

UTVRĐIVANJE KONSTRUKCIJSKE VALJANOSTI SUBJEKTIVNE PROCJENE OPTEREĆENJA KAO METODE ZA ODREĐIVANJE INTENZITETA KONTINUIRANIH TRENINGA AEROBNE IZDRŽLJIVOSTI

Žganec Brajša, Fran

Master's thesis / Diplomski rad

2024

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:117:494686>

Rights / Prava: [Attribution-NoDerivatives 4.0 International/Imenovanje-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-18**



Repository / Repozitorij:

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
KINEZIOLOŠKI FAKULTET**

Fran Žganec Brajša

**UTVRĐIVANJE KONSTRUKCIJSKE
VALJANOSTI SUBJEKTIVNE PROCJENE
OPTEREĆENJA KAO METODE ZA
ODREĐIVANJE INTENZITETA
KONTINUIRANIH TRENINGA AEROBNE
IZDRŽLJIVOSTI**

diplomski rad

Zagreb, rujan, 2024.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
KINEZIOLOŠKI FAKULTET**

Fran Žganec Brajša

**UTVRĐIVANJE KONSTRUKCIJSKE
VALJANOSTI SUBJEKTIVNE PROCJENE
OPTEREĆENJA KAO METODE ZA
ODREĐIVANJE INTENZITETA
KONTINUIRANIH TRENINGA AEROBNE
IZDRŽLJIVOSTI**

diplomski rad

Zagreb, rujan, 2024.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

DIPLOMSKI RAD

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

Naziv studija: Kineziologija; **smjer:** Kineziologija u edukaciji i kondicijskoj pripremi sportaša

Vrsta studija: sveučilišni

Razina kvalifikacije: integrirani prijediplomski i diplomski studij

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

Znanstveno područje: Društvene znanosti

Znanstveno polje: Kineziologija

Vrsta rada: Znanstveno-istraživački

Naziv diplomskog rada: je prihvaćena od strane Povjerenstva za diplomske radove Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu u akademskoj godini 2023./2024 dana 16.01. 2024.

Mentor: izv. prof. dr. sc. *Daniel Bok*

Pomoć pri izradi: *Jere Gulin, dr.sc.*

Utvrđivanje konstrukcijske valjanosti subjektivne procjene opterećenja kao metode za određivanje intenziteta kontinuiranih treninga aerobne izdržljivosti

Fran Žganec Brajša, 0034088811

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

- | | |
|--|----------------------|
| 1. izv. prof. dr. sc. <i>Daniel Bok</i> | Predsjednik - mentor |
| 2. izv. prof. dr. sc. <i>Danijel Jurakić</i> | član |
| 3. izv. prof. dr. sc. <i>Cvita Gregov</i> | član |
| 4. izv. prof. dr. sc. <i>Vlatko Vučetić</i> | zamjena člana |

Broj etičkog odobrenja: 4/2024

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 strength and conditioning

Type of program: University

Level of qualification: Integrated undergraduate and graduate

Acquired title: University Master of Kinesiology in Education and strength and conditioning

Scientific area: Social sciences

Scientific field: Kinesiology

Type of thesis: Scientific-research

Master thesis: has been accepted by the Committee for Graduation Theses of the Faculty of Kinesiology of the University of Zagreb in the academic year 2023/2024 on January 16, 2024.

Mentor: *Daniel Bok*, associate prof.

Technical support: *Jere Gulin*, PhD

Determining the construct validity of ratings of perceived exertion as a method for defining the intensity of continuous aerobic endurance training

Fran Žganec Brajša, 0034088811

Thesis defence committee:

- | | |
|---|------------------------|
| 1. <i>Daniel Bok</i> , associate prof. | chairperson-supervisor |
| 2. <i>Danijel Jurakić</i> , associate prof. | member |
| 3. <i>Cvita Gregov</i> , associate prof. | member |
| 4. <i>Vlatko Vučetić</i> , associate prof. | substitute member |

Ethics approval number: 4/2024

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:

Student:

UTVRĐIVANJE KONSTRUKCIJSKE VALJANOSTI SUBJEKTIVNE PROCJENE OPTEREĆENJA KAO METODE ZA ODREĐIVANJE INTENZITETA KONTINUIRANIH TRENINGA AEROBNE IZDRŽLJIVOSTI

