**Ergonomska analiza pozicije bicikla na brdskim biciklima**

**1. Uvod**

U novije vrijeme biciklizam se sve više razvija te opravdano možemo reći da je, kako u Hrvatskoj tako i u svijetu, jedan od rastućih sportova. Osim što su sve popularnija velika natjecanja u svim granama biciklizma, sve je više rekreativaca koji za svoj vid zdravijeg života koriste upravo bicikl. Također velika većina sportaša iz drugih sportova koristi bicikl u svrhu određene vrste treninga. Iako su bicikli za svaku od disciplina uvelike razlikuju, osnovne sastavnice su uvijek jednake. Tako će i prilikom podešavanja ergonomije bicikla velika većina sastavnica biti slična, no ipak ovisno o disciplini moramo obratiti više ili manje pažnje na svaku od sastavnica. Kako navode (Segin i sur. 2017.) bicikl je sastavljen od dvodimenzionalne simetrije, prema tome, bicikl je podesiv, ali ne i prilagodljiv. Dvije glavne sastavnice prilikom podešavanja bicikla su položaj sjedala te položaj volana. Svaka od sastavnica može se pomicati u više smjerova, pa tako sjedalo možemo podešavati po visini i naprijed-nazad u odnosu na osovinu pogona. S druge strane volan također možemo podešavati po visini, možemo ga udaljavati ili približavati sjedalu, rotirati ga i sužavati ga ili proširivati. Nažalost kako su ozljede sastavni dio svakog sporta tako ih ima i u biciklizmu. Ozljede prednjeg dijela koljena su tendinopatije kvadricepasa, kondromalacija i patelarna tendinopatija. Sve navedene ozljede povezuju se s prevelikim opterećenjem u prijenosu, te preniskom visinom sjedala. Popliteus tendinopatija i bolovi u ilio tibijalnom pojasu ozljede su lateralne strane koljena koje su najčešće uzrokovane preniskom visinom sjedala te loše postavljenim blokejima pedala. Stražnja strana koljena za sebe veže sindrom sinovijalnih plika i upalu medijalnopatelarnog ligamenta. Ove ozljede najčešće su uzrokovane prenisko postavljenim sjedalom. Bol, a ponekad i otečenost ahilove tetive, najčešće je uzrokovana preopterećenjem. Jedan od mogućih uzroka je prekomjerna plantarna fleksija koje je uzrok previsoko postavljeno sjedalo (Pruitt i sur. 2013). Najvažniji faktor u očuvanja protoka krvi nije podstavljenost sjedala, već širina sjedala koja daje oslonac sjednim kostima i tako omogućuje nesmetani protok krvi (Schwarzer i sur. 2002). Kriva pozicija na biciklu može uzrokovati bol i u drugim dijelovima tijela (stopala, dlanovi, leđa,..) koja ne može prouzročiti nikakve ozbiljnije posljedice, ali ju svakako treba sankcionirati. Iz svega navedenog vidljivo je da je ergonomija bicikla od velike važnosti za postizanje dobrih rezultata kao i za očuvanje zdravlja biciklista. Stoga će ovo istraživanje biti i informiranje biciklista, kako rekreativaca tako i natjecatelja o važnosti ergonomije bicikla te učinaka koje ona ostvaruje.

