

*Dražen Harasin  
Mladen Puljić*

*Prethodno znanstveno priopćenje*

## **UTJECAJ TEŽINE OBUĆE NA POTROŠNJU ENERGIJE PRI HODANJU PO USPONU**

### **1. UVOD**

Hodanje je najelementarniji oblik gibanja s ciljem premještanja tijela čovjeka u prostoru. Zbog toga je predmet interesa praktičarima i istraživačima u različitim područjima kineziološke znanosti i prakse. Kao oblik gibanja koji aktivira mišiće cijelog tijela, hodanje je kao sadržaj zanimljiv kondicijskim trenerima koji žele kod svojih sportaša razvijati aerobni kapacitet i izdrživost. Osobito je za razvoj ovih sposobnosti pogodno hodanje po usponu, pri čemu je, ovisno o nagibu, potrebno obaviti znatno veći rad nego kod hodanja po ravnom. Hodanje je kao gibanje vrlo interesantno i planinarima gdje je sastavni dio osnovne tehnike ovog sporta. Što planinar ima bolju tehniku i opremu, ima više šanse da uspješno svlada uspon i stigne na vrh planine. Kao glavni način premještanja čovjeka u prostoru hodanje je zanimljivo i svakom profesionalcu (profesionalnom vojniku ili znanstveniku koji istražuje prirodu) koji svoje tijelo i raznu opremu mora premjestiti u prostoru, ali i svakom drugom čovjeku koji na efikasan način mora premjestiti svoje tijelo ili različite predmete u situaciji rekreiranja ili preživljavanja u prirodi. Osim važnosti tehnike hodanja (Harasin i Martinec, 2014) postoje pretpostavke da važan utjecaj na efikasnost u hodanju imaju i vrsta i različite karakteristike obuće. Obuća je jedan od najvažnijih dijelova opreme sportaša i profesionalca koji boravi i/ili radi u prirodi. U svakom trenutku, bez obzira sjedio čovjek, stajao ili se kretao hodanjem, obuća ga uvijek povezuje s njegovom okolinom. U svakom koraku čizme ili cipele ublažavaju sraz stopala i okoline noseći pri tome cijelo tijelo i opremu. Obuća je namijenjena zaštititi čovjeka od klimatskih utjecaja, ali ima i druge važne uloge: amortizira sile pri svakom koraku u kretanju po tvrdom terenu, amortizira doskok nakon svakog skoka prilikom svladavanja raznih prirodnih prepreka, daje stabilnost peti i zglobovima stopala u kretanju po neravnom ili mekšem terenu, omogućava bolju frikciju stopala sprječavajući klizanje na klizavom terenu, štiti stopalo od oštih predmeta, oštrog terena, vegetacije, životinja, sunca, vatre i abrazivnih tekućina. Obuća se razlikuje se po funkciji koju ima, a u skladu s time i po visini, težini, materijalu od kojeg je izrađena, izvedbi gornjeg unutrašnjeg i vanjskog dijela te potplata. Glavni tipovi obuće koja se primjenjuje za boravak i kretanje u prirodi su tenisice za trčanje, *trail*

tenisice, lagane čizme, srednje teške čizme i teške čizme. Tenisice za trčanje nisu teške (ovisno o veličini 300-400 g za par tenisica), ali zbog materijala od kojih su izrađene nisu dobre za vlažne i hladne uvjete. Tenisice s mekanim potplatom, bez unutarnjih obloga, s premalim slojem unutarnjih obloga i ispunjene su neprikladne za izrazito tvrđ i oštar teren, posebno kada je u pitanju nošenje teške naprtnjače. Teške čizme teže 2 kg ili više (za par čizama), izuzetno su robusne, izrađene su od jednog komada gornjeg zrnatog sloja kože, obavezno imaju vodootpornu prozračnu membranu, petnu ukrutu, zaštitnu korpu za prste, višeslojni amortizirajući potplat, metalnu polugu u potplatu, apsorbirajući sintetički jastuk u srednjem sloju potplata i krući stabilizirajući uložak. Dobre su za nošenje teške naprtnjače, planinske uvjete, za snijeg, za dugu upotrebu dereza i za penjanje po kamenu, no treba uzeti u obzir da bi zbog težine mogle povećati potrošnju energije, osobito pri dugotrajnoj upotrebi u hodanju po usponu. Saznanja o tome kakav utjecaj na umaranje ima težina obuće pri hodanju po usponu povećala bi mogućnosti za odabir najprikladnijeg para obuće u navedenim situacijama. Cilj je ovog istraživanja utvrditi razliku između energetske potrošnje između hodanja po usponu s lakom i teškom obućom. Radi cilja ovog rada bit će testirana hipoteza H0: Energetska potrošnja pri petnaest minutnom hodanju po usponu od 9% brzinom 5.5 km/h bit će ista bez obzira na različitu težinu obuće.

