. Povečana metabolna acidoza ali tekmovanje inspiratornih mišic za pretok krvi z aktivnimi mišicami spodnjih okončin lahko prispevata k utrujenosti inspiratornih mišic pri visoko intenzivni vadbi ali dolgotrajni vadbi,<sup>25, 26</sup> ki zato lahko dosežejo mejo svoje zmogljivosti. Ker najverjetneje sam trening vzdržljivosti ne krepi teh mišic, je potreben specifičen trening za inspiratorne mišice.<sup>25, 27</sup>

Pred tekmovanji je treba prilagoditi trening zato, da se telo ustrezno regenerira. S skrajšanjem trajanja posameznega treninga ali z zmanjšanjem frekvence treningov na teden ob ohranjanju iste intenzivnosti se bistveno izboljša rezultat na kronometru.

## 4 Ergonomija kolesa

Prenos energije iz telesa na kolo je odvisen od okvirja in koles,<sup>28</sup> kadence vrtenja,<sup>29</sup> dolžine gonilk,<sup>30</sup> longitudinalnega položaja stopala na pedalih,<sup>31</sup> višine sedeža<sup>32</sup> in naklona sedeža.<sup>2</sup> Učinkovitost kolesarja je odvisna tudi od obleke.

Učinek aerodinamičnega okvirja in koles na čas vožnje na 40-kilometrskem kronometru sta proučevala Jeukendrup in Martin.<sup>28</sup> Pri elitnih kolesarjih se je čas vožnje na 40 kilometrov z aerodinamičnim okvirjem izboljšal za 1,17 minute, z aerodinamičnimi kolesi pa za 1 minuto. To pomeni, da aerodinamičen okvir in kolesa skupaj izboljšajo čas vožnje na 40-kilometrskem kronometru za več kot 2 minuti.

Kadenca je pri profesionalnih kolesarjih relativno visoka. Vendar čeprav velja za pomemben dejavnik učinkovitosti kolesarjenja, ni splošnega konsenza glede kriterijev, ki bi določali izbiro pravilne kadence. Vrhunski kolesarji na kronometru, kjer morajo vzdrževati povprečno hitrost okoli 50 km/h, vrtijo pedala s frekvenco > 90/min pri prestavnem razmerju 54 x 13–14.<sup>33</sup> Nižje kadence (70/min) bi za zmagovalne čase zahtevale prestavno razmerje 58–60 x 11. Prestavno razmerje kolesarja, ki je postavil enourni svetovni rekord, je bilo 59 x 14 pri povprečni kadenci 101/min in dolžini gonilk 180 mm.<sup>34</sup>

Nekatere starejše raziskave so ugotavljale, da frekvenca vrtenja pedal lahko vpliva na živčno-mišično utrujanje v aktivnih mišicah<sup>35, 36</sup> in celo na vzorec rekrutacije mišičnih vlaken.<sup>20</sup> Če se kadenca poveša s 50 na 100 vrtljajev na minuto, se rekrutira manj mišičnih vlaken tipa II v primerjavi z mišičnimi vlakni tipa I.<sup>37</sup> Vzrok je v tem, da je pri hitrejšem vrtenju pedal potrebna manjša mišična sila. Iz tega lahko sklepamo, da je sila, ki je potrebna za vrtenje pedal, in ne hitrost kontrakcije, tista, ki določa, kateri tip vlaken se bo rekrutiral.<sup>37</sup> Kadenca 100/min očitno ni previsoka za rekrutacijo mišičnih vlaken tipa I. To je dobro, saj se z manjšo odvisnostjo od aktivnosti mišičnih vlaken tipa II zmanjša verjetnost za prezgoden nastanek metabolne acidoze.

Mišična vlakna tipa I so najbolj učinkovita takrat, kadar se krčijo približno s tretjino svoje maksimalne hitrosti.<sup>38</sup> Hitrost krčenja mišičnih vlaken tipa I se pri kadenci 80/min zelo približa tej hitrosti, medtem ko to ne velja za hitrost krčenja mišičnih vlaken tipa II.<sup>6</sup> Torej bodo kolesarji z večjim odstotkom mišičnih vlaken tipa I v primerjavi s kolesarji z večjim odstotkom mišičnih vlaken tipa II bolj učinkoviti. To se kaže z nižjo porabo kisika pri isti obremenitvi, kot samostojen prediktor uspešnosti na 40-kilometrskem kronometru pa se je izkazala povprečna količina proizvedene moči, ki jo lahko kolesar vzdržuje 1 uro. Ta predstavlja 89 % variance uspešnosti.<sup>6, 39</sup>

Odstotek mišičnih vlaken tipa I je pomembno povezan s trajanjem vzdržljivostnega treninga.<sup>6</sup> Žal pa tudi mišična vlakna tipa I niso neodporna na utrujanje, kar gre na račun tako centralnih kot perifernih dejavnikov. Do utrujanja prihaja ne glede na izbrano kadenco.<sup>40, 41</sup>

Staž treninga in izkušnost vplivata na metabolni učinek različnih kadenc in na učinkovitost kolesarjenja.<sup>42</sup> Lucia in sodelavci<sup>43</sup> so proučevali učinek različnih kadenc na učinkovitost kolesarjenja in fiziološke spremenljivke (VO<sub>2</sub>, SF, laktat, pH, VE, rekrutacija mišičnih vlaken). Učinkovitost je bila pri kadenci 100/min bistveno višja kot pri kadenci 60/min, medtem ko so bile povprečne vrednosti fizioloških spremenljivk nižje. Ta dognanja potrjujejo, da je učinkovitost kolesarjenja pri treniranih kolesarjih boljša pri visokih kadencah. To tudi pojasnjuje, zakaj so nenormalno visoke kadence, s katerimi je vozil Lance Armstrong, koristne.