**2. Teorijski dio**

**2.1. Brdski bicikli** Brdski bicikli koriste se za *cross country* natjecanja, ali i u svakodnevnoj upotrebi rekreativaca. Okvir je temeljni dio bicikla te se na njega treba obratiti najviše pažnje jer je ujedno i najvažniji dio bicikla. U novije vrijeme izrađuju se najčešće od aluminija ili karbona te nešto rjeđe od titana, no još uvijek je moguće naći starije bicikle kojima je okvir izrađen od čelika. Veličina bicikla se određuje prema visini vozača. Stražnja i prednja vilica bicikla mogu biti krute ili amortizirane. Amortizacija prednje vilice omogućava udobniju vožnju i bolju kontrolu na neravninama te smanjuje opterećenja ruku pa je u pravilu imaju svi noviji bicikli. Amortiziranje stražnje vilice je stvar osobnog izbora. Bicikli bez amortizera danas su rijetko viđeni. Pogonski dio brdskog bicikla sastoji se od poluga pedala, pedala, prednjih lančanika, stražnjih lančanika, lanca i mjenjača. Kako se brdski biciklizam iz godine u godinu razvija trenutno su najpopularniji prednji lančanici s jednom ili dvije brzine, te stražnji lančanici s jedanaest ili dvanaest brzina. Kotači se sastoje od obruča, žbica i glavčina. Sve komponente kotača najčešće su izrađene od aluminija, no sve češće se pojavljuju i karbonska vlaka kao materijal, no još uvijek su prilično skupa. Kočnice su kroz povijest brdskog biciklizma izvođene na mnogo različitih načina. Neki su preuzeti iz cestovnog biciklizma, a kasnije sa motocikala. Disk kočnice su puno sigurnije te imaju mnogo veću kočionu snagu od starih kočionih sistema. Upravljač, lula volana te cijev sjedala izrađene su od aluminija ili karbonskih vlakana. Mogu biti različitih dimenzija ovisno o vozačevom osobnom izboru. Sjedalo bicikla može biti različitog materijala i debljine, no svakako bi trebalo obratiti pažnju na širinu sjedala jer nam je ona od velike važnosti.

**2.2. Ergonomija bicikla** Prvi znanstveni rad o pravilnoj poziciji na biciklu objavljen je krajem šezdesetih godina prošlog stoljeća (Hamley i sur. 1967). Pravilna pozicija na biciklu omogućuje udobnost, te lakoću pedaliranja, a vozačima s više iskustva poboljšanje u izvedbi vožnje (Pruitt i sur. 2013). Vožnja bicikla na bilo kojoj razini, zapravo je zajedništvo „dva stroja“, čovjeka i bicikla. Bicikl je sastavljen od dvodimenzionalne simetrije, prema tome, bicikl je podesiv, ali ne i prilagodljiv. S druge strane, ljudsko tijelo je sastavljeno od kostiju, koje su međusobno povezane, snažnim, ali fleksibilnim tkivima. Kombinacije tkiva čine ljudsko tijelo popustljivim, te sposobnim za rad u teškim uvjetima. Stoga spoj ovih dvaju strojeva trebao bi biti maksimalno harmoničan s minimalnim rizikom od ozljeda kako navode (Segin i sur. 2017). Ključ uspješne pozicije na biciklu je razumijevanje određenih specifičnosti antropometrijske građe pojedinca. Kroz razgovor s vozačem, te s određenim testovima dobivaju se podaci koji uvelike pomažu u daljnjem podešavanju bicikla. Kada govorimo o poziciji sjedala moguće ga je podešavati po visini te naprijed-nazad. Da bi smanjili rizik od ozlijeđivanja (Holmes i sur. 1994) visinu sjedala treba postaviti tako da kut u koljenu kada je noga u najnižoj poziciji bude između 25 i 35 stupnjeva. Za položaj sjedala naprijed nazad važno je za optimalnu učinkovitost i proizvodnju snage da se centar rotacije koljena nalazi iznad centra osovine pedale u horizontalnoj poziciji (Pruitt i sur. 2013). Upravljač ili volan je jedna od tri ključne točke dodira između biciklista i bicikla. Kriva pozicija volana može naštetiti cijeli kinetički lanac što može voditi do suviše ispruženih laktova, boli u vratu i ramenom pojasu i pritisku na dlanove. Poziciju volana određujemo njegovom širinom, te udaljenosti od tla i sjedala (Fond i sur. 2010). Također od velike je važnosti mišljenje vozača te njegov osjećaj u različitim pozicijama. Uz pomoć toga ćemo odrediti idealnu i specifičnu poziciju za svakog pojedinca. Težiti ćemo kutu od 90 stupnjeva između nadlaktica i trupa, dok bi leđa trebala biti u što prirodnijoj poziciji (Segin i sur. 2017). Nepravilno podstavljena stopala manifestiraju se na koljeno. Tijekom faze potiska na pedalu, prednji dio stopala je u stanju kolapsirati do položaja u kojem je paralelan s pedalom (Hannaford i sur. 1986). Sve to uzrokuje gibanje koljena lijevo-desno, pronaciju i unutarnju rotaciju stopala (Asplund i sur. 2004). S druge strane ovisno o tome koliko je stoplani luk visok odabrati ćemo odgovarajuće uloške koji će popuniti prazninu između potplata cipele i stopala te tako zaustaviti kolapsiranje stopala.

