

Akutna reakcija specifične kombinacije intervalnog trčanja na dvije različite trake za trčanje

Šaponja, Alen

Master's thesis / Diplomski rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Kinesiology / Sveučilište u Zagrebu, Kineziološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:117:726759>

Rights / Prava: [Attribution 4.0 International](#)/[Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-05-09**



Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Kinesiology, University of Zagreb - KIFoREP](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
KINEZIOLOŠKI FAKULTET**

Alen Šaponja

**Akutna reakcija specifične kombinacije intervalnog
trčanja na dvije različite trake za trčanje**

Diplomski rad

Zagreb, lipanj, 2023.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

DIPLOMSKI RAD

Sveučilište u Zagrebu
Kineziološki fakultet
Horvaćanski zavoj 15, 10000 Zagreb, Hrvatska

Naziv studija: Kineziologija; **smjer:** Kineziologija u edukaciji i Kondicijska priprema sportaša

Vrsta studija: sveučilišni

Razina kvalifikacije: integrirani prijediplomski i diplomski studij

Studij za stjecanje akademskog naziva: sveučilišni magistar kineziologije u edukaciji i kondicijska priprema sportaša (univ. mag. cin.)

Znanstveno područje: Društvene znanosti

Znanstveno polje: Kineziologija

Vrsta rada: Znanstveno-istraživački

Naziv diplomskog rada: Akutna reakcija specifične kombinacije intervalnog trčanja na dvije različite trake za trčanje je prihvaćena od strane Povjerenstva za diplomске radove Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu u akademskoj godini 2022./2023 dana (26. travnja 2023.)

Mentor: doc. dr. sc. *Vlatko Vučetić*

Pomoć pri izradi:

Akutna reakcija specifične kombinacije intervalnog trčanja na dvije različite trake za trčanje

Alen Šaponja, 0034085638

Sastav Povjerenstva za ocjenu i obranu diplomskog rada i diplomskog ispita:

- | | |
|--------------------------------------|---------------------|
| 1. doc. dr. sc. Vlatko Vučetić | Predsjednik/ Mentor |
| 2. mag.cin Jere Gulin | Član |
| 3. izv. prof. dr. sc. Luka Milanović | Član |
| 4. izv. prof. dr. sc. Marija Rakovac | Zamjenski član |

Broj etičkog odobrenja: 50/2023

Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u Knjižnici Kineziološkog fakulteta, Horvaćanski zavoj 15, Zagreb

BASIC DOCUMENTATION CARD

DIPLOMA THESIS

University of Zagreb
Faculty of Kinesiology
Horvacanski zavoj 15, 10000 Zagreb, Croatia

Title of study program: Kinesiology; course Kinesiology in Education and Physical Conditioning of Athletes

Type of program: University

Level of qualification: Integrated undergraduate and graduate

Acquired title: University Master of Kinesiology in Education and Physical Conditioning of Athletes

Scientific area: Social sciences

Scientific field: Kinesiology

Type of thesis: Scientific research

Master thesis: The acute response of specific combination of interval running on two different running treadmills has been accepted by the Committee for Graduation Theses of the Faculty of Kinesiology of the University of Zagreb in the academic year 2022/2023 on April 26, 2023.

Mentor: Vlatko Vučetić, PhD, prof.

Technical support:

The acute response of specific combination of interval running on two different running treadmills

Alen Šaponja, 0034085638

Thesis defence committee:

- | | | |
|----|--|------------------------|
| 1. | <i>Vlatko Vučetić</i> , PhD, prof. | chairperson-supervisor |
| 2. | <i>Jere Gulin</i> , PhD, assistant prof. | member |
| 3. | <i>Luka Milanović</i> , PhD, prof. | member |
| 4. | <i>Marija Rakovac</i> , PhD, prof. | substitute member |

Ethics approval number: 50

Printed and electronic (pdf format) version of thesis is deposited in Library of the Faculty of Kinesiology, Horvacanski zavoj 15, Zagreb

Ovim potpisima se potvrđuje da je ovo završna verzija diplomskog rada koja je obranjena pred Povjerenstvom, s unesenim korekcijama koje je Povjerenstvo zahtijevalo na obrani te da je ova tiskana verzija istovjetna elektroničkoj verziji predanoj u Knjižnici.

Mentor: doc.dr.sc. Vlatko
Vučetić

Student: Alen Šaponja

upisati ime i prezime

Akutna reakcija specifične kombinacije intervalnog trčanja na dvije različite trake za trčanje

Sažetak

Akutna reakcija predstavlja trenutni odgovor organskih sustava sportaša na trenažni program, a bitno ju je kontrolirati praćenjem različitih fizioloških pokazatelja rada. Za praćenje fiziološkog odgovora, sa ciljem utvrđivanja udjela energetske procesa tijekom aktivnosti, najčešće se koriste frekvencija srca, primitak kisika, koncentracija laktata u krvi i subjektivna procjena opterećenja. Cilj ovog rada je usporediti akutne učinke specifične kombinacije intervalnog trčanja na dvije različite trake za trčanje. Takav tip treninga programira se po postotcima od maksimalne brzine sprinta ispitanika (MSS- maximal sprint speed). Jedna minuta intervalnog trčanja sastoji se od: 20 sekundi hodanja na 6km/h, 20 sekundi trčanja na 40% od MSS, 15 sekundi trčanja na 60% od MSS, 5 sekundi trčanja na 85% od MSS (motorizirani pokretni sag) ili maksimalni sprint (nemotorizirani pokretni sag). Trening se sastojao od 6x1 minute rada u kojem je interval odmora na početku svake minute novog intervala (aktivni odmor) a sastoji se od 20 sekundi hodanja na 6km/h. Jednu minutu i tri minute nakon treninga mjerila se koncentracija laktata u krvi, a ispitanici su nakon svake minute treninga izražavali svoju subjektivnu procjenu opterećenja. Frekvencija srca mjerila se tijekom cijelog treninga. Ispitanici u ovom istraživanju bili su studenti Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu (n=15, dobi od $22,87 \pm 1,68$ godina, visine tijela $179,44 \pm 6,32$ cm i mase tijela $74,95 \pm 6,38$ kg). U akutnim efektima između dvije različite trake istog protokola nema statistički značajne razlike u aritmetičkim sredinama akutnih varijabli dobivenih metodom Studentovog t-testa za zavisne uzorke. Koncentracija laktata u krvi na motoriziranom pokretnom sagu nakon minute odmora je $13,30 \pm 2,28$ mmol/L i nakon tri minute odmora je $12,87 \pm 2,25$ mmol/L. Koncentracija laktata u krvi na nemotoriziranom pokretnom sagu nakon minute odmora je $12,85 \pm 1,73$ mmol/L i nakon tri minute odmora je $13,52 \pm 1,92$ mmol/L. Maksimalna frekvencija srca tijekom treninga iznosi $197 \pm 5,26$ otk/min na motoriziranom pokretnom sagu i $190,38 \pm 5,12$ otk/min na nemotoriziranom pokretnom sagu. Subjektivna procjena opterećenja nakon treninga na motoriziranom pokretnom sagu iznosila je $9,09 \pm 0,94$, a na nemotoriziranom pokretnom sagu $9,75 \pm 0,45$.

Ključne riječi:

akutna reakcija, koncentracija laktata u krvi, frekvencija srca, subjektivna procjena opterećenja, trening, trčanje

The acute response of specific combination of interval running on two different running treadmills.