Sažetak

Cilj ovog rada bio je utvrditi konstrukcijsku valjanost kategorija subjektivne procjene opterećenja od 1 do 6 na Borgovoj omjerno-kategorijskoj skali (CR-10) za definiranje intenziteta kontinuiranih treninga aerobne izdržljivosti. 18 mladih i zdravih osoba (spol: 4 žene i 14 muškaraca, dob: $28,9 \pm 18,3$ godine, visina: $178,5 \pm 20,1$, tjelesna masa: $81,6 \pm 11,8$, %masti: $14,41 \pm 4,51$) dobrovoljno je odradilo 6 treninga kontinuiranog trčanja u trajanju od 20 minuta intenzitetom koji je bio definiran jednom od kategorija subjektivne procjene opterećenja od 1 do 6 te jedan maksimalni progresivni test opterećenja. Provedena je univarijatna analiza varijance za ponovljena mjerenja i *post-hoc* test kako bi se utvrdila razlika u akutnoj reakciji unutar svakog pojedinog treninga te između kategorija subjektivne procjene opterećenja od 1 do 6. Rezultati pokazuju da varijable primitka kisika, frekvencije srca, brzine kretanja i minutne ventilacije značajno rastu od treninga programiranog na SPO 1 do treninga programiranog na SPO 5. Koncentracija laktata značajno raste od treninga programiranog na SPO 2 do treninga na SPO 5, a brzina kretanja značajno raste kroz svih šest treninga. Analizirane vrijednosti primitka kisika, frekvencije srca, brzine kretanja i minutne ventilacije tijekom treninga na SPO 1 i 2 su ispod vrijednosti aerobnog praga, odnosno unutar umjerene domene intenziteta kroz svih 20 minuta treninga, tijekom treninga na SPO 3 i 4 su između aerobnog i anaerobnog praga, odnosno unutar teške domene intenziteta te tijekom treninga na SPO 5 i 6 su iznad anaerobnog praga, odnosno u žestokoj domeni intenziteta. Borgova omjerno-kategorijska skala subjektivne procjene opterećenja (CR-10) ima karakteristike koje omogućuju da ispitanici vježbaju različitim intenzitetom pri svakoj od kategorija subjektivne procjene opterećenja od 1 do 6. Također, može se koristiti za određivanje intenziteta kontinuiranih treninga aerobne izdržljivosti u skladu s umjerenom, teškom i žestokom domenom intenziteta.

Ključne riječi: Borgova omjerno-kategorijska skala, domene intenziteta, akutne fiziološke reakcije, trening aerobne izdržljivosti

DETERMINING THE CONSTRUCT VALIDITY OF RATINGS OF PERCEIVED EXERTION AS A METHOD FOR DETERMINING THE INTENSITY OF CONTINUOUS AEROBIC ENDURANCE TRAINING

Abstract

The aim of this study was to determine the construct validity of ratings of perceived exertion categories from 1 to 6 on the Borg category-ratio scale (CR-10) for defining the intensity of continuous aerobic endurance training. Eighteen young and healthy individuals (gender: 4 women and 14 men, age: 28.9 ± 18.3 years, height: 178.5 ± 20.1 cm, body weight: 81.6 ± 11.8 kg, % body fat: 14.41 ± 4.51) volunteered to execute six continuous running training sessions lasting 20 minutes at an intensity defined by one of the subjective rating categories from 1 to 6, as well as one maximal incremental exercise test. A univariate analysis of variance for repeated measures and a *post-hoc* test were conducted to determine the difference in acute responses within each individual training session and between the subjective rating categories from 1 to 6. The results show that the variables of oxygen uptake, heart rate, velocity, and minute ventilation significantly increase from the training programmed at RPE 1 to the training programmed at RPE 5. Lactate concentration significantly increases from the training programmed at RPE 2 to the training at RPE 5, and velocity significantly increases across all six training sessions. The analyzed values of oxygen uptake, heart rate, velocity, and minute ventilation during training at RPE 1 and 2 are below the aerobic threshold, indicating moderate intensity domain throughout the 20-minute sessions. During training at RPE 3 and 4, these values fall between the aerobic and anaerobic thresholds, indicating heavy intensity domain, while during training at RPE 5 and 6, they are above the anaerobic threshold, indicating severe intensity domain. The Borg category-ratio scale for subjective rating of perceived exertion (CR-10) has characteristics that allow participants to exercise at different intensities within each of the subjective rating categories from 1 to 6. Additionally, it can be used to determine the intensity of continuous aerobic endurance training in accordance with the moderate, heavy and severe intensity domains.

Keywords: Borg category-ratio scale, intensity domains, acute physiological responses, aerobic endurance training

Popis kratica

VO_2 – primitak kisika

VO_{2max} – maksimalni primitak kisika

FS – frekvencija srca

FS_{max} – maksimalna frekvencija srca

SPO – subjektivna procjena opterećenja

vVO_{2max} - minimalna brzina pri postizanju VO_{2max}

V_E – minutna ventilacija

CR – 10 – Borgova omjerno-kategorijska skala od 0 do 10

SADRŽAJ

1. UVOD	8
2. CILJEVI I HIPOTEZE	19
3. METODE ISTRAŽIVANJA	20
<i>3.1. Uzorak ispitanika</i>	20
<i>3.2. Opis eksperimentalnog protokola</i>	22
<i>3.3. Antropometrijske mjere</i>	22
<i>3.4. Maksimalni progresivni test opterećenja</i>	22
<i>3.5. Treninzi programirani na subjektivnoj procjeni opterećenja (od 1 do 6)</i>	23
<i>3.6. Metode obrade podataka</i>	24
4. REZULTATI	25
5. RASPRAVA	54
6. ZAKLJUČAK	59
7. LITERATURA	60