**3. Metode istraživanja**

**3.1. Ispitanici** Istraživanja su provođena na uzorku od 24 ispitanika. Ispitanike, odnosno bicikliste čini populacija starosti između 20 i 56 godina koji voze brdskim bicikl za *cross country* natjecanja dva do pet puta tjedno.

**3.2. Cilj istraživanja** Cilj je utvrditi postojanosti razlike inicijalne i finalne (nakon provedbe podešavanja) pozicije. Svi ispitanici tijekom testiranja koristili su vlastite brdske bicikle. Bicikli su imali karbonski ili aluminijski okvir, veličinu kotača 29 cola te prednju ili obje suspenzije.

**3.3. Promatrane varijable** Prilikom istraživanja promatrali smo 6 varijabli koje smo smatrali najznčajnijima prilikom postavljanja idealne ergonomije bicikla. 1. visina sjedala u milimetrima (VS) prema (Burke 1994) mjeri se između najviše točke sjedala i osovine pedale u najnižoj poziciji, dok većina profesionalnih biciklista i trgovaca biciklima uzimaju mjeru od najviše točke sjedala do sredine osovine pogona (Fonda i sur. 2010), stoga je i u ovom radu uzeta ta mjera. 2. kut u koljenu (KK) mjeri se na lateralnoj stani noge, između gležnja, epikondila bedrene kosti i velikog trohantera. Prema (Holmes i sur. 1994) visinu sjedala treba postaviti tako da kut u koljenu kada je noga u najnižoj poziciji bude između 25 i 35 stupnjeva. Ergometrijska mjerenja u ovom radu provedena su na osnovi sredine te mjere, što znači 30 stupnjeva. 3. za pomak sjedala naprijed-nazad (PSNN) važno je za optimalnu učinkovitost i proizvodnju snage da se centar rotacije koljena nalazi iznad centra osovine pedale u horizontalnoj poziciji (Pruitt i sur. 2013). Ukoliko se centar rotacije koljena nalazio iznad centra osovine pedale odstupanja od centralne pozicije sjedala nije bilo, odnosno iznosila je nulu. Ako se centar rotacije koljena nalazio ispred centra osovine pedale mjere su pozitivne, odnosno negativne ako se centar rotacije koljena nalazio iza centra osovine pedale. Mjere su izražene u milimetrima. 4. udaljenost sjedala od volana(USV) mjeri se u milimetrima. Mjera se uzima između sredine volana i vrha sjedala. 5. kut između trupa i nadlaktice(KITN) manifestira se razlikom između visine volana i sjedala te udaljenošću volana od sjedala. Težiti ćemo kutu od 90 stupnjeva kako navode (Segin i sur. 2017). Ukoliko je volan postavljen suviše daleko kut će biti veći od 90 stupnjeva, odnosno manji od 90 stupnjeva ako je volan postavljen previše blizu. 6. razlika između visine sjedala i visine volana(RVSVV) mjeri se u milimetrima. Na visinu volana utječe fleksibilnost te opseg pokreta u pojedinom zglobu tijela biciklista te će ona biti podešena sukladno tome. Ukoliko je sjedalo višlje od visine volana mjere će biti negativne, odnosno pozitivne ako je sjedalo niže od visine volana.