Abstract

Acute reaction represents the immediate response of the athlete's organic systems to a training program, and it is important to control it by monitoring various physiological indicators of the work of different organic systems. To monitor the physiological response, with the aim of determining the share of energy processes during activity, heart rate, oxygen uptake, blood lactate concentration and rating of perceived exertion are most often used. The aim of this work is to find out and compare the acute reaction of a specific combination of interval running on two different treadmills. This type of training depends on the maximal sprinting speed (MSS; maximal sprinting speed), by which this training is programmed. One minute of running interval is consisted of: a) 20 seconds of walking at speed 6 km/h, b) 20 seconds of running at speed 40% of MSS, c) 15 seconds of running at speed 60% of MSS, d) 5 second of running at speed 85% of MSS (motorized treadmill) or maximal sprint (non-motorized treadmill). The training is consisted of 6 minutes of running. The participants for this study were students of Faculty of Kinesiology University of Zagreb (n=15, age $22,87 \pm 1,68$, body height $179,44 \pm 6,32$ centimetres and body weight $74,95 \pm 6,38$ kilograms). In the acute reaction between two different treadmills of same protocol there is no statistically significant difference in the statistical method of Student t-test. Lactates are measured before and at the end of the training 1 and 3 minutes after (LA: 13.09 ± 2.28 mmol/L on the motorized treadmill and 13.24 ± 1.83 mmol/L on non-motorized treadmill). Heart rate was measured during the entire training and at rest for 3 minutes while lactates were measured (197 ± 5.26 bpm/min on motorized treadmill and 190.38 ± 5.12 bpm/min on non-motorized treadmill). The rating of perceived exertion ranged up from very hard to maximal (9.09 ± 0.94). Oxygen uptake was not measured in this study due to financial reasons.

Key words:

Acute response, blood lactate concentration, heart rate, rating of perceived exertion, training, running

Sadržaj

Uvod	1
Ciljevi i hipoteze	6
Metode istraživanja	7
1. Uzorak ispitanika	7
2. Opis mjernih instrumenata	8
3. Opis protokola	10
4. Metode obrade podataka	12
Rezultati	13
Diskusija	18
Zaključak	21
Literatura	22

Uvod

Poznavanje akutne reakcije pojedinog trenažnog programa od velike je važnosti za kondicijskog trenera. Naime, kroz poznavanje akutne reakcije trenažnog programa kondicijski trener će kontrolirano utjecati i na kroničnu adaptaciju nakon određenog trenažnog perioda. „Svaki trenažni program izaziva određenu akutnu reakciju organskih sustava (dišnog, srčano-žilnog, metaboličkog, mišićnog, živčanog itd.)“ (Bok, 2019d). Akutna reakcija predstavlja trenutni odgovor organskih sustava sportaša na trenažni program, a bitno ju je kontrolirati praćenjem različitih fizioloških pokazatelja rada različitih organskih sustava. „Fizički trening predstavlja podražaj koji izaziva brojne psiho-fiziološke reakcije organizma odgovorne za adaptacije različitih organskih sustava“ (Coffey & Hawley, 2007). Tako, na primjer najčešće mjereni parametri su parametri poput frekvencije srca (maksimalna frekvencija srca, prosječna frekvencija srca, početna frekvencija srca i sl.), koncentracija laktata u krvi, primitak kisika tijekom određenog trenažnog sadržaja te se vrlo često uzima u obzir i subjektivna procjena opterećenja sportaša. Praćenjem i poznavanjem akutne reakcije programskog sadržaja treninga omogućiti će optimalan podražaj angažiranih organskih sustava. „Optimiziranje doze ili stresa (trenažno opterećenje) i odgovora (akutne reakcije i kronične adaptacije) na zadani stres predstavlja osnovni kineziološki i istraživački interes, te metode i tehnologije praćenja i kontroliranja opterećenja predstavljaju osnovni kineziološki alat kojima je moguće modelirati taj odnos“ (Bok, 2019). Praćenje i kontrola trenažnog i natjecateljskog opterećenja u posljednjim godinama sve je važniji segment sportske znanosti, a transferi novih spoznaja iz znanosti u praktični rad sve su češći, veći i brži (Foster et al., 2017). Upravo je akutna reakcija jedan od glavnih parametara koje je potrebno poznavati prije ulaska u sami mikrociklus ili pojedinačni trening. Važna je iz razloga što poznavanjem akutne reakcije pojedinog trenažnog programa znati će se točno ono što se može očekivati od sportaša, koji će metabolički odgovor dobiti tijekom treninga, na koje će točno organske sustave trening utjecati itd. Za to je još potrebna i kineziološka analiza kondicijske pripreme sportaša. Naime, njome se opisuje skup analiza s ciljem prikupljanja informacija o karakteristikama trenažnih sadržaja i kondicijskih programa koji se koriste u kondicijskoj pripremi sportaša (Bok, 2019a). Najčešće se analiziraju kondicijske vježbe i programi kroz fiziološke, energetske, anatomske, biomehaničke, strukturalne i informacijske anize. Tih šest analiza zapravo i čini kineziološku analizu kondicijske pripreme sportaša (Jukić & Marković, 2005). U ovom radu kroz parametre frekvencije srca koristiti će se fiziološka analiza. Naime, fiziološka analiza daje odgovor o dominaciji energetskih procesa, odnosno utvrđuje udio aerobnog, anaerobno-glikolitičkog i

anaerobno-fosfagenog rada za vrijeme izvođenja pojedine vježbe ili kondicijskog programa (Bok, 2021). Odnosno, gledajući širu sliku fiziološke analize ona podrazumijeva praćenje akutne reakcije svih organskih sustava ljudskog organizma tijekom aktivnosti (Fleck & Kraemer, 2014). Bok navodi (2019c) da primjerene akutne reakcije organskih sustava, primjenom određene vježbe ili kondicijskog treninga je moguće aktivno kontrolirati trenažno opterećenje te posljedično usmjeravati adaptacijske procese. Poznaajući akutne efekte treninga kondicijski trener bi trebao približno znati kakav će sportaš kondicijski status u određenom mikrociklusu imati. Odnosno, poznaajući akutnu reakciju jednog treninga možemo pretpostaviti kakvo stanje sportaša nas može dočekati na idućem treningu i u kojem smjeru da usmjerimo trening. Također, ponavljanjem određene akutne reakcije možemo pretpostaviti i kakvu kroničnu adaptaciju će sportaš steći nakon određenog vremenskog perioda.

Za praćenje fiziološkog odgovora, sa ciljem utvrđivanja udjela energetske procesa tijekom aktivnosti, najčešće se koriste frekvencija srca, primitak kisika (VO_2), koncentracija laktata u krvi i subjektivna procjena opterećenja (Laursen & Buchheit, 2019). Ovim varijablama opisan je intenzitet rada svake pojedine vježbe odnosno trenažnog procesa te je upravo zbog toga njihova primjenjivost za praćenje trenažnog opterećenja uvelike određena upravo tipom treninga koji se provodi. Tako na primjer, frekvencija srca i VO_2 su fiziološke varijable kojima je moguće pratiti rad srčano-žilnog i dišnog sustava, pa je njihova primjenjivost dominantno vezana uz trening aerobne izdržljivosti (Buchheit, 2014). U literaturi je navedeno kako je frekvencija srca zapravo fiziološki parametar koji se najčešće koristi za utvrđivanje i praćenje relativnog intenziteta vježbanja te za programiranje treninga kardio-respiratornog tipa jer je frekvencija srca kod vježbi progresivnog opterećenja linearno povezana s primitkom kisika i trenažnim opterećenjem (Bok, 2021). S druge strane, VO_2 odnosno primitak kisika najbolji je pokazatelj čovjekovog ukupnog fitnessa iliti razine funkcionalnosti kardio-respiratornog sustava (Bok, 2021). Vezano uz primitak kisika, vrlo je bitan parametar u praćenju akutne reakcije i maksimalni primitak kisika (VO_{2max}) koji predstavlja najveću razinu mišićne potrošnje kisika tijekom vježbanja visokim intenzitetom te se zbog toga vrlo često koristi kao pokazatelj maksimalnog aerobnog kapaciteta ili maksimalne aerobne izdržljivosti (Bok, 2021). Maksimalni primitak kisika najčešće mjerimo progresivnim testom opterećenja u laboratorijskim ili terenskim uvjetima. Kao zlatni standard progresivnog testa opterećenja smatramo progresivni test opterećenja na pokretnoj traci u laboratorijskim uvjetima (Bentley et al., 2007). No, naravno kako je već rečeno, koriste se i niz valjanih i maksimalnih i submaksimalnih terenskih testova za procjenu maksimalnog primitka kisika u terenskim

uvjetima (Buchheit et al., 2015). Terenski testovi češći su u odnosu na laboratorijske zbog potrebe sofisticirane i skupe opreme koja nije rasprostranjena, koja svojom veličinom može ograničavati izvedbu i sl. Također, u procjeni aerobnog rada tijekom aktivnosti može se dominantno koristiti i frekvencija srca, i to zbog linearne povezanosti frekvencije srca i VO_2 pri progresivnom ili stabilnom kontinuiranom opterećenju (Boone & Bourgois, 2012).

