

OPĆI PODACI I KONTAKT PRISTUPNIKA/PRISTUPNICE:		
IME I PREZIME PRISTUPNIKA ILI PRISTUPNICE:	Jere Gulin	
SASTAVNICA:	Kineziološki fakultet	
Naziv studija:	Poslijediplomski sveučilišni studij kineziologije	
Matični broj studenta:	0034055883	
Odobranje teme za stjecanje doktorata znanosti: (molimo zacrniti polje)	<input checked="" type="checkbox"/> u okviru doktorskog studija	<input type="checkbox"/> izvan doktorskog studija <input type="checkbox"/> na temelju znanstvenih dostignuća
Ime i prezime majke i/ili oca:	Ratko Gulin	
Datum i mjesto rođenja:	12. 7. 1992., Šibenik, Hrvatska	
Adresa:	Ivana b. Mažuranića 55, 22000 Šibenik	
Telefon/mobitel:	095/523 9817	
e-pošta:	jere.gulin@kif.hr	
ŽIVOTOPIS PRISTUPNIKA/PRISTUPNICE:		
Obrazovanje (kronološki od novijeg k starijem datumu):	<p><b>Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu</b> Doktorski studij kineziologije 2017-</p> <p><b>Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu</b> Integrirani preddiplomski i diplomski sveučilišni studij kineziologije 2011-2017</p> <p><b>Ekonomska škola Šibenik</b> 2007-2011</p> <p><b>Osnovna škola Petra Krešimira IV Šibenik</b> 1999-2007</p>	
Radno iskustvo (kronološki od novijeg k starijem datumu):	<p><b>Hrvatska olimpijska akademija, predavač</b> Studenj 2017-</p> <p><b>Vanjski suradnik, Kineziološki fakultet Sveučilište u Zagrebu</b> Listopad 2017-</p> <p><b>Suradnik u Sportsko dijagnostičkom centru, Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu</b> Rujan 2016-</p> <p><b>Poliklinika Kaliper, praktikant</b> Ožujak 2017-Lipanj 2017</p> <p><b>Biotrening, praktikant</b> Siječanj 2017-Ožujak 2017</p> <p><b>Gimnastički klub Trešnjevka, trener</b> Studenj 2015-Svibanj 2017</p> <p><b>DSR Mali sportaši, trener</b> Studenj 2014-Lipanj 2016</p>	