**4. Rezultati i rasprava** Promatranjem visine sjedala kod rekreativaca prilikom inicijalnog i finalnog mjerenja možemo uočiti da niti jedan ispitanik nije imao dobro namještenu visinu sjedala (slika 1.). Prosječna razlika iznosila je 15,45 milimetara, kod 70,8% ispitanika sjedalo trebalo podići, kod 20,8% ispitanika sjedalo je trebalo spustiti. Svega dvoje ispitanika imalo je odgovarajuću visinu sjedala, odnosno 8,4% ispitanika.

**Slika 1**. Inicijalne i finalne vrijednosti za visine sjedala.

Kada promatramo kut u koljenu u stupnjevima (slika 2.) možemo uočiti da je kod 70,8% ispitanika kut prevelik, kod 8,4% ispitanika odgovarajućia a 20,8% ispitanika premali.

**Slika 2.** Razlika između inicijalne i finalne vrijednosti za kut u koljenu.

Promatranjem varijable pomak sjedala naprijed-nazad kod (slika 3.) uočava se da 4,2% ispitanika ima ispravno namještenu poziciju sjedala, odnosno 95,8% ispitanika ima loše namještenu poziciju sjedala. Kod 62,5% ispitanika sjedalo je trebalo pomaknuti prema nazad kako bi bilo postavljeno u centralnu poziciju. Dok je kod 33,3% ispitanika sjedalo trebalo pomaknuti prema naprijed kako bi bilo postavljeno u centralnu poziciju. Prosječna razlika iznosila je 14,63 milimetra.

**Slika 3.** Inicijalne i finalne vrijednosti za pomak sjedala naprijed nazad.

Pri promatranju varijable udaljenost sjedala od volana (slika 4.) uočava se da svega 4,2% ispitanika ima dobro namještenu poziciju, odnosno da 95,8% ima loše namještenu poziciju volana te je volan bilo potrebno približiti ili udaljiti od sjedala. Volan je trebalo udaljiti od sjedala kod 66,6% ispitanika iz čega možemo zaključiti da je kod 29,2% ispitanika volan bio previše udaljen od sjedala, odnosno da ga je trebalo približiti sjedalu. Prosječna razlika iznosila je 17,54 milimetara. Pri promatranju varijable kut trupa i nadlaktice uočava se da svega 4,2% ispitanika ima dobro, a 95,8% ima loše namješten kut. Kut je trebalo povećati kod 66,6% ispitanika iz čega možemo uočiti da je kod 29,2% ispitanika kut trebalo smanjiti. Varijabla razlika između visine volana i visine sjedala u milimetrima pokazuje da 4,2% ispitanika ima dobro namještenu poziciju, odnosno da 95,8% ispitanika nema dobro namještenu poziciju te je volan bilo potrebno podizati ili spuštati. Većina ispitanika volan je imala suviše visoko, odnosno kod 58,3% ispitanika volan je trebalo spustiti. Iz toga možemo uočiti da je kod 37,5% ispitanika volan trebalo podići. Također iz promatranog možemo zaključiti da u finalnoj poziciji 12,5% ispitanika ima poziciju volana višu od visine sjedala, 4,2% ispitnika imaju volan u visini sjedala te 83,3% ispitanika ima volan niži od visine sjedala. Prosječnu promjenu ove varijable koja iznosi 20,08 milimetara

Uočavanju razlike između inicijalnog i finalnog testiranja odnosno važnosti ergonomskih analiza proveden je t- test za testiranje postavljene hipoteze. Rezultati provedenog t-testa za zavisne varijable prikazani su u tablici 1.