Dolžino gonilk določimo glede na razdaljo simfiza pubis-tla, vendar jo je treba prilagajati glede na višino sedeža, zato da se ohranjajo koti v kolčnem sklepu, kolenu in gležnjih. Določitev optimalne dolžine gonilk je zelo zahtevna.<sup>44</sup>

Položaj stopal mora biti tak, da glavica prve metatarzale neposredno nalega na pedal. Ob tem je treba upoštevati maksimalno plantarno fleksijo 130 v skrajnem spodnjem položaju pedal.<sup>45</sup>

Višina sedeža pogojuje kot v kolenih in gležnjih v skrajnih legah gonilk, od tega pa je odvisna sila, ki so jo aktivne mišice sposobne proizvajati. Sprememba višine sedeža namreč preko spremenjenih kotov sklepov posredno raztegne ali skrajša pripadajoče mišice, zato te delujejo na drugem delu krivulje sila – dolžina. Testiranja so pokazala, da največji kot v kolenih v skrajnem spodnjem položaju gonilke ne sme presegati 1500, v skrajnem zgornjem pa ne 650.<sup>46</sup> Optimalna plantarna fleksija stopala v skrajnem spodnjem položaju je približno 130.<sup>47</sup> Pravilno višino sedeža izmerimo tako, da razdaljo od tal do simfize pubisa prištejemo 5–6 centimetrov oziroma izračunamo 109 % te razdalje.<sup>48</sup> Pri daljših kolesarjenjih je višina sedeža lahko nekoliko nižja, vendar ne manj kot 107 % razdalje simfiza-tla.<sup>49</sup>

Primeren naklon sedeža za cestne kolesarje je med 720 in 760.<sup>50</sup> Odvisen je od telesne višine in terena oziroma možnosti vožnje v zavetrju. Optimalen naklon za majhne kolesarje je do 78,50, za velike do 73,20. Naklon lahko poljubno prilagodimo s premikom sedeža naprej ali nazaj po njegovih vodilih. Pri vzponih kolesarji praviloma uporabljajo naklon sedeža okoli 760, medtem ko je za kronometer primernejši večji nagib (> 760). Večji naklon sedeža v kombinaciji s pravilno obliko krmila namreč kolesarju omogoča bolj sklonjeno držo in zato manj zračnega upora in posledično večjo hitrost. Naklon sedeža torej lahko močno vpliva na kolesarjevo učinkovitost.<sup>50</sup>



Rezultati testiranja vpliva naklona sedeža na metabolne parametre niso enotni. Medtem ko Heil s sodelavci ugotavlja,<sup>50</sup> da so VO<sub>2</sub>, SF in subjektivna utrujenost pomembno nižji pri kotu 830 in 900 v primerjavi s kotom 690, pa Garside in Doran nista uspela pokazati razlike v VO<sub>2</sub> in SF pri kotih 810 in 730.<sup>51</sup>

Pomembno je vedeti, da se zaradi povečanega naklona sedeža spremeni kot v kolčnih sklepih, zaradi česar se posledično spremeni dolžina mišic, ki potekajo preko kolčnih sklepov (m. rectus femoris, mišice zadnje stegenke lože in m. gluteus maximus). Pri produkciji energije in premagovanju upora je najpomembnejši gluteus maximus, ki prispeva kar 55 %<sup>52</sup> celotne energije. Produkcija energije je tako verjetno odvisna tudi od kota v kolčnih sklepih.

### 5 Preobremenitvene poškodbe, njihovo preprečevanje in zgodnje odkrivanje

Športniki o poškodbah in bolečinah redko govorijo in jih pogosto tudi ignorirajo, saj želijo imeti močno in samozavestno športno identiteto. To pa jih žal ne zaščiti pred fiziološkimi, socialnimi, ekonomskimi in psihološkimi posledicami kroničnih bolečin in resnih poškodb.

Prevalenca netravnatskih poškodb pri kolesarjenju je zelo visoka.<sup>53</sup> Vzrok so običajno težke obremenitve v kombinaciji z biomehanskimi nepravilnostmi. Najpogosteje so prizadeti kolena (patelofemoralni sindrom), vrat/ramena, roke (nevropatije n. ulnarisa in medianusa), zadnjica (bolečina v predelu tuberja sednice) in perinej (ulceracija kože, fibromi, nevropatija n. pudendum). Pojavljajo se tudi uretritis, hematuria, travma vulve pri ženskah, trohanterni bursitis, tendonitis iliopsoasa, metatarsalgia, plantarni fasciitis, tendinitis ahilove tetive in parestezije sp. okončin.<sup>54, 55</sup> Verjetno sta najbolj pomembni težavi, ki prizadeneta kolesarja, paraliza ulnarnega ali medianega živca in motnje erekcije. Ključ za preprečevanje omenjenih netravnatskih poškodb je pravilna nastavitev sedeža, krmila in pedal ter pravilna velikost okvirja.