1. UVOD

Preporuke koje daje American College of Sports Medicine (ACSM) za odrasle osobe sugeriraju provođenje najmanje 150 minuta tjedno umjerene tjelesne aktivnosti, 75 minuta tjedno žustre tjelesne aktivnosti ili bilo koju kombinaciju navedene dvije kategorije aktivnosti (Garber & sur., 2011; ACSM, 2021). Umjerena tjelesna aktivnost karakterizirana je intenzitetom od 46-63% maksimalnog primitka kisika (VO_{2max}), odnosno 64-76% maksimalne frekvencije srca (FS_{max}), dok je žustra tjelesna aktivnost karakterizirana intenzitetom od 64-90% VO_{2max} , odnosno 77-95% FS_{max} (Garber & sur., 2011). Za sedentarne i minimalno aktivne osobe preporučuje se angažiranje u kontinuiranim aktivnostima umjerenog intenziteta u trajanju od 20 do 60 minuta (Garber & sur., 2011).

Intenzitet treninga predstavlja ključan metodički parametar treninga za izazivanje optimalne akutne reakcije i kronične adaptacije kod treninga izdržljivosti (MacInnes & Gibala, 2017). Za određivanje intenziteta treninga izdržljivosti koriste se brojni objektivni (Jamnick, Pettitt, Granata, Pyne & Bishop, 2020) i subjektivni (Bok, Rakovac & Foster, 2022) pokazatelji intenziteta. Objektivni pokazatelji uključuju različite fiziološke (frekvencija srca i primitak kisika) ili biomehaničke (brzina ili snaga izvedbe) varijable pomoću kojih je moguće definirati intenzitet aktivnosti, a on se primarno definira kroz postotak od njihovih maksimalnih ili submaksimalnih vrijednosti (Jamnick & sur., 2020; Mezzani & sur., 2012). Budući da je za određivanje maksimalnih i submaksimalnih vrijednosti fizioloških pokazatelja potrebno provesti neki oblik maksimalnog ili submaksimalnog progresivnog testa opterećenja, subjektivni pokazatelji intenziteta predstavljaju jednostavniju i praktičniju metodu za određivanje intenziteta treninga. Također, za određivanje intenziteta pomoću subjektivnih pokazatelja nije potrebna skupa i sofisticirana oprema. Subjektivni pokazatelji intenziteta uključuju „*Talk test*“, subjektivnu procjenu opterećenja (SPO) te procjenu razine ugone, a za njihovo korištenje nije potrebno provesti prethodno testiranje (Bok & sur., 2022).

Na kontinuumu intenziteta mogu se razlikovati tri domene intenziteta vježbanja za koje su karakteristične specifične homeostatske perturbacije (Burnley & Jones, 2007). Riječ je o umjerenoj, teškoj i žestokoj domeni intenziteta vježbanja (Jamnick & sur., 2020). Navedene domene intenziteta određene su specifičnim akutnim odgovorom srčano-žilnog, metaboličkog i živčano-mišićnog sustava (Black & sur., 2017; Jones & Poole, 2005), pa zbog toga i trening u određenoj domeni intenziteta treninga izaziva karakteristične adaptacijske procese. Domene intenziteta ograničene su ventilacijskim/laktatnim pragovima, pri čemu se umjerena domena

intenziteta nalazi ispod aerobnog praga, teška između aerobnog i anaerobnog praga, a žestoka iznad anaerobnog praga (Burnley & Jones, 2007). Naime, trening unutar umjerene domene intenziteta podrazumijeva vježbanje na intenzitetu ispod aerobnog praga. Za vrijeme treninga unutar umjerene domene intenziteta ne dolazi do povećanja koncentracije laktata u krvi, odnosno laktati ostaju blizu početne razine ($< 2\text{ mmol/l}$). Primitak kisika vrlo brzo nakon primarnog odgovora, unutar 2 do 3 minute, postiže plato koji je blizu početnih vrijednosti te zadržava stabilno stanje tijekom cijelog treninga (Burnley & Jones, 2007). Frekvencija srca također se stabilizira tijekom prve tri minute treninga u umjerenoj domeni intenziteta te zadržava stabilno stanje. Stoga, reakcije primitka kisika i koncentracije laktata u krvi tijekom treninga u umjerenoj domeni intenziteta upućuju na to da se proizvodnja ATP-a primarno ostvaruje putem oksidativne fosforilacije, aktivacijom mišićnih vlakana tipa 1 te niskom razinom potrošnje mišićnog glikogena (Jamnick & sur., 2020). Trening koji se provodi u teškoj domeni intenziteta se odnosi na vježbanje između aerobnog i anaerobnog praga. Unutar teške domene intenziteta javlja se „spora komponenta“ primitka kisika koja predstavlja dodatnu aerobnu energiju potrebnu za održavanje nepromijenjenog vanjskog opterećenja. Zato dolazi do odgođene stabilizacije primitka kisika koja nastupa nakon otprilike 10 do 20 minuta (Burnley & Jones, 2007). Slična je i reakcija frekvencije srca kod koje dolazi do laganog povećanja pri istom naporu unutar teške domene intenziteta što je poznato kao „kardiovaskularni drift“ (Bok, 2021). Koncentracija laktata u krvi tijekom treninga u teškoj domeni intenziteta raste iznad početnih vrijednosti nakon čega postiže plato (2 do 4 mmol/l). Također, trening u teškoj domeni intenziteta podrazumijeva aktivaciju većeg udjela mišićnih vlakana tipa 2 i umjerenu potrošnju mišićnog glikogena (Jamnick & sur., 2020). Žestoka domena intenziteta odnosi se na trening iznad anaerobnog praga u kojem primitak kisika raste i ne postiže stabilizaciju, već dostiže maksimalne vrijednosti isto kao i frekvencija srca ukoliko trening duže traje (Burnley & Jones, 2007). Koncentracija laktata također raste s vremenom bez postizanja stabilizacije ($> 4\text{ mmol/l}$), a trening u žestokoj domeni aktivira još veći udio mišićnih vlakana tipa 2 i dovodi do brže i veće redukcije mišićnog glikogena od treninga u teškoj domeni intenziteta. Sukladno navedenom, subjektivna procjena opterećenja tijekom treninga u umjerenoj domeni vježbanja trebala bi biti 1 do 2, tijekom treninga u teškoj domeni 3 do 4, a u žestokoj domeni 5 do 6 (Jamnick & sur., 2020).