<p><b>Popis radova i aktivnih sudjelovanja na kongresima:</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dajaković S, Vučetić V, <b>Gulin J</b>. Razlike u vrijednostima izmjerene i algoritmima procijenjene maksimalne frekvencije srca u progresivnom testu opterećenja s ruskim zvonom. U: Milanović L, Wertheimer V, Jukić I, ur. 16 godišnja međunarodna konferencija Kondicijska priprema sportaša. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Udruga kondicijskih trenera Hrvatske; 2018. str. 112-115.</li> <li>2. <b>Gulin J</b>, Vučetić V, Dajaković S. Relacija maksimalnog dostignutog opterećenja sa ventilacijskim i metaboličkim parametrima u progresivnom testu opterećenja na veslačkom ergometru. U: Milanović L, Wertheimer V, Jukić I, ur. 16 godišnja međunarodna konferencija Kondicijska priprema sportaša. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Udruga kondicijskih trenera Hrvatske; 2018. str. 123-127.</li> <li>3. Dajaković S, Vučetić V, <b>Gulin J</b>. Differences in time spent in the anaerobic zone between incremental treadmill test and incremental kettlebell swinging test. U: Skegro D, Belcic I, Sporis G, Kristicevic T, ur. Proceedings of world congress of performance analysis of sport, Opatija: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu; 2018. str. 372-376</li> <li>4. <b>Gulin J</b>, Vučetić V, Dajaković S, Sporiš G, Štefan L. Can anaerobic energetic capacity be estimated from a primarily aerobic energetic capacity test protocol? U: Skegro D, Belcic I, Sporis G, Kristicevic T, ur. Proceedings of World congress of performance analysis of sport, Opatija: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu; 2018. str. 418.</li> <li>5. <b>Gulin J</b>, Vučetić V. Postoje li razlike u morfološkim parametrima između veslača rimen i skul disciplina? U: Jukić I, Milanović L, Wertheimer V, ur. 15 godišnja međunarodna konferencija Kondicijska priprema sportaša. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Udruga kondicijskih trenera Hrvatske, 2017.str. 104-109</li> </ol>		
<b>NASLOV PREDLOŽENE TEME</b>			
<p><b>Hrvatski:</b></p>	<p>Analiza metaboličkih zahtjeva različitih smjerova trčanja</p>		
<p><b>Engleski:</b></p>	<p>Analysis of metabolic demands in multidirectional running</p>		
<p><b>Jezik na kojem će se pisati rad:</b></p>	<p>Hrvatski jezik</p>		
<p><b>Područje ili polje:</b></p>	<p>Društvene znanosti, Kineziologija</p>		
<b>PREDLOŽENI ILI POTENCIJALNI MENTOR(I)<sup>a</sup></b>			
	<p><b>TITULA, IME I PREZIME:</b></p>	<p><b>USTANOVA:</b></p>	<p><b>E-POŠTA:</b></p>
<p><b>Mentor 1:</b></p>	<p>Doc.dr.sc. Vlatko Vučetić</p>	<p>Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu</p>	<p>vlatko.vucetic@kif.hr</p>
<p><b>KOMPETENCIJE MENTORA - popis do 5 objavljenih relevantnih radova u zadnjih 5 godina<sup>b</sup></b></p>			
<p><b>Mentor 1: Ime i prezime</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rajković A, <b>Vučetić V</b>, Bašić D. Influence of specific speed agility and quickness training (SAQ) on speed and explosiveness of football players. Sport Science. 2014.;7(1):48–51</li> <li>2. Sporiš G, <b>Vučetić V</b>, Milanović L, Milanović Z, Krespi M, Krakan I. A comparison anaerobic endurance capacity in elite soccer, handball and basketball players. Kinesiology. 2014.;46(1):52-59</li> <li>3. Novak D, <b>Vučetić V</b>, Žugaj S. Differences in energy capacities between tennis player and runners. Collegium antropologicum. 2013.;37(2):107-112</li> <li>4. <b>Vučetić V</b>, Možek M, Rakovac, M. Peak blood lactate parameters in elite athletes of different running events during low-intensity recovery after ramp-type protocol. Journal of strength and conditioning research. 2015.;29(4):1057-1063</li> <li>5. Milanović L, Vuleta D, <b>Vučetić V</b>. Differences in aerobic and anaerobic parameters between handball players on different playing positions. Acta Kinesiologica. 2016.;9(2):77-82</li> </ol>		

**OBRAZLOŽENJE TEME:**

**Sažetak na hrvatskom jeziku**  
(maksimalno 1000 znakova s praznim mjestima):

Trčanje bočno i unatrag je vrlo često u sportu, a osobito u sportskim igrama. Do sada energetske zahtjevi tih oblika kretanja pri većim intenzitetima (iznad 9 km/h) nisu poznati. Cilj je definirati da li je moguće postići maksimalni primitak kisika trčeći bočno i unatrag te utvrditi razlike u brzini trčanja i frekvenciji srca između vrijednosti ostvarenih u progresivnom testu opterećenja i testovima stabilnog stanja pri određenim intenzitetima. U istraživanju će sudjelovati 20 muškaraca starijih od 18 godina. Utvrditi će se maksimalni metabolički parametri, te će se protokolom stabilnog stanja utvrditi energetska potrošnja trčanja bočno i unatrag pri brzini trčanja od 5 km/h do brzine koju ispitanici mogu izdržati najmanje 3 minute. Varijable koje će se promatrati u protokolu stabilnog stanja su primitak kisika, frekvencija srca i subjektivni osjećaj opterećenja. Rezultati istraživanja će doprinijeti boljem razumijevanju energetske potrošnje trčanja bočno i unatrag.

**Sažetak na engleskom jeziku**  
(maksimalno 1000 znakova s praznim mjestima):

Lateral and backward running is very common in sports, especially in sports games. So far, the energy demand of these forms of motion at a higher intensity (above 9 km/h) is unknown. The goal is to determine whether it is possible to achieve maximum oxygen intake running sideways and backward and to determine the differences in running speed and heart rate between the values achieved in the progressive load test and the steady state test at certain intensities. 20 men over the age of 18 will participate in the study. The maximum metabolic parameters will be determined and with the steady-state protocol the energy consumption of running sideways and backward at a running speed of 5 km/h until the intensity which the participants can withstand for at least 3 minutes. The variables that will be observed in the steady-state protocol are oxygen uptake, heart rate, and rate of perceived exertion. The results of this study will contribute to a better understanding of the energy requirements of the lateral and backward running.