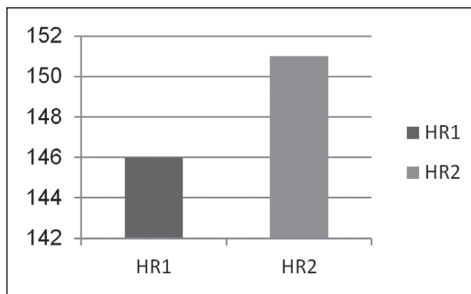
## 2. METODE

U istraživanju je sudjelovao jedan ispitanik muškog spola, u dobi od 45 godina, umjereno aktivan planinar. Ispitanik je bio zdrav, bez ozljeda ili bolesti koje bi mogle utjecati na provedbu eksperimenta. Entiteti ovog istraživanja pokušaji su koji su nastali ponavljanjem rada na traci za trčanje naizmjenično i različitim danima, i to sedam pokušaja u hodanju po usponu u tenisicama za trčanje i sedam pokušaja u hodanju po usponu u teškim vojničkim čizmama. Rad se sastojao od petnaest minutnog hodanja brzinom 5.5 km/h po usponu 9% na pokretnoj traci. U eksperimentu su korištene tenisice za trčanje marke Adidas koje u broju 43 imaju masu od 714 g (za par tenisica) i teške čizme Haix model KSK elite koje u broju 43 imaju masu od 1854 g (za par čizama). Ispitanik je test obavljao jednom dnevno, naizmjenično sve dok nije ispunjen predviđeni broj pokušaja, jedan dan hodanje po usponu s tenisicama, a drugi dan isti rad s teškim čizmama. Varijable ovog istraživanja su: maksimalna frekvencija srca pri hodanju po usponu u tenisicama (HRmax1), maksimalna frekvencija srca pri hodanju po usponu u vojničkim čizmama (HRmax2), prosječna frekvencija srca pri hodanju po usponu u tenisicama (HR1), prosječna frekvencija srca pri hodanju po usponu u vojničkim čizmama (HR2), energetska potrošnja pri hodanju po usponu u tenisicama (EC1) i energetska potrošnja pri hodanju po usponu u vojničkim čizmama (EC2). Izračunavanje energetske potrošnje vršeno je na temelju vrijednosti prosječnih frekvencija srca, trajanja aktivnosti te dobi i tjelesne mase ispitanika, jednadžbom

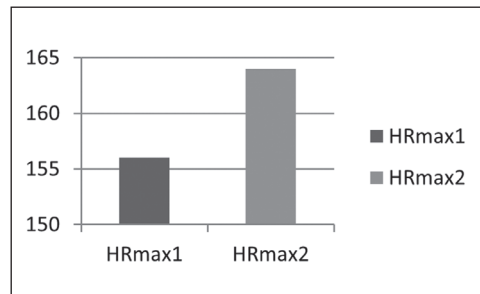
za izračun potrošnje energije tijekom vježbanja submaksimalnim intenzitetom koja je izvedena od strane Keytela i suradnika (Keytel i sur., 2005). Odnos između broja otkucaja srca i potrošnje energije ne smatra se pouzdanim ispod intenziteta vježbanja koje je manje od 41% od VO<sub>2</sub>max, odnosno koje je manje od 64% maksimalnog broja otkucaja srca (Swan i sur., 1998). Za testiranje hipoteza korišten je paket za statističku obradu podataka STATISTICA 7. Prag prihvaćanja hipoteze je  $p < 0,05$ .

### 3. REZULTATI I DISKUSIJA

Na grafičkim prikazima 1 i 2 grafički su prikazane vrijednosti dobivene po pojedinim varijablama. Na grafičkom prikazu 1 prikazane su vrijednosti prosječne frekvencije srca pri hodanju po usponu u tenisicama (HR1) i u hodanju po usponu u vojničkim čizmama (HR2). Na grafičkom prikazu 2 prikazane su vrijednosti maksimalne frekvencija srca pri hodanju po usponu u tenisicama (HRmax1) i u hodanju po usponu u vojničkim čizmama (HRmax2).