Određivanje intenziteta kod treninga izdržljivosti najčešće se provodi pomoću % maksimalnih ($\text{VO}_{2\text{max}}$, $v\text{VO}_{2\text{max}}$ ili FS_{max}) ili submaksimalnih (aerobni i anaerobni laktatni/ventilacijski prag) fizioloških pokazatelja (Jamnick & sur., 2020). Definiranje intenziteta treninga pomoću % maksimalnih pokazatelja ne omogućuje normaliziranje

intenziteta treninga između ispitanika, odnosno na taj način nije moguće definirati intenzitet kontinuiranog treninga izdržljivosti koji bi bio karakterističan za pojedinu domenu intenziteta (Mann, Lamberts & Lambert, 2013). Naime, pomoću % maksimalnih fizioloških pokazatelja nije moguće definirati granicu između domena intenziteta. S druge strane, programiranje treninga kao % aerobnog laktatnog praga ili aerobnog ventilacijskog praga omogućuje normaliziranje intenziteta treninga u okvirima homeostatskih domena intenziteta. Naime, aerobni ventilacijski/laktatni prag predstavlja valjani pokazatelj granice između umjerene i teške domene, dok vrijednosti kritične snage/brzine, odnosno anaerobnog ventilacijskog/laktatnog praga predstavljaju valjani pokazatelj granice između teške i žestoke domene intenziteta (Jamnick & sur., 2020). Zbog toga je pomoću navedenih parametara moguće određivati intenzitet treninga koji omogućuje provedbu aktivnosti unutar predviđenih domena intenziteta.

Subjektivni pokazatelji intenziteta treninga manje su istraženi u odnosu na objektivne u kontekstu programiranja kontinuiranih treninga izdržljivosti (Bok & sur., 2022; Jamnick & sur., 2020). Istraživanja su provedena na populaciji rekreativno aktivnih ljudi (Cochrane i suradnici, 2015a; Hill, Puddiford, Talbot & Price, 2020; Eston, Davies & Williams, 1987; Kang, Chaloupka, Mastrangelo, Donnelly, Martz & Robertson, 1998; Kang, Hoffman, Walker, Chaloupka & Utter, 2003; O'Malley, Fullerton & Mauger, 2023; Cochrane i sur., 2015b; Hutchinson, Paulson, Leicht, Bennett, Eston & Goosey-Tolfrey, 2023; Kang, Chaloupka, Biren, Mastrangelo & Hoffman, 2009; Glass, Knowlton & Becque, 1992; Ceci i Hassmen, 1990), umjereno treniranih trkača (Cochrane-Snyman, Housh, Smith, Hill & Jenkins, 2019), umjereno treniranih biciklista (O'Grady, Passfield & Hopker, 2021), elitnih sportaša izdržljivosti (Losnegard i sur., 2021) te populaciji kardiovaskularnih bolesnika (Carvalho, Bocchi & Guimaraes, 2009; Ciolac, Castro, Greve, Bacal, Bocchi & Guimaraes, 2015) kroz različite eksperimentalne nacрте i metode utvrđivanja valjanosti skale subjektivne procjene opterećenje.