Već spomenuta koncentracija laktata u krvi nakon napora predstavlja fiziološki parametar koji se koristi kao surogat mjere koncentracije laktata u mišićima, odnosno razine pH vrijednosti u mišićima (Bok, 2021). Ona je indirektna mjera anaerobnog glikolitičkog rada i najčešće se koristi kao mjera praćenja udjela anaerobnog rada u treninzima aerobne izdržljivosti (Beneke et al., 2011) te analiziranju opterećenja u treninzima anaerobne izdržljivosti (Buchheit & Laursen, 2013). Prikupljanje koncentracije laktata u krvi tijekom trenažnog procesa invazivna je metoda te iz tog razloga ne nalazi često primjenu u praksi, te je također za svakodnevnu primjeru u individualnom ili timskom kolektivu i skupocjena. Bitno je razumjeti da laktati djeluju kao nusprodukt mliječne kiseline u mišićima i koriste kao „crveno svjetlo“, odnosno upozoravaju nas o trenutnim i mogućim mišićnim oštećenjima te signaliziraju neuro-muskularni sustav da postoji mogućnost povećanja mišićnih oštećenja. Dakle, laktati su krajnji produkt anaerobnog metabolizma.

Naposlijetku, kao još jedan alat za mjerenje akutne reakcije tijekom određenog trenažnog procesa vrlo često, čak i neizbježno se koristi subjektivna procjena opterećenja (SPO; eng. Rating of perceived exertion, RPE) koja se može koristiti u dvije skale. Može biti skalirana po Borgu koji ju je prvi osmislio te tamo se skalirano rangira od 6 do 20 (Borg, 1982) ili po modificiranoj Borgovoj od 1 do 10. Subjektivna procjena opterećenja je ukupna subjektivna mjera percepcije napora koja unutar sebe sadrži integrirane informacije opterećenja doživljene u mišićima i zglobovima (periferni osjećaj opterećenja) sa informacijama opterećenja srčano-žilnog i dišnog sustava (centralni osjećaj opterećenja) i živčanog sustava (McGuigan, 2017). Dakle, subjektivna procjena opterećenja sadrži puno više informacija o opterećenju treninga nego što to mogu pružiti samo frekvencija srca ili koncentracija laktata s periferije ili kombinacija navedenog. Naime, subjektivna procjena opterećenja upotrebljava se svakodnevno te je vrlo bitno da sportaši poznaju skalu opterećenja. Povratna informacija o naporu trenažnog sadržaja, programa ili procesa od velike je važnosti kondicijskom treneru, pogotovo onom koji se drži principa „uho-oko-papir“ a koji se u današnje vrijeme sve više koristi i sve je zastupljenija. Zbog toga su Foster i suradnici (2001) osmislili skalu od 1-10 za procjenu razine opterećenja nakon aktivnosti, te su ju nazvali sRPE (session Ration of perceived exertion).

Ovisno o sportu, imamo više vrsta klasifikacija sportova. Prema kriteriju strukturne složenosti sportove možemo podijeliti na monostrukturalne sportove, polistrukturalne sportove, kompleksne sportove i konvencionalno-estetske sportove (Milanović, 2013). Svaki sport zahtjeva različite morfološke karakteristike sportaša, motoričke ili funkcionalne sposobnosti. Gledajući kompleksne sportove, odnosno sportske igre možemo zaključiti i da unutar te kategorije svaki sport je priča za sebe. Drugačije su potrebe različitih sportaša, ali su drugačiji i zahtjevi unutar istog sporta u različitim igračkim pozicijama (npr. morfološke, motoričke i funkcionalne razlike između centralnog braniča i krilnih napadača u nogometu). Bazirajući se na to, vrlo je vjerojatno da će u individualnom treningu takve dvije vrste igrača imati različite trenažne sadržaje, odnosno pokušati će se utjecati na ono što je igraču kao individui potrebno. Razlike su najviše vidljive u funkcionalnim sposobnostima. Funkcionalne sposobnosti povezane su s djelotvornošću sustava za transport kisika (aerobna sposobnost) koja opskrbljuje mišiće i ostale organe potrebnom količinom energije a koja je nužna za funkcioniranje i umjereno intenzivan rad, kao i s efikasnosti, učinkovitosti anaerobnih energetske kapaciteta koji omogućuju uspješnu izvedbu sportske aktivnosti visokog intenziteta kada je primitak kisika manji od potrebe tijela za kisikom zbog tromosti sustava za transport kisika i aerobnog metabolizma. Zbog toga se razlika potrebne energije nadoknađuje iz glikolitičkih ili fosfagenih spojeva anaerobnim metabolizmom (Milanović, 2013)

Aktivacija pojedinog energetskog sustava ovisi o intenzitetu i trajanju motoričke aktivnosti. Utjecaj endogenih, odnosno unutarnjih i egzogenih, odnosno vanjskih čimbenika na efikasnost transportnog sustava (srčano-žilni i dišni sustav) tijela podrazumijeva razvoj funkcionalnih sposobnosti, kao i na specifične metaboličke reakcije u odnosu na energetske procese. U sklopu funkcionalnih sposobnosti možemo istim „tonom“ pričati o izdržljivosti koja je kondicijska sposobnost koja omogućuje izvođenje rada kroz produženi period vremena, a Sekulić i Metikoš (2007) tvrde da budući da one omogućuju funkcioniranje energetske procesa presudnih za obavljanje mišićnog rada često se i različite vrste izdržljivosti nazivaju upravo funkcionalnim sposobnostima (Sekulić & Metikoš, 2007). Osnovnu podjelu izdržljivosti vezanu uz energetske mehanizme pomoću kojih ljudski organizam dobiva energiju dijelimo na aerobnu, anaerobnu glikolitičku izdržljivost i anaerobnu fosfagenu izdržljivost. Ono što je također bitno znati je energija koja pokreće ljudski organizam. Glavni izvor energije u tijelu je ATP odnosno adenzin-trifosfat, ester trifosforne kiseline i adenzina. ATP je jedina tvar u tijelu koja služi kao izvor energije za sve aktivnosti. Nakon potrošnje ATP potrebna je resinteza istoga koja

može biti aerobnog ili oksidativnog i anaerobnog ili anoksidativnog karaktera, a ATP se neprekidno resintetizira u procesu mišićne aktivnosti (Matković & Ružić, 2009).

Ciljevi i hipoteze

Cilj ovog rada je utvrditi akutne efekte fizioloških parametara (frekvencije srca i koncentracije laktata u krvi) i percepcije opterećenja tijekom intervalnog trčanja specifične kombinacije na dvije različite trake za trčanje i utvrditi postoji li statistički značajna razlika u akutnim efektima tih parametara u toj specifičnoj kombinaciji intervalnog trčanja na dvije različite trake za trčanje, odnosno na motoriziranom pokretnom sagu i nemotoriziranom pokretnom sagu.

Hipoteza ovog rada je da ne postoji statistički značajna razlika u akutnoj reakciji fizioloških parametara koncentracije laktata u krvi kao pokazatelja zamora, percepcije opterećenja tijekom treninga kao psihološkog pokazatelja i frekvencije srca kao pokazatelja srčano-žilnog odgovora organizma na istom protokolu intervalnog trčanja na dva različita pokretna saga.