Od naštetih zdravstvenih težav pri kolesarjih je najpogostejša kronična bolečina v kolenih. Zanj so odgovorne biomehanske nepravilnosti patelofemoralnega kompleksa v kombinaciji s težkimi treningi. Težave spadajo v sklop patelofemoralnega sindroma.<sup>56</sup> Patelofemoralni kompleks sestavljata pogačica in stegenica s pripadajočimi mišicami in vezivnim tkivom. Med kolesarjenjem prihaja do neprestanega krčenja in iztegovanja v kolenih, zato vsaka poškodba hrustanca vodi do povečanega pri-

tiska kosti na kost, to pa povzroča bolečino in vnetje, katere posledica je draženje sinovialne ovojnice in sinovitis ter občutek nelagodja v sklepu. Vzroki slabe biomehanike, ki vodijo v patelofemoralno bolečino, so slaba funkcija štiriglave stegenke mišice, šibkost mišice vastus medialis, pronacija spodnjega skočnega sklepa, slaba razteznost mišic, napačna biomehanika spodnjih okončin, nepravilna višina<sup>57</sup> oziroma položaj sedeža,<sup>58</sup> nepravilna nastavitev stopal, nepravilen tip čevlja, nepravilna poravnava stopal, razlika v dolžini spodnjih okončin ter položaj kolen varus ali valgus. Poleg tega so težave običajno povezane s treningom kolesarjenja v klanec, kolesarjenjem v visokih prestavah in z nizko kadenco in nenadnim povečanjem volumna treninga. Pri več kot 80 % kolesarjev s patelofemoralno bolečino je bila ugotovljena nepravilna mediolateralna deviacija (prekomerno stransko nihanje) v kolenu med potiskom navzdol (ko se koleno izteguje). Zato je po prvi fazi zdravljenja, ko bolečina mine, potrebna biomehanska korekcija in krepitev štiriglave stegenke mišice. Med vračanjem je treba kolesariti v klanec previdno in se izogibati vožnji v visokih prestavah in na nizkih obratih.<sup>59</sup>

Bolečine v vratu in hrbtu so pogoste težave, ki izvirajo iz položaja telesa kolesarja s hiperekstenzijo vratu in fleksijo ledvenega dela. Da se težave odpravijo oziroma preprečijo, je treba skrajšati razdaljo sedež–krmilo. Razdalja od konice sedeža do osi krmila mora ustrezati dolžini komolec–konice prstov. Drug način, s katerim si pomagamo določiti razdaljo sedež–krmilo, je, da kolesar sedi in drži krmilo na njegovem spodnjem delu, ob tem pa mu mora prečni del krmila pokrivati pogled na os prednjega kolesa. Treba je tudi dvigniti konico sedeža za 10 do 15 stopinj in ves čas menjati položaj rok na krmilu ter imeti komolce med vožnjo nekoliko upognjene.<sup>54, 60</sup>

Kompresijska nevropatija v rokah je posledica podaljšane pritiska na krmilo. Najpogosteje je prizadeta globoka palmarna veja ulnarisa.<sup>61</sup> Ulnarna nevropatija se kaže z omrtnostjo in mravljinčenjem v prstancu in mezincu ali oslabljeni abdukciji ali addukciji prstov ali addukciji palca. Kompresija medianega živca v karpalnem kanalu zaradi dolgotrajne hiperekstenzije v zapestju je precej manj pogosta, povzroča pa parestezije v palcu, kazalcu, sredincu in prstancu in radialni strani roke ter oslABLJENO abdukcijo in opozicijo palca. Simptomi se običajno nehaljo takoj, ko prenehamo kolesariti, v resnih primerih ulnarne paralize pa težave lahko trajajo več mesecev. Težave lahko pomagajo preprečiti oblaganje ročajev in podložene rokavice.

Trajen pritisk na tuber sednice je pogost vzrok za bolečino v predelu zadnjice, ki je običajno prehodna, lahko pa pride do nastajanja kalusov in globokih bolečih fibroznih mas. Drgnjenje na sedežu lahko vodi do ulceracij. Prilagoditi je treba višino in naklon sedeža in redno menjati položaj med vožnjo (sede – stoje).

Kombinacija drgnjenja, potenja in ozkih oblačil lahko vodi v draženje v predelu dimelj in posledično perinealni folikulitis ali maceracijo kože v presredku. Pri moških kolesarjih kompresija dorzalne veje nervus pudendusa med simfizo pubisa in sedežem kakor tudi na kavernozi živec lahko povzroča odrevenelost in mravljinčenje penisa in skrotuma in občasno tudi impotenco. Simptomi običajno izginejo v enem tednu, lahko pa trajajo tudi več mesecev. Kolesar mora prenehati s kolesarjenjem, dokler simptomi ne izginejo. Ponavljanje lahko preprečimo tako, da popravimo položaj sedeža ali z uporabo sedeža z odprtino.

Travmatski urethritis s hematurijo in blago dizurijo pri moških in abrazije, laceracije in udarnine vulve pri ženskah zdravimo simptomatsko, preprečimo pa s korekcijo sedeža.

Bolečina v kolčnih regijah je pri kolesarjih običajno posledica trohanternega bursitisa zaradi ponavljajočega se drsenja fasciae latae čez veliki trohanter ali tendonitisa iliopsoasa. Terapija obsega hlajenje z ledom in antiinflamatorna zdravila, raztezanje TIT in znižanje sedeža.

Bolečina v stopalih je običajno rezultat metatarzalgije, ki jo odpravimo s korekcijo položaja stopal in podlaganjem bolečih točk. Druge bolečine v stopalih gredo na račun plantarnega fasciitisa ali tendinitisa ahilove tetive, vzrok česar je običajno prenizek sedež. Pojavijo se lahko tudi parestezije, katerih vzrok je običajno preozek čevlji.