Carvalho i suradnici (2009) proveli su istraživanje na pacijentima sa zatajenjem srca kako bi ispitali može li Borgova skala biti korištena za praćenje i samoreguliranje vježbanja na kopnu i u vodi održavajući pacijente između aerobnog praga i respiratorne kompenzacijske točke, odnosno unutar teške domene intenziteta. Svi ispitanici proveli su progresivni test opterećenja te 30-minutno vježbanje. Ispitanicima je dana uputa da vježbaju na brzini između subjektivnog osjećaja *lagano* do *donekle teško*, točnije između 11 i 13 na Borgovoj skali u rasponu od 6 do 20. Za vrijeme vježbanja kontinuirano je praćena frekvencija srca, a rezultati ovog istraživanja ukazuju da vježbanje vođeno Borgovom skalom između subjektivnog

osjećaja *lagano do donekle teško* (11 i 13) pruža akutnu reakciju frekvencije srca koja je u skladu s prostorom između aerobnog praga i respiratorne kompenzacijske točke, odnosno unutar teške domene intenziteta što potvrđuje valjanost skale za praćenje i samoreguliranje vježbanja kod pacijenata sa zatajenjem srca.

Ciolac i suradnici (2015) proveli su istraživanje sličnog eksperimentalnog nacrta na 15 ispitanika nakon transplantacije srca te potvrđuju da Borgova skala može biti koristan način propisivanja i samoregulacije vježbanja na kopnu i u zagrijanoj vodi. Točnije, oni također potvrđuju da provođenje vježbanja između 11 i 13 na Borgovoj skali od 6 do 20 dovodi do akutne reakcije frekvencije srca koja je između aerobnog ventilacijskog praga i respiratorne kompenzacijske točke.

Nadalje, Glass i suradnici (1992) željeli su utvrditi preciznost skale subjektivne procjene opterećenja utvrđene na progresivnom testu opterećenja za propisivanje vježbanja na traci. Petnaest tjelesno aktivnih muškaraca provelo je progresivni test opterećenja u sklopu kojega je bilježena subjektivna procjena opterećenja zadnjih 10 sekundi svake minute testa. Također, na temelju vršne vrijednosti frekvencije srca i frekvencije srca u mirovanju, izračunata je ciljane frekvencija srca za provođenje treninga. Ona je izražena kao 75% od rezerve srčane frekvencije te je ponovnim uvidom u rezultate progresivnog testa utvrđena ocjena subjektivne procjene opterećenja na ciljanoj vrijednosti frekvencije srca za svakog ispitanika. Zatim je proveden trening u trajanju od 10 minuta kojem je prethodilo 10 minuta zagrijavanja i prilagodbe na zadanu subjektivnu procjenu opterećenja koja odgovara frekvenciji srca zadanoj kao 75% rezerve srčane frekvencije. Za vrijeme treninga bilježeni su frekvencija srca, primitak kisika i minutna ventilacija svakih pola minute te su analizirane razlike u ovim parametrima između vrijednosti zabilježenih na progresivnom testu opterećenja koje odgovaraju intenzitetu od 75% rezerve srčane frekvencije i vrijednosti zabilježenih tijekom 10-minutnog treninga provedenog na ocjeni subjektivne procjene opterećenja koja odgovara istom intenzitetu. Za vrijednosti primitka kisika i ventilacije nije utvrđena statistički značajna razlika između progresivnog testa i treninga, dok za vrijednosti frekvencije srca postoji razlika između testa i treninga. Autori pretpostavljaju kako 10 minuta zagrijavanja nije bilo dovoljno za postizanje stabilnog stanja frekvencije srca te da naredni trening od 10 minuta predstavlja nastavak zagrijavanja s obzirom na to da ispitanici postižu plato u 6. minuti treninga. Međutim, od 6. minute treninga vrijednosti frekvencije srca bile su unutar 4 otkucaja po minuti od ciljane frekvencije srca, što navodi autore na zaključak da je frekvencija srca za vrijeme treninga bila točna, odnosno da je zamijećena značajna razlika u frekvenciji srca između testa i treninga rezultat neadekvatnog zagrijavanja. Sukladno tome, autori potvrđuju

valjanost subjektivne procjene opterećenja dobivene na progresivnom testu opterećenja kao precizne metode za propisivanje intenziteta trčanja na traci.

Ceci i Hassmen (1991) željeli su utvrditi može li skala subjektivne procjene opterećenja služiti kao regulatorna metoda za ostvarivanje učinkovitih i potencijalno različitih intenziteta tijekom trčanja. Ispitanici su tijekom ovog istraživanja trčali 2 puta po 3 minute na brzini koja prema njihovoj procjeni odgovara razini 11 („lagani napor“) na skali subjektivne procjene opterećenja, zatim 11 minuta na brzini koja odgovara razini 13 („donekle teško“) te 5 minuta na brzini koja odgovara razini 15 („teško“) skale subjektivne procjene opterećenja. Rezultati pokazuju da subjektivna procjena opterećenja može biti učinkovita u razlikovanju intenziteta tijekom trčanja. Točnije, oni utvrđuju da se brzina kretanja, frekvencija srca i koncentracija laktata značajno razlikuju između subjektivne procjene 11, 13 i 15 za vrijeme trčanja na traci i trčanja na stazi, što znači da se skala subjektivne procjene opterećenja može koristiti za praćenje, reguliranje i razlikovanje intenziteta vježbanja.