Metode istraživanja

1. Uzorak ispitanika

Uzorak ispitanika sastojao se od 15 muških studenata Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu (dob $22,87 \pm 1,68$ godina, tjelesne visine $179,44 \pm 6,32$ centimetra i mase tijela $74,95 \pm 6,38$ kilograma i postotka masti $11,28 \pm 2,37$ posto). Svi studenti su trenutni ili bivši nogometaši. Svi ispitanici su volonterski prisustvovali u istraživanju i znali su da se u bilo kojem trenutku mogu povući s istraživanja ukoliko tako odluče. Povjerenstvo za znanstveni rad i etiku Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu odobrilo je istraživanje 22.5.2023 pod brojem 50/2023

Tablica 1 Deskriptivna statistika morfoloških karakteristika ispitanika

Varijable	N	AS+SD (MIN-MAX)
Dob (god)	15	$22,87 \pm 1,68$ (19,00-25,00)
Visina tijela (cm)	15	$179,44 \pm 6,32$ (168,00-188,00)
Masa tijela (kg)	15	$74,95 \pm 6,38$ (61,00-84,00)
Postotak masti (%)	15	$11,28 \pm 2,37$ (8,10-17,80)

Legenda: N-broj ispitanika, AS-aritmetička sredina, SD- standardna devijacija, MIN-minimalni rezultat, MAX-maksimalni rezultat

2. Opis mjernih instrumenata

Morfološko mjerenje tijela (visina tijela, masa tijela i postotak masti) provodilo se na sustavu za procjenu kompozicije tijela (Tanita Corporation, Tokyo, Japan) sa preciznošću mjerenja mjernog instrumenta od 0.1kg, dok se visina tijela mjerila antropometrom (Gneupel Prazisionsmechanik, Bachenbulach, Switzerland) s preciznošću mjerenja 0.1cm, i mjerenje maksimalne brzine sprinta na 40m u kojem se koristio radar (Stalker ATS II radar gun). Radar je bio postavljen 3m iza ispitanika te je bio usmjeren u pravcu trčanja ispitanika u visini kukova. Svaki ispitanik trčao je 2 puta s odmorom od 4 minute između ponavljanja. Nakon dobivenih rezultata maksimalne brzine sprinta uzimala se najveća postignuta brzina te se ta brzina obrađivala unutar samog treninga kroz postavljeni protokol. Popis varijabli za dijagnostiku prije odrađivanja treninga nalazi se u **Tablica 2**.

Tablica 2 Opis varijabli – dijagnostika prije treninga

Naziv varijable	Mjerna jedinica	Kratika	Mjerni instrument
Tjelesna visina	cm	TV	Antropometar (Gneupel Prazisionsmechanik, Bachenbulach, Switzerland)
Tjelesna masa	kg	TM	Body composition analyzer (Tanita Corporation, Tokyo, Japan)
Postotak masti	%	%M	
Maksimalna brzina sprinta	km/h	MSS	Stalker ATS II radar gun
Prolaz 10m	sekunda	S10m	Microgate Witty photocell

Nakon testiranja ispitanici su sudjelovali na trčanju na traci s motorom, odnosno na pokretnom sagu (H/P Cosmos Pulsar) i na traci bez motora odnosno eliptičnoj traci (Assault Runner Pro treadmill).

Nakon odrađena dva treninga mjerila se koncentracija laktata u krvi, mjerile su se vrijednosti frekvencije srca i bilježila se subjektivna procjena opterećenja. Tako se za mjerenje koncentracije laktata u krvi koristio uređaj Lactate Scout 4. Za mjerenje frekvencije srca koristio se Polar Grit X spojen sa senzorom frekvencije srca H10. Za subjektivnu procjenu opterećenja koristila se modificirana Borgova skala od 0 do 10 koja se nalazi u **Tablica 4**. U **Tablica 3** nalaze se mjerene varijable tijekom treninga.

Tablica 3 Opis varijabli- testiranje tijekom treninga

Naziv varijable	Mjerna jedinica	Traka bez motora	Traka s motorom	Mjerni instrument
-----------------	-----------------	------------------	-----------------	-------------------

Laktati prije treninga	mmol/L	$LACb_1$	$LACm_1$	Lactate Scout 4
Laktati nakon 1min	mmol/L	$LACb_2$	$LACm_2$	
Laktati nakon 3min	mmol/L	$LACb_3$	$LACm_3$	
Početna frekvencija srca	otk/min	FSb_p	FSm_p	Polar Grit X + H10
Maksimalna frekvencija srca	otk/min	FSb_{max}	FSm_{max}	
Prosječna frekvencija srca	otk/min	FSb_{avg}	FSm_{avg}	

Tablica 4 Modificirana Borgova skala za subjektivnu procjenu opterećenja

Ocjena	Opisna kategorija
0	Odmor
1	Jako, jako lagano
2	Lagano
3	Umjereno
4	Donekle teško
5	Teško
6	-
7	Jako teško
8	-
9	-
10	Maksimalno

3. Opis protokola

Istraživanje je trajalo sveukupno 7 dana u kojem su ispitanici imali obavezna 2 ili 3 dolaska. Dijagnosticiranje morfoloških karakteristika se provodilo prvo, a nakon toga maksimalne brzine sprinta radarom (Stalker ATS II radar gun). Nakon dobivenih rezultata maksimalne brzine sprinta svi ispitanici krenuli su s treningom na traci s motorom. Trening se sastojao od 6 minuta, odnosno od 6x1min intervalnog trčanja. Jedna minuta podijeljena je na 4 dijela: a) 20s hodanje na 6km/h, b) 20s trčanje na 40% od MSS (MSS-maximal sprint speed), c) 15s trčanje na 60% od MSS, d) 5s trčanje na 85% od MSS (vidi **Tablica 5**).

Tablica 5 Struktura jedne minute intervala na traci s motorom (H/P Cosmos Pulsar)

Vrijeme unutar minute (u sekundama)	Postotak od MSS (%)
20s	6km/h
20s	40% od MSS
15s	60% od MSS
5s	85% od MSS

Na traci bez motora (Assault Runner Pro) ispitanicima je bio zadan protokol vrlo sličan ovome, međutim jedina razlika bila je u posljednjih 5 sekundi unutar jedne minute. Naime, interval je bio podijeljen na 4 dijela: 20s na 6km/h, 20s na 40% od MSS, 15s na 60% od MSS, 5 sekundi maksimalni sprint. Svaki ispitanik pristupio je treningu na traci bez motora najmanje 96 sati nakon testiranja treninga na motoriziranom pokretnom sagu kako prethodni umor ne bih utjecao na rezultate istraživanja. Pokus nije bio randomiziran, odnosno svi ispitanici prvo su odradili testiranje na motoriziranom pokretnom sagu a zatim na nemotoriziranom. U **Tablica 6** nalazi se struktura jednog intervala na traci bez motora.

Tablica 6 Struktura jedne minute intervala na traci bez motora (Assault Runner Pro)

Vrijeme unutar minute (u sekundama)	Postotak od MSS (%)
20s	6km/h
20s	40% od MSS
15s	60% od MSS
5s	100% od MSS

Svaki ispitanik odradio je zagrijavanje sam za sebe onako kako je to navikao u zadanom vremenu od 10 minuta prije oba treninga. Nakon zagrijavanja, ispitanicima su se mjerile količine koncentracije laktata u krvi prije treninga. Zatim su ispitanici započeli s treningom tijekom kojeg se mjerila frekvencija srca s pulsmetrom (Grit X spojen sa senzorom frekvencije

srca H10) i tijekom kojeg su nakon svake minute trčanja, odnosno nakon svakog sprinta izražavali svoju subjektivnu procjenu opterećenja prema modificiranoj Borgovoj skali od 0 do 10. Nakon završenog protokola specifične kombinacije intervalnog trčanja ispitanicima je mjerena koncentracija laktata u krvi nakon 1 minute treninga i nakon 3 minute treninga.

4. Metode obrade podataka

Za obradu podataka koristio se program Statistica 14.0.1.25. Svi rezultati u tekstu izraženi su kao prosječan rezultat $\pm$ standardna devijacija. Od statističkih metoda korištena je deskriptivna statistika koja se koristila za dobivanje osnovnih statističkih parametara, a to su: aritmetička sredina, standardna devijacija, minimalni rezultat, maksimalni rezultat. Za obradu podataka i usporedbu koristio se Studentov t-test za zavisne uzorke kako bi se vidjelo postoji li statistički značajna razlika između parametara aritmetičkih sredina dobivenim tijekom dijagnostike koje opisuju akutne efekte ljudskog organizma na ova dva treninga.

Rezultati

Obradom podataka dobiveni su rezultati akutnih efekata srčano-žilnog sustava i percepcije opterećenja tijekom treninga. Rezultati akutne reakcije na trening specifične kombinacije intervalnog trčanja na motoriziranom pokretnom sagu nalaze se u **Tablica 7**. Rezultati su dobiveni postupcima deskriptivne statistike za parametre aritmetičke sredine (as), standardne devijacije (sd), minimalne vrijednosti (min) i maksimalne vrijednosti (max). Vrijednosti t i p koeficijenata dobiveni su Studentovim t-testom za zavisne uzorke uz razinu značajnosti $p < 0,05$ svih varijabli korištenih u testiranju.