*Grafički prikaz 1. Vrijednosti prosječne frekvencije srca pri hodanju po usponu u tenisicama (HR1) i u hodanju po usponu u vojničkim čizmama (HR2)*



*Grafički prikaz 2. Vrijednosti maksimalne frekvencija srca pri hodanju po usponu u tenisicama (HRmax1) i u hodanju po usponu u vojničkim čizmama (HRmax2)*

Uvidom u dobivene rezultate mogu se uočiti povećanja frekvencije srca pri hodanju u težoj obući: prosjeku 151 otkucaj srca u minuti tijekom petnaest minutnog rada u težoj obući, za razliku od 146 otkucaja u minuti u hodanju u lakšoj obući. Test je pokazao i veću maksimalnu frekvencija pulsa u hodanju po usponu u težoj obući: najviše 164 otkucaja u prosjeku u odnosu na najviše 151 otkucaj u prosjeku. Posljedica većeg rada je i oko 10% veća potrošnja energije: 303 Kcal u hodanju po usponu u težoj obući za razliku od 276 Kcal u hodanju po usponu u lakšoj obući. Bilo je očekivano da će veće podizanje natkoljenice pri hodanju po usponu dovoditi do bržeg umaranja ako se koristi teža obuća nego ako se koristi lakša obuća. Također, za pretpostaviti je da su ove razlike izraženije u kretanju po usponu, nego u kretanju po

ravnom. Što je uzorkom ovako izraženim promjenama u potrošnji energije prilikom hodanja po usponu s težom obućom? Da bi pojasnili ovakve utjecaje na potrošnju energije potrebno je razmotriti što se s tijelom čovjeka događa prilikom hodanja po usponu. Tijekom hodanja po manjem ili većem usponu dolazi do promjena u položaju tijela čovjeka u odnosu na hod po ravnom (Lovejoy, 2005). Da bi čovjek koji hoda po usponu ostao u ravnotežnom položaju, on mora učiniti kompenzaciju naginjanjem trupa prema naprijed (McIntosh i sur., 2006), a tom prilikom centar težišta tijela čovjeka pomiče se prema naprijed. Veličina ovog pomaka ovisi o usponu, što je strmiji uspon po kojem se hoda veći mora biti i pomak težišta prema naprijed i s time i veće naginjanje trupa prema naprijed. Posljedica naginjanja trupa prema naprijed uzrokuje i druge promjene u strukturi samog koraka, najviše promjene u gibanju donjih ekstremiteta. Kut nagiba zdjelice veći je kod hodanja po usponu, nego kod hodanja po ravnom. Povećava se i fleksija u zglobu kuka, u zglobu koljena, a veća su i gibanja u zglobovima stopala i to i dorzalna fleksija i plantarna fleksija. Veće podizanje natkoljenice pri normalnoj duljini koraka u hodanju po usponu dovodi do većeg djelovanja težine noge i obuće na mišiće koji obavljaju rad (u odnosu na manje podizanje noge u koraku). Zbog većeg podizanja noge u hodanju po usponu, veći je i utjecaj težine obuće na umaranje i potrošnju energije u hodanju po usponu, nego u hodanju po ravnome. Nakon dobivenih podataka za frekvencije rada srca i potrošnju energije proveden je t-test za nezavisne uzorke varijabli potrošnje energije u hodanju s lakšom i težom obućom. Rezultati t-testa za prikazani su u tablici 1.

*Tablica 1. Rezultati t-testa za razliku u potrošnji energije pri hodanju po usponu s različitom obućom (AS-aritmetička sredina, SD-standardna devijacija), N-broj pokušaja, t-t vrijednost, p-prag prihvatanja hipoteze)*

Varijabla	AS	SD	N	t	p
EC1	276.00	4.97	7		
EC1	303.00	4.79	7	-10.46	0.00

Rezultati t-testa (t-vrijednost iznosi -10.4667) upućuju na to da se hipoteza  $H_0$ , da će energetska potrošnja pri petnaest minutnom hodanju po usponu od 9% brzinom 5.5 km/h biti ista bez obzira na različitu težinu obuće, može odbaciti.