**Uvod i pregled dosadašnjih istraživanja** (maksimalno 7000 znakova s praznim mjestima)

Ljudska lokomocija je predmet interesa znanstvenih istraživanja od samih početaka sportske znanosti. Najvećim dijelom se ta istraživanja bave proučavanjem zakonitosti hodanja i trčanja prema naprijed, koji su i najčešći oblici lokomocije. Trčanje je, u odnosu na druge oblike lokomocije, karakterizirano fazom u kojoj tijelo podupire samo jedna noga te uključuje fazu kada su oba stopala u zraku (1). Visoka razina uspješnosti u trčanju je često povezana s uspjehom u raznim sportskim igrama. Najčešće promatrani parametri su energetska potrošnja ( $\dot{V}O_2$ ), brzina trčanja pri anaerobnom pragu ( $v_{anp}$ ) te pri maksimalnom primitku kisika ( $v\dot{V}O_{2max}$ ) i maksimalna brzina sprinta ( $v_{max}$ ). Na temelju ovih informacija mogu se kreirati razni trenažni programi, te se omogućuje kvalitetnije praćenje opterećenja na treningu i natjecanju.

Mnogo istraživanja sredinom prošlog stoljeća je provedeno s ciljem boljeg razumijevanja metaboličkih zahtjeva pri različitim intenzitetima i brzinama kretanja. Energetska potrošnja hodanja i trčanja unaprijed je dobro poznata iz niza fundamentalnih istraživanja ljudske lokomocije (2–5). Energetska potrošnja hodanja ostvaruje minimalne vrijednosti pri intenzitetu od oko 4 km/h, dok energetska potrošnja trčanja raste s porastom opterećenja, a ekonomičnost trčanja je gotovo neovisna o brzini trčanja do razine anaerobnog praga (5). Pozivajući se na prijašnja istraživanja di Prampero (1986) izvještava da je pri intenzitetu od 7,5 do 8 km/h, energetska potrošnja veća prilikom hodanja u odnosu na isti intenzitet prilikom trčanja što znači da je trčanje ekonomičnije od hodanja iznad te brzine (5). Razina energetske potrošnje se najčešće utvrđuje protokolom stabilnog stanja (eng. steady state) primitka kisika u trajanju od 3 do 6 minuta (6). Poznato je da pri umjerenom opterećenju primitak kisika postiže stabilne vrijednosti za oko 3 minute (7,8). Pri intenzitetu koji je iznad anaerobnog praga, a može se opisati kao vrlo teški i maksimalni, postizanje stabilnog stanja je odgođeno ili čak i spriječeno zbog „spore komponente“  $\dot{V}O_2$  (7–10).

U mnogim sportskim igrama značajnu ulogu imaju višesmjerna kretanja (eng. „multidirectional movement“), odnosno različiti modaliteti kretanja (11–14). Osim uobičajenog kretanja unaprijed, kretanja koja dominiraju u timskim sportovima kao što su nogomet, košarka ili rukomet su kretanja bočno i unatrag. Ona se manifestiraju kroz različite specifične kretnje tijekom utakmice, npr. u nogometu su obrambeni igrači oni koji imaju najviše takvih kretnji (15) ali se često koriste i kao metode zagrijavanja i pripreme u sportskim igrama. U engleskoj nogometnoj Premier ligi igrači ostvaruju oko 25% ukupnih kretnji koja nisu direktno prema naprijed (15). U sportovima s reketom, kao što su badminton i tenis, bočna i dokoračna kretanja se koriste kako bi igrači što prije došli u optimalnu poziciju za odigravanje (16).