Poškodba je za profesionalnega kolesarja močan stresor. Po njej se sooča s številnimi kognitivnimi, čustvenimi in vedenjskimi odzivi. Po poškodbi se namreč v večini primerov spremeni iz visoko telesno aktivnega posameznika v neaktivnega. Pojavijo se občutki nebogljenosti, ki lahko sprožijo akutno depresijo.<sup>62</sup> Približno 13 % športnikov poroča o klinično pomembnih stopnjah psihološkega distresa.<sup>63</sup>

Psihološki dejavniki imajo veliko vlogo v procesu rehabilitacije in po njej. Psihične posledice športne poškodbe so lahko tako velike, da ovirajo rehabilitacijo in okrevanje ali celo podaljšujejo vrnitev na tekmovalne steze. Neredko se namreč zgodi, da športnik po popolni sanaciji poškodbe ni sposoben dosegati enakih tekmovalnih rezultatov kot pred poškodbo, saj fizična in psihična pripravljenost

na vrnitev na tekmovanje nista nujno sinhroni.<sup>64</sup> Fizična poškodba torej ni le poškodba določenega dela telesa, pač pa gre za poškodbo celotnega telesa in predvsem duševnosti športnika.<sup>65, 66</sup> Kolesar lahko tudi izgubi ostrino v borbi »mož na moža«.

## 6 Reakcija na stres

### 6.1 Motnje hranjenja

Težki fizični napori za telo predstavljajo določeno stopnjo stresa, poleg tega pa zahteva zadosten vnos kalorij. Kolesarji s povprečno učinkovitostjo in aerodinamiko porabijo pri vožnji s hitrostjo 40 km/h približno 21 kcal na minuto. Pri tem lahko zaloge ogljikovih hidratov v telesu (2000 do 3000 kcal) zagotavljajo energijo za približno 90 minut vožnje. Na tekmovanjih, kot je na primer Tour de France, kolesarji porabijo do 9000 kcal na dan. Da bi zadostili potrebam po energiji in zagotovili kar največje zaloge ogljikovih hidratov, morajo med treningi slediti določenim prehranjevalnim režimom. Dnevna prehrana naj bi vsebovala 60–70 % ogljikovih hidratov oziroma 7 g na kilogram telesne teže na dan, 15–20 % beljakovin oziroma 1,1 do 2 g na kilogram telesne teže na dan in 20–30 % maščob oziroma ne manj kot 20 g na dan.

Upoštevati je treba tudi pravila vnosa živil glede na potek treninga. 3 ure pred treningom mora kolesar, če želi povečati mišični glikogen in s tem učinkovitost, zaužiti 150 do 300 g ogljikovih hidratov. Med treningom mora zaužiti 60 do 70 g ogljikovih hidratov na uro. Bolje je zaužiti ogljikove hidrate, ki oksidirajo hitreje. To so glukoza, maltodekstrin, sukroza, maltoza in škrob.<sup>67</sup> Nadomestiti je treba 300–400 kcal energije na uro treninga. Po treningu se najhitrejša resinteza glikogena doseže z vnosom 1,2 do 1,4 g ogljikovih hidratov na minuto (75 do 90 g/uro) oziroma 1,2 g na kg telesne teže na uro 4 ure po treningu, najbolje pa je zaužiti to količino v 90 minut. Večja količina nima dodatnega pozitivnega učinka, lahko pa obremeni prebavni trakt. Celoten vnos ogljikovih hidratov naj bo 8–10 g/kg telesne teže v 24 urah.

Poseben režim velja tudi glede uživanja tekočin in mineralov. Na uro treninga je treba popiti 400–600 ml tekočine. Ob tem mora biti vnos natrija 0,15 do 0,45 g na liter tekočine.

Velik obseg treninga, sistemsko vnetje in povišane koncentracije provnetnih citokinov, direktno in/ali indirektno povzročijo motnje hranjenja v obliki anoreksije. Rezultat te je zmanjšan kalorični vnos, to pa vodi v slabše izvedene treninge, slabšo regeneracijo in slabšo učinkovitost. Poleg tega lokalna poškodba mišične membrane in zni-

žane vrednosti GLUT-4 transporterjev glukoze v membrani mišične celice zmanjšata prenos glukoze v mišične celice za sintezo glikogena. Zmanjšan glikogen v mišični celici pa je lahko vzrok za občutek težkih nog ob naporih in ponovno slabši učinek treninga.

Prehrani kolesarja velja dati poseben poudarek. Najbolje je voditi prehranski dnevnik in prilagajati vnos živil glede na intenzivnost in obseg treninga.

## 6.2 Sindrom pretreniranosti

Pretreniranost, ki je posledica prekomernih in ponavljajočih se obremenitev, je poleg poškodbe kostno-mišičnega sistema ena najpogostejših zdravstvenih težav, ki se pojavljajo pri cestnem kolesarjenju.