Tablica 7 Rezultati parametara treninga na dva različita pokretna saga uz statističku obradu Studentovog t-testa (t-vrijednost i p-vrijednost) za zavisne uzorke

Varijable	n_m/n_b	S motorom as+sd (min-max)	Bez motora as+sd (min-max)	t	p
LAC ₁ (mmol/L)	15/13	1,35±0,50 (0,50-2,70)	2,34±1,15 (0,90-4,40)	-2,30	0,04
LAC ₂ (mmol/L)	12/13	13,30±2,30 (11,10-18,50)	12,95±1,73 (10,30-15,80)	0,08	0,94
LAC ₃ (mmol/L)	12/13	12,87±2,25 (10,60-18,20)	13,52±1,92 (10,40-16,90)	-1,04	0,32
FS _p (otk/min)	15/13	98,27±8,07 (77,0-108,0)	102,15±10,08 (80-121)	-1,41	0,18
FS _{max} (otk/min)	12/13	197,00±5,26 (189,0-210,0)	190,38±5,12 (180-196)	2,53	0,03
FS _{avg} (otk/min)	12/13	176,10±7,67 (164,0-188,0)	174,62±5,88 (165-182)	0,38	0,71
RPE ₁	13/13	3,77±0,73 (3,0-5,0)	3,85±0,80 (3,0-5,0)	-	-
RPE ₂	13/13	5,15±0,90 (4,0-7,0)	5,38±0,87 (4,0-7,0)	-	-
RPE ₃	12/13	6,33±1,07 (5,0-8,0)	6,69±1,03 (5,0-8,0)	-	-
RPE ₄	12/13	7,50±1,09 (6,0-10,0)	7,85±0,99 (6,0-9,0)	-	-
RPE ₅	11/13	8,00±1,00 (6,0-9,0)	9,04±0,72 (8,0-10,0)	-	-
RPE ₆	11/12	9,09±0,94 (7,0-10,0)	9,75±0,45 (9,0-10,0)	-	-

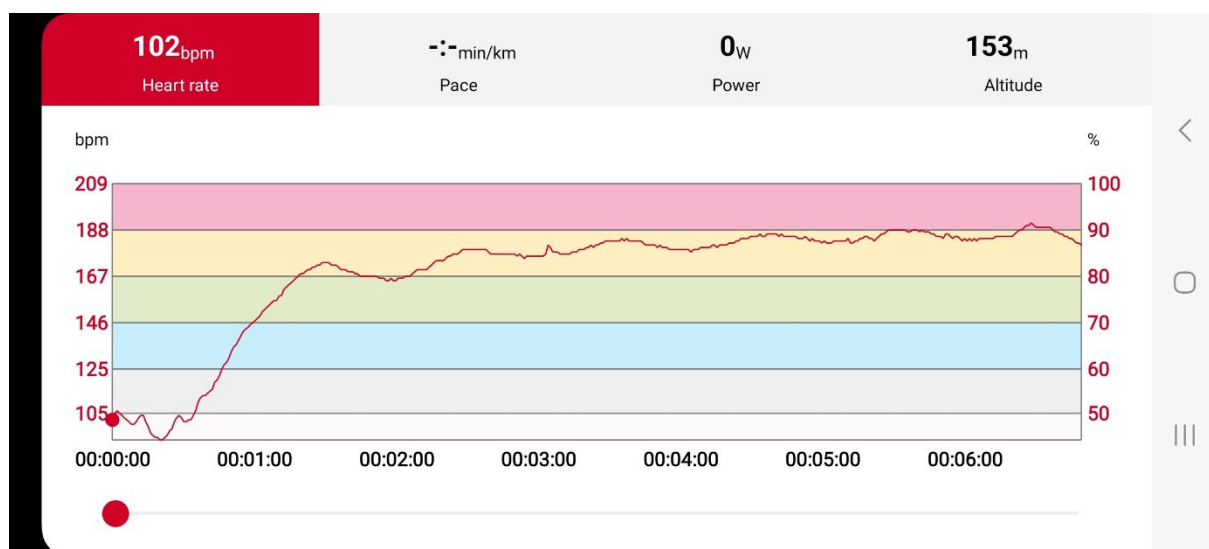
Legenda: n_m/n_b - broj ispitanika na motoriziranom pokretnom sagu/broj ispitanika na nemotoriziranom pokretnom sagu, t- t-vrijednost Studentovog t-testa za zavisne uzorke, p- razina značajnosti, LAC₁- koncentracija laktata prije treninga, LAC₂-koncentracija laktata 1 minutu nakon treninga, LAC₃-koncentracija laktata 3 minute nakon treninga, RPE₁₋₆-subjektivna procjena opterećenja od 1 do 6 intervala unutar jednog treninga

Kao što je navedeno, prije početka treninga na motoriziranom pokretnom sagu sudjelovalo je svih 15 ($n_m=15$) ispitanika te su njima u obzir uzeti parametri početne koncentracije laktata u krvi ($1,35 \pm 0,50$ mmol/L) prije treninga i početne frekvencije srca ($98,27 \pm 8,07$ otk/min). Dvojica ispitanika tijekom treninga na motoriziranom pokretnom sagu odustala su na prvom

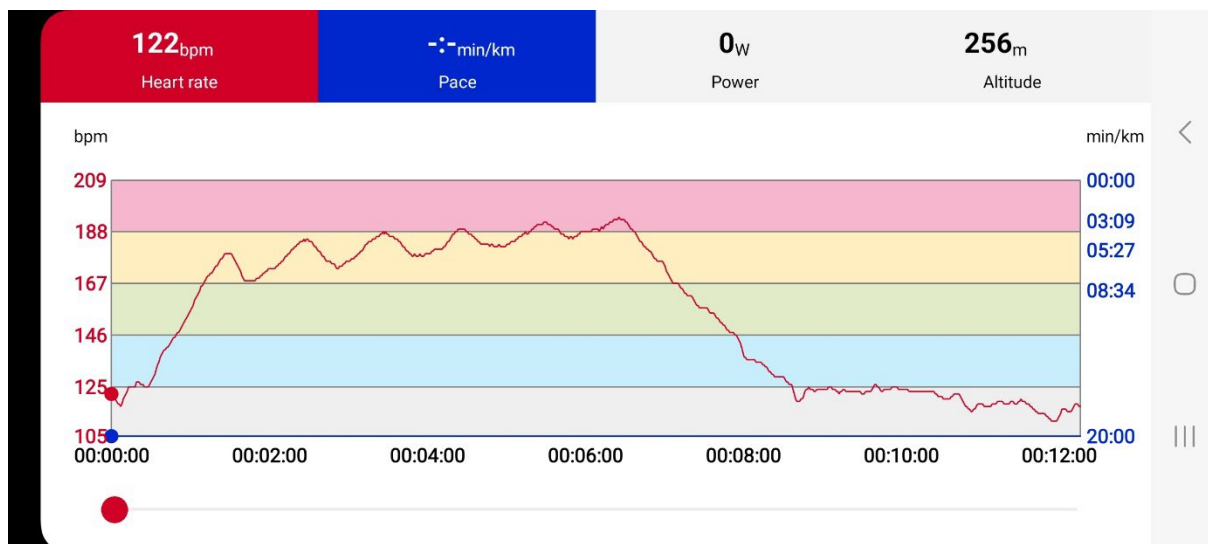
intervalu zbog prevelike brzine trake u zadnjem dijelu intervala (na 85% od MSS), odnosno na posljednjih 5 sekundi trčanja prve minute iz razloga što nisu mogli pratiti tempo trake. Jedan od ispitanika odustao je na 3.minuti treninga iz istog razloga. Nakon treninga vrijednosti frekvencije srca povećale su, te je prosjek maksimalne frekvencije srca iznosio $197 \pm 5,26$ otk/min, a prosječne frekvencije srca $176,10 \pm 7,67$ otk/min. Subjektivna procjena opterećenja na kraju treninga je iznosila prosječno $9,09 \pm 0,94$. Uzimajući u obzir koncentraciju laktata u krvi, ono je nakon 1 minute cjelokupnog protokola treninga (6x1min) iznosila $13,30 \pm 2,30$ mmol/L, a nakon 3 minute treninga $12,87 \pm 2,25$ mmol/L. Sumarno gledajući najvažnije parametre (**Tablica 8**), možemo zaključiti kako akutna reakcija ovakvog tipa treninga iznosi:

1. Laktati- $13.09 \pm 2,28$ mmol/L
2. Maksimalna frekvencija srca- $197 \pm 5,26$ otk/min
3. Subjektivna procjena opterećenja- $9,09 \pm 0,94$ (po modificiranoj Borgovoj skali od 1 do 10)

Na **Slici 2** vidljiv je graf frekvencije srca tijekom treninga specifične kombinacije intervalnog trčanja na motoriziranom pokretnom sagu uz prikazanu frekvenciju srca i tijekom odmora u kojem su se mjerile vrijednosti laktata u krvi, a na **Slici 1** je vidljiv samo graf frekvencije srca tijekom treninga (dva različita ispitanika).