Nedavno objavljeni pregledni rad Uthofa i suradnika iz 2018. objedinjuje dosadašnja znanja vezana uz trčanje unatrag (17). Iako postoje pretpostavke da trčanje unaprijed i unatrag u pozadini aktivacije mišića imaju slične neuronske puteve, poznato je da se trčanjem unatrag može ostvariti samo oko 70% maksimalne brzine trčanja unaprijed (18,19). Prednosti trčanja unatrag su opisane kod smanjenja boli u lumbalnom dijelu leđa (20). Postoji veći broj studija koje su se bavile problemom energetske potrošnje prilikom trčanja unatrag (21–23). Utvrđeno je da potrošnja kisika, frekvencija srca i koncentracija laktata imaju značajno više vrijednosti u trčanju unatrag nego kod trčanja unaprijed na brzini od oko 9,5 km/h (24). Razlog povećane energetske potrošnje je prema Wrightu i Weyandu (2001) zbog oko 10% veće aktivacije mišićnog volumena za vrijeme trčanja unatrag pri intenzitetima od 6,3 do 12,6 km/h (23). Jedan od razloga zašto trčanje unatrag zahtijeva više energije je prema Cavagni i sur. u tome što trčanje unatrag više temeljeno na koncentričnom režimu rada nego na ekscentričnom, te se manje oslanja na ciklus izduživanja i skraćivanja mišića (eng. „stretch shortening cycle“) (25).

Dok je područje energetske potrošnje trčanja unatrag donekle istraženo, pregledom literature uočeno je da ne postoji mnogo istraživanja na temu energetske potrošnje bočnih oblika kretanja, ali i bočnog trčanja općenito.

U studiji Handforda i Srinivasana je utvrđeno da je bočni oblik kretanja kod ljudi izrazito neekonomičan, odnosno da je energetska potrošnja visoka već pri malom intenzitetu (26). Razlog tomu su konstantna dizanja i spuštanja centra težišta tijela, te povećani energetski zahtjevi za izvođenje tih kretanja. Kuntze i suradnici navode da je prilikom bočnog kretanja vodeća noga primarni generator vertikalne sile (odrazna noga), dok prateća noga ima dominantno ulogu amortizacije vertikalnih sila (doskočna noga). S obzirom na njihove različite uloge, izrazito je važno pravilno opteretiti obje noge tijekom aktivnosti bočnih kretanja kako ne bi došlo do povećanja rizika nastanka kroničnih ozljeda ili prenaprezanja (16). U istoj studiji je utvrđeno je da sila reakcije podloge tijekom bočnog kretanja bila općenito niža i uglavnom nižih vršnih vrijednosti u odnosu na trčanje prema naprijed, a što ukazuje na smanjeni rizik od sindroma prenaprezanja u usporedbi s „peta-prsti“ trčanjem prema naprijed (16).

U seminalnom istraživanju o energetskim zahtjevima takvog oblika trčanja koji su proveli Reilly i Bowen (1984) na uzorku od 9 nogometaša utvrđeno je da se potrošnja energije pri trčanju bočno i unatrag povećala za oko 30% u odnosu na trčanje unaprijed pri brzini od 9 km/h u trajanju od 4 minute. Slični su omjeri potrošnje energije i na brzini od 7 km/h (oko 23% veća potrošnja) i 5km/h (oko 19% veća potrošnja) (27). Istraživanje koje su proveli Williford i suradnici (1998) također ukazuje na povećanu energetsku potrošnju trčanja bočno na uzorku od 7 muškaraca i 6 žena koji se bave tenisom. Oni su utvrdili da pri intenzitetu od 4,8 km/h trčanje bočno ima najveće zahtjeve za energijom, zatim trčanje unatrag te trčanje unaprijed. Također su utvrdili da pri brzini od 8 km/h, za razliku od istraživanja Reilly i Bowena, nema razlike u energetskoj potrošnji između trčanja bočno i unatrag, ali postoji razlika između ta dva oblika trčanja i trčanja unaprijed (28). Ovi podaci jasno ukazuju na činjenicu da je energetska potrošnja prilikom trčanja koje nije prema naprijed značajno veća.