Za uspešen trening je potrebno ravnovesje med treningom in časom za regeneracijo. Sindrom pretreniranosti se pogosteje pojavlja pri tistih kolesarjih, ki želijo s povečano količino treninga nadomestiti svoje prirojene pomanjkljivosti v funkcionalnih sposobnostih ali druge napake, ki jim onemogočajo ustrezno napredovanje oziroma uspeh (na primer neustrezna oprema, prehrana ...). Če kolesar trenira preveč glede na obdobje počitka, obstaja velika verjetnost, da regeneracija ne bo zadostna. To vodi do fenomena, ki mu pravimo »over-reaching«. <sup>68</sup> Primer tega so kolesarji, ki odstopijo z večdnevnih tekem zaradi nezadostne metabolne regeneracije, katere vzrok je zmanjšanje glikogenskih zalog in energijsko bogatih fosfatov. Če se ustrezno ukrepa, simptomi »over-reachinga« minejo v približno 14 dneh. <sup>69</sup> Če se nepravilno razmerje med treningom in regeneracijo nadaljuje, »over-reaching« vodi v sindrom pretreniranosti. Pogosti simptomi sindroma pretreniranosti so slabša uspešnost, utrujenost, ki vodi v razdražljivost, motnje spanja in pomanjkanje motivacije. <sup>70</sup> Mehanizmi tega pojava še niso do konca raziskani. <sup>71</sup> Za spremljanje treninga in ugotavljanje sindroma pretreniranosti naj bi bilo koristno tudi spremljanje srčnega utripa in njegove variabilnosti. Srčni utrip se pri pretreniranosti simpatičnega tipa poveča, njegova variabilnost pa zniža. <sup>72</sup> Pri pretreniranosti parasimpatičnega tipa pa se znižata tako srčni utrip kot njegova variabilnost, <sup>72</sup> pri čemer je pri vrednotenju srčnega utripa v spanju treba upoštevati njegovo dnevno nihanje do 8 utripov/min. <sup>73</sup> Zato je boljši pokazatelj pretreniranosti znižanje maksimalne srčne frekvence, za katero je verjeten vzrok v zavrti regulaciji simpato-adrenalnega sistema. <sup>74</sup>

Poleg spremenjene srčne frekvence pretreniranost pri kolesarjih prepoznamo po dolgotrajni utrujenosti, nespo-

sobnosti treniranja po načrtu in po neuspešnosti. Poleg tega opažamo mišično občutljivost in bolečine, poslabšanje konstantne mišične bolečine z vsakim treningom in povišane vrednosti serumske kreatin kinaze. Preobremenitev je lahko psihološka ali fizična. Težave trajajo več tednov ali mesecev.

Sindrom pretreniranosti se povezuje tudi s koncentracijo glutamina v serumu. <sup>75</sup> Enkratna nižja koncentracija glutamina je lahko negativna posledica vadbe. Raziskave kažejo, da so visoke vrednosti glutamata povezane z obdobji težkega treninga. Normalne vrednosti v mirovanju ali ob nizkih volumnih treninga so za glutamin  $585 \pm 54 \mu\text{mol/l}$  in za glutamat  $101 \pm 16 \mu\text{mol/l}$ . <sup>76</sup> Če pri športniku izmerimo vrednosti glutamina  $585 \mu\text{mol/l}$  ali nižje v obdobju intenzivnejših treningov, to pomeni, da je toleranca na trening dobra. Z večanjem intenzitete treninga koncentracija glutamina pada, koncentracija glutamata pa se dviga. Zato strokovnjaki predlagajo, da bi status treninga lahko ocenjevali z razmerjem glutamin/glutamat. To razmerje naj bi bilo med počitkom ali na začetku sezone treningov  $> 5,88 \mu\text{mol/l}$ , <sup>76</sup> najvišja vrednost pa ne sme presegati  $7,66 \mu\text{mol/l}$ . <sup>76</sup>

Mejne vrednosti za športnike, ki še tolerirajo obremenitve na treningih in niso pretrenirani, so za glutamin  $522 \pm 53 \mu\text{mol/l}$ , za glutamat  $128 \pm 19 \mu\text{mol/l}$  in za njuno razmerje  $4,15 \pm 0,57 \mu\text{mol/l}$ . <sup>76</sup> Razmerje glutamin/glutamat  $3,58 \mu\text{mol/l}$  je znak pretreniranosti. <sup>76</sup>

Športniki, ki imajo slabši potencial za toleranco, bodisi na obseg bodisi na intenzivnost treninga, imajo približno eno standardno deviacijo nižje vrednosti razmerja glutamin/glutamat ( $5,04 \mu\text{mol/l}$ ) v primerjavi s tistimi med mirovanjem. <sup>76</sup>

Sindrom pretreniranosti ugotovimo tudi z nižjo maksimalno vrednostjo laktata.

Da se tako sindromu pretreniranosti kot tudi poškodbam izognemo, mora biti trening dolgoročno dobro načrtovan, tako da kolesar razvija toleranco na napor. Razvoj tolerance se kaže preko poviševanja razmerja glutamin/glutamat.

## 7 Zaključek

Pregledni znanstveni članek potrjuje, da je profesionalno kolesarjenje izredno zahtevno, saj ima posebne fiziološke in metabolne zahteve. Da bi bil uspešen, mora kolesar prevoziti na tisoče kilometrov na meji svojih zmogljivosti. Fizične in fiziološke lastnosti kolesarja niso vodilo za uspeh. So le osnova. Vodilo so vsa znanstvena dognanja in navodila, kako je treba trenirati, se hraniti, katere ergo-



nomske ukrepe je treba upoštevati in kako ukrepati pri poškodbi.<sup>77</sup> Samo s pravilnim strokovnim vodenjem lahko kolesar z dobrimi fizičnimi in fiziološkimi predispozicijami naredi uspešno profesionalno kolesarsko kariero.