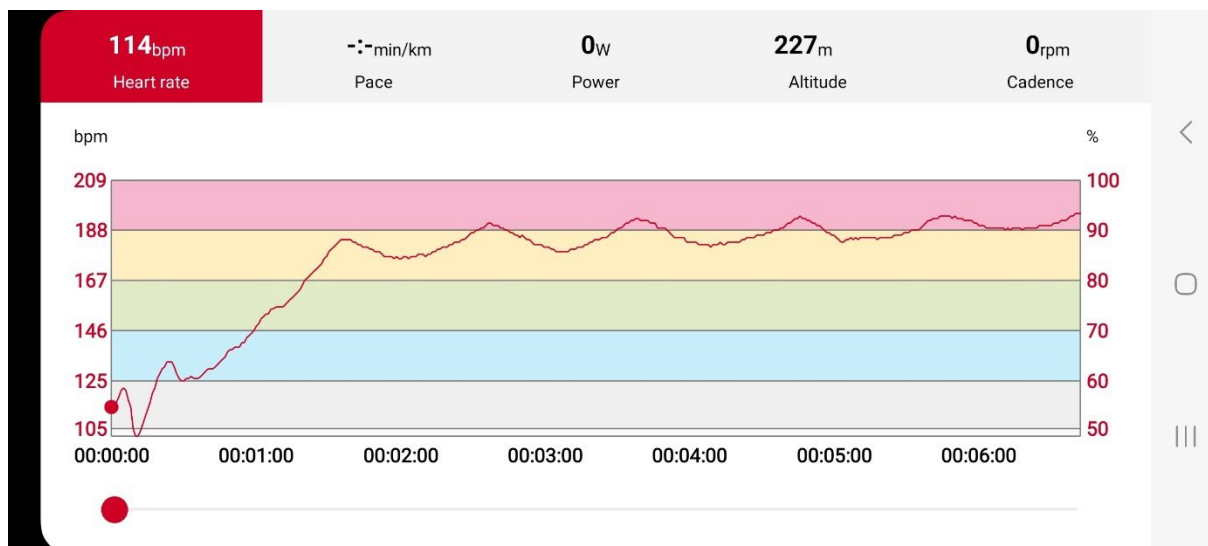
Slika 1 Graf frekvencije srca tijekom treninga specifične kombinacije intervalnog trčanja na motoriziranom pokretnom sagu



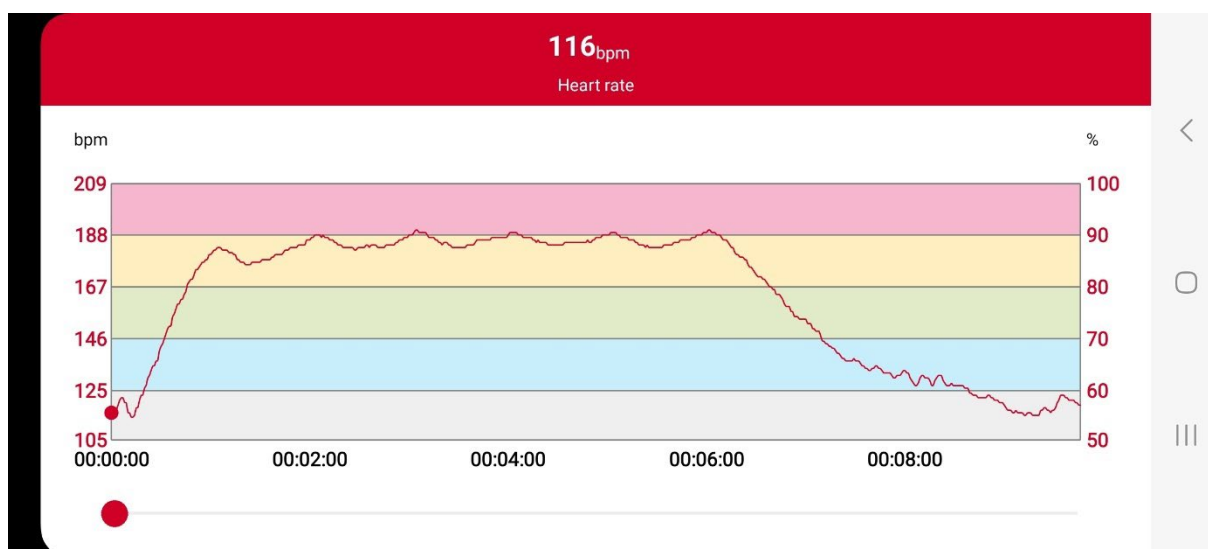
Slika 2 Graf frekvencije srca tijekom treninga specifične kombinacije intervalnog trčanja na motoriziranom pokretnom sagu uz odmor tijekom testiranja koncentracije laktata u krvi

U protokolu intervalnog trčanja specifične kombinacije na nemotoriziranom pokretnom sagu vidljivo je kako je u testiranje krenulo 13 ispitanika ($n=13$). Koncentracija laktata prije početka treninga na nemotoriziranom pokretnom sagu bila je nešto viša u odnosu na koncentraciju laktata u krvi prije početka treninga na motoriziranom pokretnom sagu ($2,34 \pm 1,15$ mmol/L), s maksimalnim rezultatom od 4,40 mmol/L. Početne vrijednosti frekvencije srca vrlo su slične onoj na traci s motorom, a iznose $102,5 \pm 10,8$ otk/min, a prosječne vrijednosti frekvencije srca tijekom treninga iznose $174,62 \pm 5,88$ otk/min. Nakon treninga, poslije 1 minute koncentracija laktata u krvi iznosila je $12,95 \pm 1,73$ mmol/L, a nakon 3 minute od treninga je iznosila $13,52 \pm 1,92$ mmol/L. Vrijednosti maksimalne frekvencije srca iznosile su $190,38 \pm 5,12$ otk/min.

Na **Slici 3** vidljiv je graf frekvencije srca tijekom treninga specifične kombinacije intervalnog trčanja na motoriziranom pokretnom sagu uz prikazanu frekvenciju srca i tijekom odmora u kojem su se mjerili vrijednosti koncentracije laktata u krvi, a na **Slici 4** je vidljiv samo graf frekvencije srca tijekom treninga (dva različita ispitanika).