Uvidom u dosadašnja istraživanja može se zaključiti da u prostoru energetske potrošnje oblika kretanja koji nisu prema naprijed ostaje mnogo neodgovorenih pitanja, iako je utvrđeno da su takva kretanja vrlo česta u sportskim igrama. Nije istraženo kakvi su energetski zahtjevi trčanja bočno i unatrag na intenzitetima većim od 9 km/h, odnosno da li je moguće postići visoku razinu energetske potrošnje (>85%  $VO_{2max}$ ) i maksimalni primitak kisika pri takvom kretanju. Također nije poznato da li ima razlike u energetskoj potrošnji između bočnog trčanja u desnu i lijevu stranu. Odgovaranjem na ova pitanja omogućilo bi se bolje razumijevanje ovog oblika ljudske lokomocije, te bi se moglo pristupiti razvoju trenažnih programa s ciljem razvoja energetskih kapaciteta koji uključuju trčanje bočno i unatrag u dužem vremenskom periodu (npr. intervalni ili visoko-intenzivni intervalni trening), te bi se olakšalo praćenje intenziteta trenažnih i natjecateljskih aktivnosti.

#### **Cilj i hipoteze istraživanja** (maksimalno 700 znakova s praznim mjestima)

Primarni cilj je usporedba  $VO_{2max}$  u progresivnom testu opterećenja i testovima stabilnog stanja različitih smjerova trčanja. Sekundarni cilj je analiza razlike u brzini trčanja i FS pri 50, 60, 70, 80, 90 i 100% od  $VO_{2max}$  ostvarenog u progresivnom testu opterećenja i pri istoj energetskoj potrošnji izmjerenoj u testovima stabilnog stanja.

H1: nema razlike između  $VO_{2max}$  u progresivnom testu opterećenja i testovima stabilnog stanja bez obzira na smjer trčanja

H2: postoji razlika između brzine trčanja dostignute pri 50, 60, 70, 80, 90 i 100%  $VO_{2max}$  u progresivnom testu opterećenja i brzine trčanja pri istoj energetskoj potrošnji izmjerenoj u testovima stabilnog stanja

H3: nema razlike između FS dostignute pri 50, 60, 70, 80, 90 i 100%  $VO_{2max}$  u progresivnom testu opterećenja i FS pri istoj energetskoj potrošnji izmjerenoj u testovima stabilnog stanja

#### **Materijal, metodologija i plan istraživanja** (maksimalno 6500 znakova s praznim mjestima)

##### **UZORAK ISPITANIKA**

S očekivanom snagom efekta  $f=0,25$  za utvrđivanje razlike u energetskoj potrošnji između različitih smjerova trčanja, alpha razinom od 0,05, statističkom snagom od 0,8, jedne grupe s četiri mjerenja te koeficijentom korelacije između ponovljenih mjerenja od 0,7 (temeljeno na pilot istraživanju), potreban je uzorak od 15 ispitanika (G\*Power 3.1.9.4.). U istraživanju će sudjelovati 20 tjelesno aktivnih ispitanika muškog spola (uključujući kriterij je minimalno 50 mlO<sub>2</sub>/kg/min  $VO_{2max}$  (29)), starijih od 18 godina. Ispitanici će biti studenti Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Isključujući kriterij za sudjelovanje u istraživanju su akutne ili kronične ozljede lokomotornog sustava. Svi ispitanici će biti detaljno upoznati s protokolom i ciljevima istraživanja te će sudjelovati dobrovoljno uz potpisan pristanak na sudjelovanje u istraživanju. Istraživanje će biti provedeno u skladu sa zahtjevima Etičkog povjerenstva Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

##### **METODE PRIKUPLJANJA PODATAKA**

Svi ispitanici će u prvom dolasku biti podvrgnuti progresivnom kontinuiranom testu opterećenja na pokretnom sagu, KF1 protokol, modificirano prema Šentija i sur. (30) (1 min mirovanje, 2 min na brzini od 3km/h, zatim svakih 30 sekundi povećanje brzine za 0,5 km/h, 1% konstantni nagib) kojim će se odrediti relativni maksimalni primitak kisika ( $RVO_{2max}$ ), brzina pri maksimalnom primitku kisika ( $vVO_{2max}$ ), maksimalna dostignuta brzina ( $v_{max}$ ) te maksimalna frekvencija srca ( $FS_{max}$ ) u trčanju unaprijed. Aparatura koja će se koristiti za mjerenje metaboličkih parametara na progresivnom testu opterećenja je COSMED Quark CPET, Rim, Italija. Test se izvodi na pokretnom sagu (Pulsar 3p, hp Cosmos, Nußdorf, Njemačka).