**Tablica 1.** Rezultati provedenog t testa na uzorku prije i nakon provedbe ergonomskih mjerenja po svakoj varijabli za rekreativce

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| varijabla | Srednja vrijednost | Standardna devijacija | Broj ispitanika | t-test | Stupanj slobode | Razina značajnosti |
| VS\_I | 752,7917 | 56,15582 | 24 |  |  |  |
| VS\_F | 765,1667 | 56,08043 | 24 | -3,80081 | 23 | 0,000921 |
| KK\_I | 37,08333 | 7,884584 | 24 |  |  |  |
| KK\_F | 30,00000 | 0,000000 | 24 | 4,401133 | 23 | 0,000207 |
| PSNN\_I | -70,7500 | 26,94318 | 24 |  |  |  |
| PSNN\_F | -74,6250 | 26,72535 | 24 | 1,131621 | 23 | 0,269455 |
| USV\_I | 557,5417 | 43,48311 | 24 |  |  |  |
| USV\_F | 566,7500 | 42,69126 | 24 | -2,26968 | 23 | 0,032915 |
| KITN\_I | 85,87500 | 10,64164 | 24 |  |  |  |
| KITN\_F | 90,00000 | 0,00000 | 24 | -1,89898 | 23 | 0,070182 |
| RVSVV\_I | -27,5417 | 48,50816 | 24 |  |  |  |
| RVSVV\_F | -35,3750 | 37,23814 | 24 | 1,548082 | 23 | 0,135254 |

**5. Zaključak**

Iz provedenih ergonomskih mjerenja i statističke analize rezultata može se zaključiti da ***95,8% rekreativaca ima loše namještenu poziciju*** sjedala koja je uočena iz vrijednosti inicijalne i finalne varijable pomak sjedala naprijed nazad. Statistički značajne razlike (p<0,05) između inicijalnih i finalnih vrijednosti promatranih varijabli su uočene kod VS, KK I USV. Ergonomska analiza na brdskim biciklima pokazala se važnom s obzirom da su napravljene promjene u ergonomskim postavkama brdskih bicikala kod ispitanika.

**7. Literatura**

1. Asplund, M.D. i St Pierre, P. (2004). Knee pain and bicycling. The Physician and Sports Medicine, 32, 23-30.
2. Burke, E. R. (1994). Proper fit of the bicycle. Clinics in Sports Medicine, 13(1), 1-14.
3. Ericson, M. O., Ekholm, J., Svensson, O. i Nisell, R. (1985). The forces of

ankle joint structures during ergometer cycling. Foot & Ankle, 6(3), 135-142.

1. Fonda, B. i Šarabon, N. (2010). Biomechanics Of Cycling: Literature Review. Sport Sci. Rev. 19, 1/2, 187-210.
2. Hamley, E. J. i Thomas, V. (1967). Physiological and postural factors in the calibration of the bicycle ergometer. The Journal of Physiology, 191(2), 55P–56P.
3. Hannaford, D.P.M., Moran, G.T. i Hlavac, A.M. (1986). Video analysis and treatment of overuse knee injury in cycling: a limited clinical study. Clinics in Podiatric Medicine and Surgery, 3, 671-678.
4. Holmes, J. C., Pruitt, A. L. I Whalen, N. J. (1994). Lower extremity overuse in bicycling. Clinics in Sports Medicine, 13(1), 187–205.
5. Pruitt, A. i The Boulder Center for Sports Medicine. (2010). Body Geometry fit level 1. Specialized Bicycle Components.
6. Schwarzer, U. (2002). Cycling and Penile Oxygen Pressure: the Type of Saddle Matters. European Urology 41, 139-143.
7. Segin, J., Štimec,B., Pavlec,N. (2017). Podešavanje bicikla prema vozaču. 15. međunarodna konferencija Kondicijska priprema sportaša.(265-268).

**Juraj Segin, student kineziološkog fakulteta**

**Adresa: Istarska 15a, 43000 Bjelovar**

**Email: segin1996@gmail.com**

**Mob:0959042077**

**Dr.sc. Branimir Štimec, prof.; Institucija: Osnovna škola Vinica;**

**Adresa: Marčan , Vinička 61 42207 Vinica; e-mail:** [**branimirstimec@gmail.com**](mailto:branimirstimec@gmail.com)

**Mob: 0917884816**