Sljedeća grupa studija ispitivala je valjanost subjektivne procjene opterećenja za reguliranje intenziteta vježbanja usporedbom kardiorespiratornih parametara procijenjenih na progresivnom testu opterećenja s parametrima dobivenim tijekom treninga na subjektivnoj procjeni opterećenja koja odgovara intenzitetu od 50% i 70% VO_{2max} (Dunbar & sur., 1992; Kang & sur., 1998; Kang & sur., 2003), odnosno 50% i 75% VO_{2max} (Kang & sur., 2009).

Dunbar i suradnici (1992) proveli su istraživanje na 17 ispitanika tako da svaki ispitanik prolazi dva progresivna testa opterećenja, jedan na pokretnom sagu i jedan na bicikl ergometru te nakon toga četiri treninga. Svi treninzi provedeni su dva puta po 8 minuta s 5 minuta pauze između. Prvi trening proveden je na pokretnom sagu na subjektivnoj procjeni opterećenja koja odgovara intenzitetu od 50% i 70% VO_{2max} , dobivenog na progresivnom testu opterećenja na traci. Drugi trening ispitanici su također provodili na traci, ali je intenzitet bio zadan subjektivnom procjenom opterećenja na 50% i 70% VO_{2max} dobivenog na progresivnom testu opterećenja na bicikl ergometru. Treći i četvrti trening proveden je na bicikl ergometru. Po istom principu, treći trening proveden je na subjektivnoj procjeni opterećenja koja odgovara intenzitetu od 50% i 70% VO_{2max} dobivenog na progresivnom testu opterećenja na traci, a četvrti trening na subjektivnoj procjeni opterećenja koja odgovara intenzitetu od 50% i 70% VO_{2max} dobivenog na progresivnom testu opterećenja na bicikl ergometru. Rezultati pokazuju da su niže vrijednosti frekvencije srca i primitka kisika zabilježene za vrijeme treninga u odnosu na progresivni test opterećenja samo u prvom treningu, i to pri intenzitetu od 70% VO_{2max} . Zbog toga Dunbar i suradnici (1992) potvrđuju valjanost subjektivne procjene opterećenja za regulaciju intenziteta vježbanja, iako se čini kako je ona malo manje precizna

kod višeg intenziteta.

Isto tako, Kang i suradnici (1998) potvrđuju valjanost subjektivne procjene opterećenja za određivanje intenziteta treninga koji uključuje vježbe gornjeg dijela tijela. Naime, oni pokazuju da nema statistički značajne razlike u parametrima primitka kisika, frekvencije srca i izlaznoj snazi koji su dobiveni na 50% i 70% VO_{2max} na progresivnom testu opterećenja i treninga na ručnom ergometru programiranog na temelju subjektivne procjene koja odgovara navedenim intenzitetima.

Nadalje, Kang i suradnici (2003) žele istražiti valjanost skale subjektivne procjene opterećenja za reguliranje intenziteta tijekom treninga duljeg trajanja. Za potrebe utvrđivanja valjanosti koriste OMNI skalu subjektivne procjene opterećenja od 0 do 10 koja se sastoji od opisnih i slikovnih prikaza. Svih 48 ispitanika u sklopu ovog istraživanja provodi progresivni test opterećenja tako da dio ispitanika radi test na pokretnom sagu, a dio na bicikl ergometru. Zatim su ispitanici podijeljeni u 4 grupe, i to tako da prve dvije grupe provode trening u istim uvjetima kao što su provodili testiranje, treća grupa koja je provela testiranje na pokretnom sagu radi trening na bicikl ergometru te četvrta grupa koja je provela testiranje na bicikl ergometru radi trening na pokretnom sagu. Sve grupe provode 2 treninga po 20 minuta programirana subjektivnom procjenom opterećenja koja odgovara intenzitetu od 50% i 70% VO_{2max} . Rezultati pokazuju da se vrijednosti primitka kisika ne razlikuju značajno između progresivnog testa opterećenja i treninga ni na 50% ni 70% VO_{2max} kada su progresivni test opterećenja i trening provedeni u istim uvjetima, dok je frekvencija srca bila značajno viša u zadnjoj minuti treninga na pokretnom sagu na 70% VO_{2max} u usporedbi s testom na pokretnom sagu. Autori višu frekvenciju srca pri kraju treninga na 70% VO_{2max} pripisuju činjenici da kada ispitanici koriste subjektivnu procjenu za određivanje intenziteta vježbanja ona nije primarni znak temeljem kojeg se procjenjuje opterećenje (Kang & sur., 2003). Sukladno tome, Kang i suradnici (2003) potvrđuju valjanost OMNI skale subjektivne procjene opterećenja za određivanje i održavanje intenziteta vježbanja.