## 8 Literatura

- Lucía, A., Carvajal, A., Calderón, F. J., Alfonso, A., Chicharro, J. L. Breathing pattern in highly competitive cyclists during incremental exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1999 May; 79(6): 512–21.
- Barbeau, P., Serresse, O., Boulay, M. R. Using maximal and submaximal aerobic variables to monitor elite cyclists during a season. *Med Sci Sports Exerc*. 1993 Sep; 25(9):1062–9.
- Støren, O., Ulevåg, K., Larsen, M. H., Støa, E. M., Helgerud, J. Physiological determinants of the cycling time trial. *J Strength Cond Res*. 2012 Dec 12.
- Fernández-García, B., Pérez-Landaluce, J., Rodríguez-Alonso, M., Terrados, N. Intensity of exercise during road race pro-cycling competition. *Med Sci Sports Exerc*. 2000 May; 32(5): 1002–6.
- Padilla, S., Mujika, I., Cuesta, G., Goirienea, J. J. Level ground and uphill cycling ability in professional road cycling. *Med Sci Sports Exerc*. 1999 Jun; 31(6): 878–85.
- Coyle, E. F., Feltner, M. E., Kautz, S. A., Hamilton, M. T., Montain, S. J., Baylor, A. M. et al. Physiological and biomechanical factors associated with elite endurance cycling performance. *Med Sci Sports Exerc*. 1991 Jan; 23(1): 93–107.
- Lucía, A., Pardo, J., Durántez, A., Hoyos, J., Chicharro, J. L. Physiological differences between professional and elite road cyclists. *Int J Sports Med*. 1998 Jul; 19(5): 342–8.
- Faria, I. E. Energy expenditure, aerodynamics and medical problems in cycling. An update. *Sports Med*. 1992 Jul; 14(1): 43–63.
- Pfeiffer, R., Harden, B., Landis, D. Correlating indices of aerobic capacity with performance in elite women road cyclists. *J Strength Cond Res*. 1993; (7): 201–5.
- Bentley, D. J., Wilson, G. J., Davie, A. J., Zhou, S. Correlations between peak power output, muscular strength and cycle time trial performance in triathletes. *J Sports Med Phys Fitness*. 1998 Sep; 38(3): 201–7.
- Hawley, J. A., Noakes, T. D. Peak power output predicts maximal oxygen uptake and performance time in trained cyclists. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1992; 65(1): 79–83.
- Palmer, G. S., Hawley, J. A., Dennis, S. C., Noakes, T. D. Heart rate responses during a 4-d cycle stage race. *Med Sci Sports Exerc*. 1994 Oct; 26(10): 1278–83.
- Palmer, G. S., Borghouts, L. B., Noakes, T. D., Hawley, J. A. Metabolic and performance responses to constant-load vs. variable-intensity exercise in trained cyclists. *J Appl Physiol*. 1999 Sep; 87(3): 1186–96.
- Lucía, A., Hoyos, J., Pérez, M., Santalla, A., Chicharro, J. L. Inverse relationship between VO<sub>2</sub>max and economy/efficiency in world-class cyclists. *Med Sci Sports Exerc*. 2002 Dec; 34(12): 2079–84.
- Horowitz, J. F., Sidossis, L. S., Coyle, E. F. High efficiency of type I muscle fibers improves performance. *Int J Sports Med*. 1994 Apr; 15(3): 152–7.
- Lucía, A., Hoyos, J., Santalla, A., Pérez, M., Chicharro, J. L. Kinetics of VO<sub>2</sub> in professional cyclists. *Med Sci Sports Exerc*. 2002 Feb; 34(2): 320–5.
- Coyle, E. F., Sidossis, L. S., Horowitz, J. F., Beltz, J. D. Cycling efficiency is related to the percentage of type I muscle fibers. *Med Sci Sports Exerc*. 1992 Jul; 24(7): 782–8.
- Lucía, A., Hoyos, J., Chicharro, J. L. Physiology of professional road cycling. *Sports Med*. 2001; 31(5): 325–37.
- Harms, C. A. Effect of skeletal muscle demand on cardiovascular function. *Med Sci Sports Exerc*. 2000 Jan; 32(1): 94–9.
- Foxdal, P., Sjödin, B., Sjödin, A., Ostman, B. The validity and accuracy of blood lactate measurements for prediction of maximal endurance running capacity. Dependency of analyzed blood media in combination with different designs of the exercise test. *Int J Sports Med*. 1994 Feb; 15(2): 89–95.
- Beneke, R., Leithäuser, R. M., Ochentel, O. Blood lactate diagnostics in exercise testing and training. *Int J Sports Physiol Perform*. 2011 Mar; 6(1): 8–24.
- Hauser, T., Bartsch, D., Baumgärtel, L., Schulz, H. Reliability of maximal lactate-steady-state. *Int J Sports Med*. 2013 Mar; 34(3): 196–9.
- Swensen, T. C., Harnish, C. R., Beitman, L., Keller, B. A. Noninvasive estimation of the maximal lactate steady state in trained cyclists. *Med Sci Sports Exerc*. 1999 May; 31(5): 742–6.
- Bishop, D., Jenkins, D. G., Mackinnon, L. T. The relationship between plasma lactate parameters, W<sub>peak</sub> and 1-h cycling performance in women. *Med Sci Sports Exerc*. 1998 Aug; 30(8): 1270–5.
- Romer, L. M., McConnell, A. K., Jones, D. A. Inspiratory muscle fatigue in trained cyclists: effects of inspiratory muscle training. *Med Sci Sports Exerc*. 2002 May; 34(5): 785–92.
- Johnson, B. D., Aaron, E. A., Babcock, M. A., Dempsey, J. A. Respiratory muscle fatigue during exercise: implications for performance. *Med Sci Sports Exerc*. 1996 Sep; 28(9): 1129–37.
- McConnell, A. K., Caine, M. P., Sharpe, G. R. Inspiratory muscle fatigue following running to volitional fatigue: the influence of baseline strength. *Int J Sports Med*. 1997 Apr; 18(3): 169–73.
- Jeukendrup, A. E., Martin, J. Improving cycling performance: how should we spend our time and money. *Sports Med*. 2001; 31(7): 559–69.