Za procjenu energetske potrošnje provesti će se protokoli stabilnog stanja (eng. „steady state“ (SS)) u trajanju od 5 minuta (modificirano prema Margaria i sur. i di Prampero i sur. (2,5)) u kojima će ispitanici trčati unaprijed, bočno lijevo, bočno desno te unatrag. Parametri koji će se promatrati su relativni primitak kisika (mlO<sub>2</sub>/kg/min) i frekvencija srca u minuti (otk/min) te subjektivni osjećaj opterećenja prema modificiranoj Borgovoj skali (0-13). Svi testovi se izvode na pokretnom sagu (Pulsar 3p, hp Cosmos, Nußdorf, Njemačka).

##### **EKSPERIMENTALNI PLAN PROVOĐENJA TESTIRANJA**

U prvom dolasku ispitanicima će se izmjeriti visina i masa tijela.

U istom danu provesti će se test za procjenu  $VO_{2max}$  na pokretnom sagu, KF1 protokol (trčanje unaprijed).

Prije provođenja testova stabilnog stanja za procjenu energetske potrošnje, ispitanici će imati tri edukacije i privikavanja na trčanje bočno i unatrag na pokretnom sagu. Ako neki od ispitanika ne ostvare zadovoljavajuću kvalitetu u izvedbi kretanja edukacija će se ponoviti. Svi ispitanici će biti osigurani sigurnosnim pojasom koji dolazi u paketu s pokretnim sagom kako bi se smanjio rizik od ozljede.

U drugom dolasku će se provesti četiri SS testa na intenzitetu od 5 km/h sljedećim redoslijedom: unaprijed, bočno u desnu stranu, unatrag i bočno u lijevu stranu. Pauza između izvođenja SS testa će biti 30 minuta.

U svakom sljedećem dolasku, koji će biti 24 sata nakon prethodnog, ispitanik će pristupiti testu na intenzitetu većem za 1 km/h, istim redoslijedom kao u prethodnim testovima. Na ovaj način će se izvoditi testovi do intenziteta na kojem ispitanik izdrži najmanje 3 minute trčanja. Primjerice, ukoliko ispitanik ne može izdržati više od 4 minute (ili bilo koje vrijeme između 3 i 5 minuta) na intenzitetu od 11 km/h bočnog trčanja, u sljedećem dolasku će pristupiti testu bočnog trčanja na sljedećem intenzitetu (12 km/h), te ako na tom intenzitetu ne može izdržati više od 3 minute – to označava maksimalnu brzinu u tom smjeru trčanja. Nakon pauze od 30 minuta ispitanik nastavlja s drugim testovima (unatrag i unaprijed). Ponovno testiranje na istom intenzitetu će se provesti 24 sata nakon postizanja maksimalnog intenziteta za smjer trčanja na kojem je dostignut maksimum radi utvrđivanja pouzdanosti mjerenja.

Svi testovi će se za pojedinačnog ispitanika izvršiti u isto vrijeme u danu, ali će se vrijeme u danu izvođenja testa razlikovati između ispitanika.

Ukupan broj dolazaka za provođenje SS protokola će biti ovisan o svakom ispitaniku i njegovoj razini treniranosti. Npr. za sportaša koji postiže  $\dot{V}O_{2max}$  pri intenzitetu od 15 km/h biti će potrebno otprilike 12 dolazaka uključujući retest.

Svi ispitanici će biti upućeni da ne konzumiraju ergogena sredstva (kofein, sok od cikle) najmanje 12 sata prije svih testiranja, da se suzdrže od visokointenzivne aktivnosti 24 sata prije testiranja te da zadrže uobičajene prehrambene navike i san.

#### METODE OBRADE PODATAKA

U obradi podataka koristit će se standardne statističke metode za utvrđivanje osnovnih deskriptivnih parametara (aritmetička sredina, standardna devijacija, minimalna i maksimalna vrijednost, koeficijent spljoštenosti i koeficijent zakrivljenosti), normalnost distribucije podataka biti će provjerena Shapiro-Wilk testom. ANOVA-om za ponovljena mjerenja će se određivati značajnost razlike između mjerenih parametara. Ukoliko se utvrdi značajna F vrijednost, koristiti će se Tukey post hoc test. Pouzdanost ponovljenog testa maksimalno dostignute brzine u protokolu stabilnog stanja će biti utvrđena Bland-Altman analizom. Razina statističke značajnosti za sve analize bit će postavljena na  $p < 0.05$ . Statistička obrada će se provesti u programskom paketu Statistica 13.4 (TIBCO Software, Palo Alto, Kalifornija, SAD).