Kang i suradnici (2009) također žele utvrditi hoće li duljina trajanja vježbanja utjecati na valjanost korištenja subjektivne procjene opterećenja za regulaciju intenziteta tijekom vježbanja. Ovo istraživanje provodi se na 20 ispitanika tako da svi ispitanici prvo prolaze progresivni test opterećenja pomoću kojeg je određena subjektivna procjena opterećenja, primitak kisika, frekvencija srca i izlazna snaga na 50 i 75% od VO_{2max} . Zatim svi ispitanici provode 4 treninga slučajnim redoslijedom. Dva treninga provedena su u trajanju od 20 minuta na subjektivnoj procjeni opterećenja koja odgovara intenzitetu od 50% i 75% VO_{2max} te 2 treninga u trajanju od 40 minuta na subjektivnoj procjeni opterećenja koja odgovara intenzitetu

od 50% i 75% VO_{2max} . Rezultati ove studije pokazali su niže vrijednosti frekvencije srca i izlazne snage tijekom treninga na oba intenziteta u odnosu na vrijednosti dobivene progresivnim testom opterećenja, iako između 20 i 40 minuta treninga nije bilo razlike. Za vrijednosti primitka kisika nisu zabilježene značajne razlike između vrijednosti dobivene na treningu i na progresivnom testu opterećenja ni u jednom od četiri treninga. Stoga, Kang i suradnici (2009) zaključuju da je subjektivna procjena opterećenja efikasan alat za postizanje i reguliranje željenog intenziteta tijekom dužeg trajanja treninga i potvrđuju da frekvencija srca nije primarni pokazatelj na temelju kojeg se procjenjuje percepcija napora tijekom vježbanja.

Valjanost subjektivne procjene opterećenja utvrđivala se i usporedbom akutnog odgovora (npr. frekvencije srca ili primitka kisika) dobivenog na progresivnom testu opterećenja na pragu i 15% iznad praga s akutnim odgovorom na trening koji je bio programiran subjektivnom procjenom opterećenja koja odgovara intenzitetu na pragu i na 15% iznad praga (Cochrane & sur., 2015a; Cochrane-Snyman & sur., 2019).

Istraživanje Cochrane i suradnika (2015a) ispituje valjanost subjektivne procjene opterećenja kao metode za programiranje treninga na umjereno treniranim biciklistima. Ispitanici provode progresivni test opterećenja na bicikl ergometru te se određuje njihova subjektivna procjena opterećenja na pragu i na 15% iznad praga. Zatim svi ispitanici provode trening programiran subjektivnom procjenom opterećenja na pragu koji odvaja umjerenu od teške domene intenziteta te trening na 15% iznad praga koji odgovara treningu u teškoj domeni intenziteta bilježeći metaboličke, kardiovaskularne, respiratorne odgovore i promjene u intenzitetu vožnje bicikla kroz 60 minuta. Rezultati pokazuju da se tijekom vožnje bicikla programirane subjektivnom procjenom opterećenja na pragu i na 15% iznad praga primitak kisika, frekvencija srca, respiracijski kvocijent, minutna ventilacija i izlazna snaga smanjuju kroz vrijeme, dok samo frekvencija disanja prati subjektivnu procjenu opterećenja kroz svih 60 minuta. Iako se primitak kisika smanjuje kroz 60 minuta vožnje bicikla i na pragu i na 15% iznad praga to nije statistički značajno kroz svih 60 minuta vožnje bicikla na pragu i kroz prvih 20 minuta na 15% iznad praga. Ovi rezultati navode autore na zaključak da se subjektivna procjena opterećenja može koristiti za regulaciju intenziteta na pragu, odnosno na točki koja odvaja umjerenu od teške domene intenziteta, ali ne i za treninge unutar teške domene intenziteta koji traju duže od 20 minuta (Cochrane & sur., 2015a).

Isto tako, Cochrane-Snyman i suradnici (2019) provode istraživanje s umjereno treniranim trkačima koji provode progresivni test opterećenja te dva treninga trčanja na pokretnom sagu od 60 minuta programirana subjektivnom procjenom opterećenja koja

odgovara aerobnom ventilacijskom pragu i 15% iznad aerobnog ventilacijskog praga. Ove intenzitete autori odabiru kao predstavnike umjerene domene intenziteta (trening na ventilacijskom pragu) i teške domene intenziteta (15% iznad ventilacijskog praga). Rezultati potvrđuju da 60-minutno trčanje na pokretnom sagu programirano subjektivnom procjenom koja odgovara intenzitetu na ventilacijskom pragu može biti primijenjeno za dobivanje odgovarajuće fiziološke reakcije kod rekreativno treniranih trkača, ali propisivanje trčanja na traci na temelju subjektivne procjene koja odgovara intenzitetu 15% iznad ventilacijskog praga može biti korišteno kroz 20 minuta ili manje. Nakon toga dolazi do pada željenog intenziteta zbog održavanja nepromijenjene subjektivne procjene opterećenja. Dakle, čini se da se propisivanje intenziteta vježbanja pomoću subjektivne procjene opterećenja može koristiti kroz 60 minuta na intenzitetima unutar umjerene domene vježbanja, ali samo za 20-minutne treninge ili kraće na intenzitetima unutar teške domene vježbanja.