29. Nielsen, J. S., Hansen, E. A., Sjøgaard, G. Pedalling rate affects endurance performance during high-intensity cycling. *Eur. J. Appl. Physiol.* 2004 Jun; 92(1-2):114-20.
30. Gonzalez, H., Hull, M. L. Multivariable optimization of cycling biomechanics. *J Biomech.* 1989; 22(11-12): 1151-61.
31. Ericson, M. O., Bratt, A., Nisell, R., Németh, G., Ekholm, J. Load moments about the hip and knee joints during ergometer cycling. *Scand J Rehabil Med.* 1986; 18(4): 165-72.
32. Rankin, J. W., Neptune, R. R. The influence of seat configuration on maximal average crank power during pedaling: a simulation study. *J Appl Biomech.* 2010 Nov; 26(4): 493-500.
33. Lucía, A., Hoyos, J., Chicharro, J. L. Preferred pedalling cadence in professional cycling. *Med Sci Sports Exerc.* 2001 Aug; 33(8): 1361-6.
34. Padilla, S., Mujika, I., Angulo, F., Goirienea, J. J. Scientific approach to the 1-h cycling world record: a case study. *J. Appl. Physiol.* 2000 Oct; 89(4): 1522-7.
35. Takaishi, T., Yasuda, Y., Moritani, T. Neuromuscular fatigue during prolonged pedalling exercise at different pedalling rates. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1994; 69(2): 154-8.
36. Takaishi, T., Yasuda, Y., Ono, T., Moritani, T. Optimal pedaling rate estimated from neuromuscular fatigue for cyclists. *Med Sci Sports Exerc.* 1996 Dec; 28(12): 1492-7.
37. Ahlquist, L. E., Bassett, D. R. Jr, Sufit, R., Nagle, F. J., Thomas, D. P. The effect of pedaling frequency on glycogen depletion rates in type I and type II quadriceps muscle fibers during submaximal cycling exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1992; 65(4): 360-4.
38. Sidossis, L. S., Horowitz, J. F., Coyle, E. F. Load and velocity of contraction influence gross and delta mechanical efficiency. *Int J Sports Med.* 1992 Jul; 13(5): 407-11.
39. Swain, D. P. The influence of body mass in endurance bicycling. *Med Sci Sports Exerc.* 1994 Jan; 26(1): 58-63.
40. Lepers, R., Hausswirth, C., Maffiuletti, N., Brisswalter, J., Van Hoecke, J. Evidence of neuromuscular fatigue after prolonged cycling exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2000 Nov; 32(11): 1880-6.
41. Lepers, R., Millet, G. Y., Maffiuletti, N. A. Effect of cycling cadence on contractile and neural properties of knee extensors. *Med Sci Sports Exerc.* 2001 Nov; 33(11): 1882-8.
42. Vercruyssen, F., Brisswalter, J. Which factors determine the freely chosen cadence during submaximal cycling? *J Sci Med Sport.* 2010 Mar; 13(2): 225-31.
43. Lucia, A., San Juan, A. F., Montilla, M., CaNete, S., Santalla, A., Earnest, C. et al. In professional road cyclists, low pedaling cadences are less efficient. *Med Sci Sports Exerc.* 2004 Jun; 36(6): 1048-54.
44. Ryschon, T. W. Physiologic aspects of bicycling. *Clin Sports Med.* 1994 Jan; 13(1): 15-38.
45. De Vey Mestdagh, K. Personal perspective: in search of an optimum cycling posture. *Appl Ergon.* 1998 Oct; 29(5): 325-34.
46. Matheny, F. Finding perfect saddle height. *Bicycling.* 1992; 33(4): 108-10.
47. Francis, P. Injury prevention for cyclists: biomechanical approach. *Science of Cycling.* Champaign: Human Kinetics; 1986. p. 145-84.
48. Whitt, F., Wilson, D. G. *Bicycling Science.* MIT Press. 1982.
49. Nordeen-Snyder, K. S. The effect of bicycle seat height variation upon oxygen consumption and lower limb kinematics. *Med Sci Sports.* 1977; 9(2): 113-7.
50. Heil, D. P., Wilcox, A. R., Quinn, C. M. Cardiorespiratory responses to seat-tube angle variation during steady-state cycling. *Med Sci Sports Exerc.* 1995 May; 27(5): 730-5.
51. Garside, I., Doran, D. A. Effects of bicycle frame ergonomics on triathlon 10-km running performance. *J Sports Sci.* 2000 Oct; 18(10): 825-33.
52. Raasch, C. C., Zajac, F. E., Ma, B., Levine, W. S. Muscle coordination of maximum-speed pedaling. *J Biomech.* 1997 Jun; 30(6): 595-602.
53. De Bernardo, N., Barrios, C., Vera, P., Laíz, C., Hadala, M. Incidence and risk for traumatic and overuse injuries in top-level road cyclists. *J Sports Sci.* 2012; 30(10): 1047-53.
54. Mellion, M. B. Neck and back pain in bicycling. *Clin Sports Med.* 1994 Jan; 13(1): 137-64.
55. Clarsen, B., Krosshaug, T., Bahr, R. Overuse injuries in professional road cyclists. *Am J Sports Med.* 2010 Dec; 38(12): 2494-501.
56. Gregor, R. J., Broker, J. P., Ryan, M. M. The biomechanics of cycling. *Exerc Sport Sci Rev.* 1991; 19: 127-69.
57. Bini, R., Hume, P. A., Croft, J. L. Effects of bicycle saddle height on knee injury risk and cycling performance. *Sports Med.* 2011 Jun 1; 41(6): 463-76.
58. Bini, R. R., Hume, P. A., Lanferdini, F. J., Vaz, M. A. Effects of moving forward or backward on the saddle on knee joint forces during cycling. *Phys Ther Sport.* 2013 Feb; 14(1): 23-7.
59. Faria, E. W., Parker, D. L., Faria, I. E. The science of cycling: physiology and training - part 1. *Sports Med.* 2005; 35(4): 285-312.
60. Burke, E. R. Proper fit of the bicycle. *Clin Sports Med.* 1994 Jan; 13(1): 1-14.
61. Hankey, G. J., Gubbay, S. S. Compressive mononeuropathy of the deep palmar branch of the ulnar nerve in cyclists. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatr.* 1988 Dec; 51(12): 1588-90.
62. Heil, J. *Psychology of sport injury.* Champaign, Illinois: Human Kinetics; 1993.
63. Brewer, B. W., Linder, D. E., Phelps, C. M. Situational correlates of emotional adjustment to athletic injury. *Clin J Sport Med.* 1995 Oct; 5(4): 241-5.
64. Crossmann, J. *Coping with sport injuries: Psychological strategies for rehabilitation.* Oxford University press. New York, New York; 2001;
65. Podlog, L., Eklund, R. C. Assisting injured athletes with the return to sport transition. *Clin J Sport Med.*