#### Očekivani znanstveni doprinos predloženog istraživanja (maksimalno 500 znakova s praznim mjestima)

Rezultati ovog istraživanja će pojasniti kakvi su energetske zahtjevi trčanja bočno i unatrag na intenzitetima koji do sada nisu istraživani. Utvrditi će se da li je moguće dostići maksimalni primitak kisika trčanjem bočno i unatrag te utvrditi razlike u brzini trčanja i frekvenciji srca između vrijednosti ostvarenih u progresivnom testu opterećenja i testovima stabilnog stanja pri određenim intenzitetima, što će omogućiti bolje razumijevanje energetske zahtjeva ali i pomoći u objektivnijem praćenju intenziteta trenažnih i natjecateljskih aktivnosti kao i kreiranju novih trenažnih operatora temeljenih na ovakvim oblicima kretanja.

#### Popis citirane literature (maksimalno 30 referenci)

1. Cappellini G, Ivanenko YP, Poppele RE, Lacquaniti F. Motor Patterns in Human Walking and Running. *Journal of Neurophysiology*. 2006 Jun;95(6):3426–37.
2. Margaria R, Cerretelli P, Aghemo P, Sassi G. Energy cost of running. *Journal of Applied Physiology*. 1963 Mar;18(2):367–70.
3. Schmidt-Nielsen K. Locomotion: Energy Cost of Swimming, Flying, and Running. *Science*. 1972 Jul 21;177(4045):222–8.
4. Cavagna GA, Kaneko M. Mechanical work and efficiency in level walking and running. *The Journal of Physiology*. 1977 Jun 1;268(2):467–81.
5. di Prampero PE. The energy cost of human locomotion on land and in water. *International journal of sports medicine*. 1986 Apr;7(2):55–72.
6. Wasserman K. Principles of exercise testing and interpretation : including pathophysiology and clinical applications. Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins; 2012. 572 p.
7. Whipp BJ, Wasserman K. Oxygen uptake kinetics for various intensities of constant-load work. *Journal of Applied Physiology*. 1972 Sep;33(3):351–6.
8. Poole DC, Jones AM. Oxygen uptake kinetics. *Comprehensive Physiology*. 2012;2(2):933–96.