Slika 3 Graf frekvencije tijekom treninga specifične kombinacije intervalnog trčanja na nemotoriziranom pokretnom sagu



Slika 4 Graf frekvencije tijekom treninga specifične kombinacije intervalnog trčanja na nemotoriziranom pokretnom sagu uz odmor tijekom testiranja koncentracije laktata u krvi

Statistički gledajući, možemo zaključiti kako su dobiveni parametri na dva različita pokretna saga vrlo slični te možemo utvrditi kako nema statistički značajne razlike u aritmetičkim sredinama tijekom dvaju različitih treninga ove vrste specifične kombinacije intervalnog trčanja. Ono što su ispitanici subjektivno nakon oba treninga iskazali je da im je teža varijanta trčanja na traci bez motora, ali jedan od razloga koji može utjecati na to je iskustvo. Naime, većina ispitanika nikada nije trčala na takvoj traci (Assault RunnerPro i slične eliptične trake)

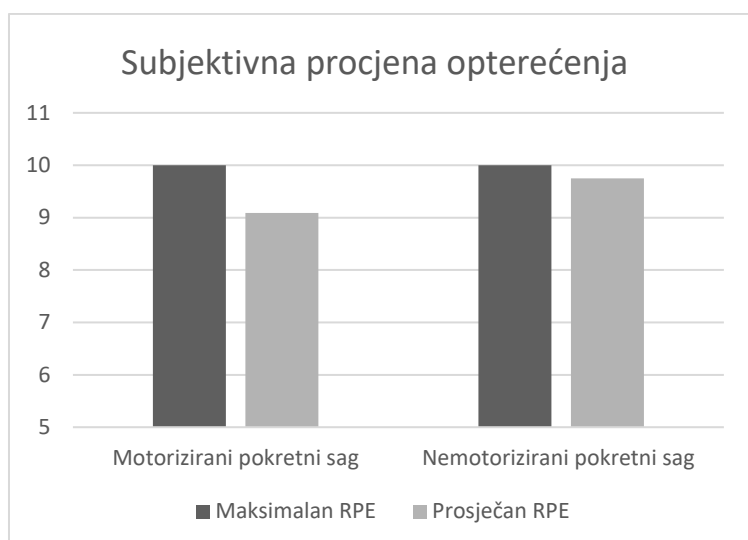
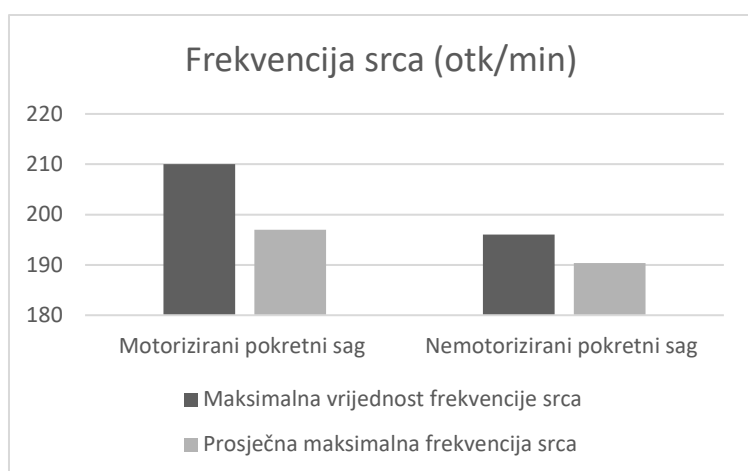
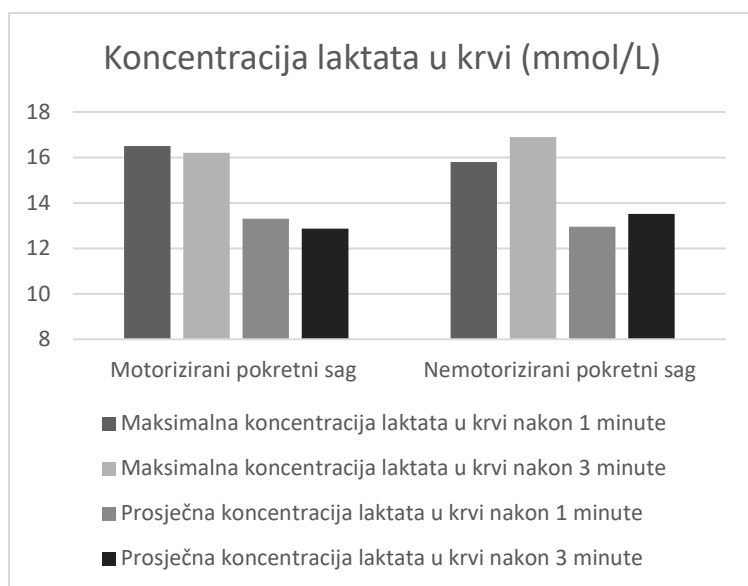
te ih je takva vrsta „noviteta“ uvelike izmorila. Nedostatak ovog istraživanja je što ispitanici nisu imali period privikavanja na pokretne sagove dva različita tipa.

Statistički gledano kroz Studentov t-test za zavisne uzorke uz razinu značajnosti ($p < 0,05$) možemo primijetiti kako u varijablama početne koncentracije laktata u krvi (LAC_1) postoji statistički značajna razlika, međutim također možemo zaključiti kako nam ona može nastati uslijed žustrijeg zagrijavanja prije treninga, ili nam može dati informaciju da postoji određena količina umora u organizmu ispitanika. Naime, nedostatak ovog istraživanja je također i u ne postavljenom protokolu zagrijavanja prije treninga. U ostalim varijablama koncentracije laktata u krvi (LAC_2 i LAC_3) možemo vidjeti kako ne postoji statistički značajna razlika u ta dva parametra. To nam govori da ova dva protokola imaju vrlo slično nakupljanje koncentracije laktata u krvi kao nusprodukt mliječne kiseline. U fiziološkim parametrima srčano-žilnog sustava postoji statistički značajna razlika u maksimalnoj frekvenciji srca, to nam može reći kako je kod treninga na motoriziranom pokretnom sagu srčano-žilni sustav jače opterećen nego kod treninga na nemotoriziranom pokretnom sagu. U ostalim parametrima ne postoji statistički značajna razlika uz razinu značajnosti od $p < 0,05$. Gledajući perceptivnu varijablu, odnosno percepciju zamora ispitanika kroz subjektivnu procjenu opterećenja (RPE) također možemo zaključiti da su gotovo identične do posljednje minute treninga. U ovom istraživanju 5. interval se statistički razlikuje, međutim kod svih ostalih parametara subjektivne procjene opterećenja ne postoji statistički značajna razlika, a to može biti rezultat jednog ispitanika koji ima iznadprosječan kondicijski status.

Diskusija

Ovo je prvo istraživanje do sada za ovakav tip treninga, te opisuje metaboličke, srčano-žilne i percepcije odgovora ljudskog organizma na ovu vrstu treninga. Nakon dobivenih akutnih efekata ove specifične kombinacije intervalnog trčanja utvrđeno je kako ovakav tip treninga od 6 minuta može stvoriti vrlo velik metabolički stres za sportaša. Uspoređujući akutnu reakciju ovog tipa i akutnu reakciju visoko intenzivnog intervalnog treninga (HIIT), koji izazivaju relativno nisku razinu koncentracije laktata u krvi (5-8 mmol/L za dugi format, i nešto viši laktati za kratki format) (Bok, 2019b), možemo zaključiti kako je ovakav tip treninga stresniji, odnosno intenzivniji za ljudski organizam od HIIT-a. Također, gledajući analizu akutnih efekata HIIT kratkog treninga rađenom prema ASR (anaerobic speed reserve; anaerobna rezerva brzine) u postotku od 110%, $\Delta 15\%$ ASR, $\Delta 25\%$ ASR (20x15'-15') najbliži je po koncentraciji laktata $\Delta 25\%$ ASR koji su u prosjeku preko 12mmol/L (Bok et al., 2023). Također, HIIT kratki trening na 120% vVO_{2max} stvara vrlo sličan metabolički stres ovom tipu treninga. Naime, kod HIIT kratkom treninga na 120% vVO_{2max} iznosi u rasponu od 11 do 13 mmol/L (Bok et.al, 2023). Međutim, ono što je specifično za ovakav tip treninga je kontinuiranost. Dok kod HIIT-a (15'-15', 30'-30' itd.) postoji pauza nakon svakog intervala rada, u ovakvoj specifičnoj kombinaciji intervalnog trčanja to nije slučaj. Varijabilnost tempa kretanja uvelike utječe na trenažni program ali na račun povećane koncentracije laktata u krvi (kao što je vidljivo u ova dva primjera). Pošto je ovo prvi rad na ovu temu, tu smo saznali koncentraciju laktata u krvi i subjektivnu procjenu opterećenja ovakve vrste treninga, te su prikazane i relativne vrijednosti frekvencije srca. Relativne su iz razloga što nisu prikazane u postotku od maksimalne frekvencije srca pojedinog ispitanika koja se dobiva progresivnim testovima opterećenja (npr. Progresivni test opterećenja na pokretnom sagu). Kao najvažniji parametar u ovom istraživanju bila je koncentracija laktata u krvi koja ukazuje na metabolički stres ovakve vrste treninga, a vezano uz nju promatrali su se i frekvencija srca i subjektivna procjena opterećenja. Rezultati ovih parametara uspoređeni su kroz grafikone u **Figuri 1**.