2004 Sep; 14(5): 257–9.

66. Podlog, L., Eklund, R. C. Returning to competition after a serious injury: the role of self-determination. *J Sports Sci.* 2010 Jun; 28(8): 819–31.

67. Jeukendrup, A. E., Jentjens, R. Oxidation of carbohydrate feedings during prolonged exercise: current thoughts, guidelines and directions for future research. *Sports Med.* 2000 Jun; 29(6): 407–24.

68. Kuipers, H. Training and overtraining: an introduction. *Med Sci Sports Exerc.* 1998 Jul; 30(7): 1137–9.

69. Snyder, A. C. Overtraining and glycogen depletion hypothesis. *Med Sci Sports Exerc.* 1998 Jul; 30(7): 1146–50.

70. Purvis, D., Gonsalves, S., Deuster, P. A. Physiological and psychological fatigue in extreme conditions: overtraining and elite athletes. *PM R.* 2010 May; 2(5): 442–50.

71. Meeusen, R., Watson, P., Hasegawa, H., Roelands, B., Piacentini, M. F. Brain neurotransmitters in fatigue and overtraining. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2007 Oct; 32(5): 857–64.

72. Uusitalo, A. L., Tahvanainen, K. U., Uusitalo, A. J., Rusko, H. K. Non-invasive evaluation of sympathovagal balance in

athletes by time and frequency domain analyses of heart rate and blood pressure variability. *Clin Physiol.* 1996 Nov; 16(6): 575–88.

73. Wiriam, R., Lambert, M. Heart rate during sleep: implications for monitoring training status. *J Sports Sci Med.* 2003; 2(133–8).

74. Lucia, A., Hoyos, J., Santalla, A., Earnest, C., Chicharro, J. L. Tour de France versus Vuelta a España: which is harder? *Med Sci Sports Exerc.* 2003 May; 35(5): 872–8.

75. Fernández-García, B., Lucía, A., Hoyos, J., Chicharro, J. L., Rodríguez-Alonso, M., Bandrés, F. et al. The response of sexual and stress hormones of male pro-cyclists during continuous intense competition. *Int J Sports Med.* 2002 Nov; 23(8): 555–60.

76. Smith, D. J., Norris, S. R. Changes in glutamine and glutamate concentrations for tracking training tolerance. *Med Sci Sports Exerc.* 2000 Mar; 32(3): 684–9.

77. Leirdal, S., Ettema, G. The relationship between cadence, pedalling technique and gross efficiency in cycling. *Eur J Appl Physiol.* 2011 Dec; 111(12): 2885–93.

## OZNAČEVANJE NEVARNIH KEMIKALIJ



**NOVO!!!**

**Nov sistem razvrščanja, pakiranja in označevanja nevarnih kemikalij GHS/CLP**

**Nudimo vam:**



**PLAKAT** s stavki o nevarnosti (H stavki) in previdnostnimi stavki (P stavki), velikost 50 x 70 cm



**PLAKAT** – Primerjava novega in starega označevanja nevarnih kemikalij, velikost 50 x 70 cm



**NALEPKE** – velikosti 10,5 x 14,5 cm ali po naročilu

**Kontaktna oseba in naročila:**

**Fanči Avbelj**, T 01 585 51 21, G 041 658 953, E [fanci.avbelj@zvd.si](mailto:fanci.avbelj@zvd.si), W [www.zvd.si](http://www.zvd.si)

# ZVD

ZVD Zavod za varstvo pri delu d.d.

Chengdujska cesta 25  
1260 Ljubljana Polje  
T: 01 585 51 00  
F: 01 585 51 01  
W: [www.zvd.si](http://www.zvd.si)  
E: [info@zvd.si](mailto:info@zvd.si)