9. Barstow TJ, Molé PA. Linear and nonlinear characteristics of oxygen uptake kinetics during heavy exercise. *Journal of applied physiology* (Bethesda, Md : 1985). 1991 Dec;71(6):2099–106.
10. Barstow TJ. Characterization of VO<sub>2</sub> kinetics during heavy exercise. *Medicine and science in sports and exercise*. 1994 Nov;26(11):1327–34.
11. Stojanović E, Stojiljković N, Scanlan AT, Dalbo VJ, Berkelmans DM, Milanović Z. The Activity Demands and Physiological Responses Encountered During Basketball Match-Play: A Systematic Review. *Sports Medicine*. 2018;48(1):111–35.
12. Oxendale CL, Highton J, Twist C. Energy expenditure, metabolic power and high speed activity during linear and multi-directional running. *Journal of science and medicine in sport*. 2017 Oct;20(10):957–61.
13. Nicholas CW. Anthropometric and physiological characteristics of rugby union football players. *Sports medicine (Auckland, NZ)*. 1997 Jun;23(6):375–96.
14. Póvoas SCA, Castagna C, Resende C, Coelho EF, Silva P, Santos R, et al. Physical and Physiological Demands of Recreational Team Handball for Adult Untrained Men. *BioMed Research International*. 2017;2017:1–10.
15. Bloomfield J, Polman R, O'Donoghue P. Physical Demands of Different Positions in FA Premier League Soccer. *Journal of sports science & medicine*. 2007;6(1):63–70.
16. Kuntze G, Sellers WI, Mansfield N. Bilateral ground reaction forces and joint moments for lateral sidestepping and crossover stepping tasks. *Journal of sports science & medicine*. 2009;8(1):1–8.
17. Uthoff A, Oliver J, Cronin J, Harrison C, Winwood P. A New Direction to Athletic Performance: Understanding the Acute and Longitudinal Responses to Backward Running. *Sports medicine (Auckland, NZ)*. 2018 Jan 1;48(5):1083–96.
18. Arata A. Kinematic comparison of high speed backward and forward running. University of Oregon; 1999.
19. Weyand PG, Sandell RF, Prime DNL, Bundle MW. The biological limits to running speed are imposed from the ground up. *Journal of Applied Physiology*. 2010 Apr;108(4):950–61.
20. Dufek J, House A, Mangus B, Melcher G, Mercer J. Backward Walking: A Possible Active Exercise for Low Back Pain Reduction and Enhanced Function in Athletes. *Journal of Exercise Physiology Online*. 2011;14(2):17–26.
21. Ordway JD, Laubach LL, Vanderburgh PM, Jackson KJ. The Effects of Backwards Running Training on Forward Running Economy in Trained Males. *Journal of strength and conditioning research*. 2016 Mar 7;30(3):763–7.
22. Paes MR, Fernandez R. Evaluation of energy expenditure in forward and backward movements performed by soccer referees. *Brazilian journal of medical and biological research = Revista brasileira de pesquisas medicas e biologicas*. 2016;49(5):e5061.
23. Wright S, Weyand PG. The application of ground force explains the energetic cost of running backward and forward. *The Journal of Experimental Biology*. 2001;204(Pt 10):1805–15.
24. Flynn TW, Connery SM, Smutok MA, Zeballos RJ, Weisman IM. Comparison of cardiopulmonary responses to forward and backward walking and running. *Medicine and science in sports and exercise*. 1994 Jan;26(1):89–94.
25. Cavagna GA, Legramandi MA, La Torre A. Running backwards: Soft landing-hard takeoff, a less efficient rebound. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2011;278(1704):339–46.
26. Handford ML, Srinivasan M. Sideways walking: Preferred is slow, slow is optimal, and optimal is expensive. *Biology Letters*. 2014;10(1).

27. Reilly T, Bowen T. Exertional Costs of Changes in Directional Modes of Running. Perceptual and Motor Skills. 1984 Feb 22;58(1):149–50.
28. Williford HN, Olson MS, Gauger S, Duey WJ, Blessing DL. Cardiovascular and metabolic costs of forward, backward, and lateral motion. Medicine and science in sports and exercise. 1998 Sep;30(9):1419–23.
29. Shvartz E, Reibold RC. Aerobic fitness norms for males and females aged 6 to 75 years: A review. Aviation Space and Environmental Medicine. 1990 Jan;61(1):3–11.
30. Sentija D, Vucetic V, Markovic G. Validity of the modified conconi running test. International Journal of Sports Medicine. 2007 Dec;28(12):1006–11.

**Procjena ukupnih troškova predloženog istraživanja** (u kunama)

10 000kn

**IZJAVA**

**Odgovorno izjavljujem da nisam prijavila/o doktorsku disertaciju s istovjetnom temom ni na jednom drugom Sveučilištu.**

U Zagrebu, \_\_\_\_\_

Potpis \_\_\_\_\_

**Jere Gulin**

**Napomena (po potrebi):**

<sup>a</sup> Navesti mentora 2 ako se radi o interdisciplinarnom istraživanju ili ako postoji neki drugi razlog za višestruko mentorstvo

<sup>b</sup> Navesti minimalno jedan rad iz područja teme doktorskog rada (disertacije)

Molimo datoteku nazvati: DR.SC.-01 – Prezime Ime pristupnika.doc

Molimo Vas da ispunjeni Obrazac DR.SC.-01 pošaljete u elektroničkom obliku i u tiskanom obliku – potpisano - u referadu Sastavnice. Sastavnica prosjeđuje ispunjeni Obrazac DR.SC.-01 zajedno s obrascima DR.SC.-02 i DR.SC.-03 u elektroničkom obliku (e-pošta: [jandric@unizg.hr](mailto:jandric@unizg.hr)) i u tiskanom obliku – potpisano i s pratećom dokumentacijom - u pisarnicu Sveučilišta u Zagrebu (Trg maršala Tita 14).