Figura 1- Usporedba rezultata akutnih efekata treninga



Za buduća istraživanja ove teme trebalo bi odrediti postotak vremena proveden u 90% od maksimalne frekvencije srca ($\geq 90\% FS_{max}$) i potrebu vrijednosti primitka kisika tijekom treninga. Također, ovakvu vrsta treninga moguće je odrađivati terenski, neovisno o trakama za

trčanja te pretpostavljam da su akutni efekti takvog treninga vrlo slični ovima. U budućim istraživanjima valjalo bi istražiti akutnu reakciju parametara mjerenih u ovom radu na treningu istog protokola u terenskim uvjetima, odnosno na atletskoj stazi ili nogometnom terenu. Kao zanimljivost vezanu uz ovakav tip treninga izdvojio bih trening dvojice sportaša koji su ovu specifičnu kombinaciju (20:20:15:5) odrađivao u dvije serije po 25 minuta (2x25min) s pauzom između serija od 8 minuta na traci bez motora. Sportaš je dostigao subjektivnu procjenu opterećenja od 10 (maksimalna). To je bila završna faza offseason priprema nakon 5 tjedana treniranja. Znajući tu činjenicu, pretpostavlja se da takvu vrstu treninga nije potrebno ograničavati na 6 minuta, već da je moguće trening programirati iz mikrociklusa u mikrociklus, npr. u bazičnoj pripremi 2x6min intervala, a u specifičnoj kada je razina kondicije na većem nivou npr. 2x10min u sklopu treninga. Ovakvim tipom treninga vrlo je lako kondicijskom treneru pratiti napredak sportaša ukoliko na početku dijagnosticira maksimalan doseg (u minutama) sportaša u trčanju.

Zaključak

Cilj ovog rada bio je utvrditi postoji li statistički značajna razlika u akutnim efektima koncentracije laktata u krvi kao metaboličkog odgovora organizma, percepcije opterećenja tijekom treninga i frekvencije srca kao pokazatelja srčano-žilnog odgovora organizma na istom protokolu intervalnog trčanja na dva različita pokretna saga.

Analizirajući hipotezu ovog rada koja je glasila da ne postoji statistički značajna razlika u akutnoj reakciji metaboličkih i fizioloških parametara koncentracije laktata u krvi i sposobnosti srčano-žilnog sustava kroz frekvenciju srca, i percepcije opterećenja možemo zaključiti kako uistinu ne postoji statistički značajna razlika u parametrima koncentracije laktata u krvi nakon određenih treninga na dva različita pokretna saga. Također, ne postoji statistički značajna razlika niti u parametrima srčano-žilnog sustava, odnosno frekvenciji srca kao ni kod subjektivne procjene opterećenja. Međutim, analizom parametara akutne reakcije možemo reći kako ovakva vrsta treninga izaziva visok metabolički stres. Na temelju svih rezultata možemo zaključiti kako ne postoji statistički značajna razlika u specifičnoj kombinaciji intervalnog trčanja ovakvog tipa na motoriziranom pokretnom sagu i nemotoriziranom pokretnom sagu. U budućim istraživanjima valjalo bi istražiti postoji li statistički značajna razlika u akutnoj reakciji ovakva dva tipa treninga i treninga na atletskoj stazi ili nogometnom terenu. Također, ono što je velika prednost ovakve vrste trčanja je ta što je lako prenosiva na nogometni teren ili atletsku stazu. Sportaše je lako upoznati s ovakvom vrstom treninga te ukoliko je kondicijskom treneru problem dijagnosticirati, planirati i programirati HIIT trening može odraditi ovu specifičnu kombinaciju u kojoj je na kraju krajeva najbitnija stvar zapravo da je sprint maksimalan i da postoji varijabilnost u tempu trčanja. Buduće studije također bi trebale istražiti i dugotrajan utjecaj ovakve vrste treninga na kardio-respiratorni fitness, odnosno koliko pridonosi ovakva vrsta treninga maksimalnom primitku kisika i pogledati utječe li ovakva vrsta treninga na razvoj maksimalne brzine sprinta.

Literatura

- Beneke, R., Leithäuser, R. M., & Ochentel, O. (2011). Blood Lactate Diagnostics in Exercise Testing and Training. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6(1), 8–24. <https://doi.org/10.1123/ijsp.6.1.8>
- Bentley, D. J., Newell, J., & Bishop, D. (2007). Incremental Exercise Test Design and Analysis. *Sports Medicine*, 37(7), 575–586. <https://doi.org/10.2165/00007256-200737070-00002>
- Bok, D. (n.d.). Praćenje opterećenja u treningu izdržljivosti . Zagreb, *Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu* .
- Bok, D. (2019a). *Analiza sadržaja i trenažnih programa u kondicijskoj pripremi sportaša: Zašto je akutna reakcija važna?* . Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu .
- Bok, D. (2019b). Visokointenzivni intervalni trening: čaroban trening za zdraviji život . In *Medicus* (Vol. 28, Issue 2, pp. 155–165).
- Bok, D. (2019c). Kontrola opterećenja u sportu: osnovne postavke i suvremeni trendovi . *17. Godišnja Međunarodna Konferencija KONDICIJSKA PRIPREMA SPORTAŠA Zagreb, 22.i 23. Veljače 2019.* .
- Bok, D. (2021). *Dinamika akutnog fiziološkog odgovora na različita opterećenja* . Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu .
- Bok, D., Gulin, J., Škegro, D., Šalaj, S., & Foster, C. (2023). Comparison of anaerobic speed reserve and maximal aerobic speed methods to prescribe short format high-intensity interval training. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. <https://doi.org/10.1111/sms.14411>
- Boone, J., & Bourgois, J. (2012). The Oxygen Uptake Response to Incremental Ramp Exercise. *Sports Medicine*, 42(6), 511–526. <https://doi.org/10.2165/11599690-000000000-00000>
- Borg, G. A. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14(5), 377–381.
- Buchheit, M. (2014). Monitoring training status with HR measures: do all roads lead to Rome? *Frontiers in Physiology*, 5. <https://doi.org/10.3389/fphys.2014.00073>
- Buchheit, M., & Laursen, P. B. (2013). High-Intensity Interval Training, Solutions to the Programming Puzzle. *Sports Medicine*, 43(5), 313–338. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0029-x>
- Buchheit, M., Manouvrier, C., Cassirame, J., & Morin, J.-B. (2015). Monitoring Locomotor Load in Soccer: Is Metabolic Power, Powerful? *International Journal of Sports Medicine*, 36(14), 1149–1155. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1555927>
- Fleck, S. J., & Kraemer, W. J. (2014). *Designing resistance training programs* . Champaign, IL: Human Kinetics .
- Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., Doleshall, P., & Dodge, C. (2001). A New Approach to Monitoring Exercise Training. *Journal of*

Strength and Conditioning Research, 15(1), 109–115. <https://doi.org/10.1519/00124278-200102000-00019>

Foster, C., Rodriguez-Marroyo, J. A., & de Koning, J. J. (2017). Monitoring Training Loads: The Past, the Present, and the Future. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(s2), S2-2-S2-8. <https://doi.org/10.1123/IJSP.2016-0388>

Jukić, I., & Marković, G. (2005). *Kondicijske vježbe s utezima*. Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

Laursen, P., & Buchheit, M. (2019). *Science and application of high-intensity interval training: Solutions to the programming puzzle*. Human Kinetics.

Matković, B., & Ružić, L. (2009). *Fiziologija sporta i vježbanja*. Odjel za izobrazbu trenera Društvenog veleučilišta u Zagrebu, Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

McGuigan, M. (2017). *Monitoring training and performance in athletes*. Human Kinetics.

Milanović, D. (2013). *Teorija treninga*. Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

Sekulić, D., & Metikoš, D. (2007). *Osnove transformacijskih postupaka u kineziologiji*. Fakultet prirodoslovno-matematičkih znanosti i kineziologije Sveučilišta u Splitu.