#### 4. ZAKLJUČAK

Postoji jedna općenita aproksimacija utjecaja mase obuće na potrošnju energije. Po toj procjeni određena jedinica mase obuće u prosjeku pet puta više opterećuje čovjeka nego ista jedinica mase ako je ta masa njegova tjelesna masa ili masa koju nosi u naprtnjači. Tako će čovjek koji hoda s čizmama mase 2 kg (svaka čizma 1 kg) i naprtnjačom mase 10 kg potrošiti približno isto energije kao i osoba jednake tjelesne mase koja nosi naprtnjaču mase 15 kg ako hoda u čizmama mase 1 kg (svaka čizma 0.5 kg). U skladu s rezultatima ovog istraživanja i ranije dobivenim podacima hodanje u obući manje mase znači da se u naprtnjači može ponijeti više vode, hrane, bolji alat i očekivati manji ili isti utrošak energije. U skladu s ovim pretpostavkama, ponekad je, ako su u pitanju povremene dionice jako zahtjevnog terena koji se ne može proći u laganoj obući, energetski racionalnije ponijeti teže čizme u naprtnjači, pa ih obuti umjesto lakših prije zahtjevnih dionica, nego ih imati stalno na nogama. Ranije istaknuta aproksimacija znači i da se u nastojanju da se „ide lagano“ prvenstveno treba pokušati smanjiti masa obuće u kojoj se hoda jer će s time utrošak energije biti puno manji. Lakše čizme, osim što omogućuju kretanje uz znatno manji utrošak energije, omogućuju i hodanje, trčanje i skakanje, općenito kretanje s boljom tehnikom, dakle i uz veću efikasnost kretanja i uz manju šansu za nastanak ozljeda. Glavni nalaz ovog istraživanja je taj da obuća (bez obzira što mora biti prikladna u odnosu na potrebe boravka, putovanja i terena) mora biti što lakša kako ne bi utjecala na prevelik gubitak energije prilikom kretanja. Kako bi se dobio u potpunosti praktično upotrebljiv rezultat, trebalo bi u budućim istraživanjima izmjeriti potrošnju energije u hodaњу po usponu s tenisicama, ali s naprtnjačom u kojoj se nose čizme iste težine s kojima se ista dionica hodala. Ako bi utrošena energija bila manja od one koja je utrošena u hodaњу dionice s vojničkim čizmama, ovo bi uputilo na zaključak da je u slučaju potrebe zbog terena bolje teške čizme nositi u naprtnjači pa ih koristiti samo na kraćim zahtjevnim dionicama. Također, da bi se bilo u potpunosti sigurno da na umaranje utječe težina obuće, a ne njene druge karakteristike (debljina pete, debljina potplata, krutost potplata, uloška) trebalo bi istraživanje provesti s istom obućom na kojoj bi se mijenjalo opterećenje koje bi se fiksiralo na obuću tako da ne smeta u koraku.

#### 5. LITERATURA

1. Harasin, D., Martinec, P. (2014). Influence of step length and step frequency on energy consumption while walking on the incline. *Proceedings Book of 7th International Scientific Conference on Kinesiology, Integrative Power Of Kinesiology*. Opatija: Faculty of Kinesiology, University of Zagreb, Croatia, 2014.

2. Keytel, L.R., Goedecke, J.H., Noakes, T.D., Hiiloskorpi, H., Laukkanen, R., van der Merwe, L., Lambert, E.V. (2005). Prediction of energy expenditure from heart monitoring during submaximal exercise. *Journal of sport science*. 2005, Mar, 23(3):289-97.
3. Lovejoy, C. (2005). The natural history of human gait and posture. *Gait and posture*, 21 (2005), 95-112.
4. McIntosh, A.S., Beatty, K.T., Dwan, L.N., Vickers, D.R. (2006). Gait dynamics on an inclined walkway. *Journal of Biomechanics*, 39 (2006), 2491-2502.
5. Medved, V., Kasović, M. (2007). Biomehanička analiza ljudskog kretanja u funkciji sportske traumatologije. *Hrvatski športskomedicinski vjesnik*, 221, 40-47.
6. Swain, D.P., Leutholtz, B.C., King, M.E., Haas, L.A., Branch, J.D. (1998). Relationship between heart rate reserve and VO<sub>2</sub> reserve in treadmill exercise. *Medicine and science of sport and exercise*, 1998, Feb., 30(2):318-21.