Kroz dosadašnja istraživanja, valjanost subjektivne procjene opterećenja za reguliranje intenziteta treninga utvrđivana je i analizom razlika u akutnoj reakciji između treninga na intenzitetima koji ispitanici percipiraju kao 9, 13 i 17 na skali subjektivne procjene opterećenja (Eston & sur., 1987; Hill & sur., 2020).

Naime, Hill i suradnici (2020) provode istraživanje na 12 muških ispitanika koji prvo prolaze dva progresivna testa opterećenja, odnosno jedan na nožnom bicikl ergometru, a drugi na ručnom ergometru u svrhu određivanja VO_{2max} i maksimalne izlazne snage. Zatim kroz sljedeća tri dolaska ispitanici rade tri treninga kombinacijom rada ruku i nogu na ergometru na intenzitetu koji odgovara njihovoj subjektivnoj procjeni opterećenja 13, 9 i 17. Pritom je redoslijed odabran kako bi izbjegli utjecaj umora tijekom viših kategorija (17) na ostatak treninga. Rezultati pokazuju da se vrijednosti primitka kisika, frekvencije srca, minutne ventilacije te izlazne snage značajno razlikuju između kategorija, odnosno treninga na 9, 13 i 17. Također, kategorije se značajno razlikuju i u vrijednostima primitka kisika izražene kroz postotak od maksimalnih vrijednosti. Tako je u ovoj studiji zabilježeno da ispitanici tijekom kombiniranog rada ruku i nogu na ergometru na subjektivnoj procjeni opterećenja 9 postižu vrijednost od 52% VO_{2max} , na subjektivnoj procjeni 13 vrijednost od 69% VO_{2max} , a na subjektivnoj procjeni opterećenja 17 vrijednost od 92% VO_{2max} . Dakle, Hill i suradnici (2020) zaključuju da se subjektivna procjena opterećenja može koristiti kao valjana metoda za razlikovanje intenziteta vježbanja i tijekom kombiniranog rada ruku i nogu na ergometru.

Nadalje, u studiji koju provode Eston i suradnici (1987) 16 muških i 12 ženskih ispitanika provodi progresivni test opterećenja te trening na subjektivnoj procjeni opterećenja koja odgovara kategorijama 9, 13 i 17. Rezultati pokazuju da ispitanici u prosjeku na

subjektivnoj procjeni 9 postižu vrijednosti oko 50% VO_{2max} , na subjektivnoj procjeni 13 oko 70% VO_{2max} i na subjektivnoj procjeni 17 oko 90% VO_{2max} te da nema značajne razlike u proizvedenom % VO_{2max} između muškaraca i žena u kategorijama subjektivne procjene opterećenja 9, 13 i 17. Također, pokazuju da je subjektivna procjena opterećenja 13 korisna za postizanje primjerenog intenziteta za većinu aktivne populacije s obzirom na to da je kod svih ispitanika dovela do odgovora u rasponu od 60% do 84% VO_{2max} , što je u skladu s umjerenim do žustrim intenzitetom vježbanja.

Na tom tragu, Hutchinson i suradnici (2023) po prvi puta provode studiju u kojoj se prati akutni odgovor na intenzitet definiran subjektivnom procjenom 13 kroz 4 tjedna te se on uspoređuje s akutnim odgovorom na intenzitet definiran kao postotak od maksimalne izlazne snage. Potvrđuju da je vježbanje na ručnom biciklu na intenzitetu koji odgovara subjektivnoj procjeni 13 u skladu s fiziološkim odgovorima koji odgovaraju umjerenom do žustrom intenzitetu kod tjelesno aktivnih ispitanika (% VO_{2max} = 54-76%; % FS_{max} = 66-78%) te da nema značajne razlike u % VO_{2max} i % FS_{max} između treninga u kojem je intenzitet definiran subjektivnom procjenom 13 i treninga u kojem je intenzitet definiran postotkom od maksimalne izlazne snage. Stoga autori zaključuju da se kategorija 13 subjektivne procjene opterećenja može koristiti za reguliranje umjerenog do žustrog intenziteta vježbanja.

Naposljetku, Losnegard i suradnici (2021) istražuju valjanost subjektivne procjene opterećenja kao metode za utvrđivanje intenziteta kod vrhunskih sportaša izdržljivosti. Na uzorku od 160 ispitanika pokazuju da postoji vrlo snažna povezanost između subjektivne procjene opterećenja i fizioloških parametara (% FS , % VO_2 , koncentracije laktata u krvi), iako je koeficijent varijacije između ispitanika za navedene fiziološke parametre kao funkcija subjektivne procjene opterećenja nešto veći na nižim intenzitetima (10-15% na SPO 8) u odnosu na više intenzitete (5% na SPO 17). Ovi ih rezultati navode na zaključak da je subjektivna procjena opterećenja važna i valjana metoda za određivanje intenziteta kod vrhunskih sportaša izdržljivosti, iako se čini da je pouzdanija na višim intenzitetima (>70% VO_{2max}) u odnosu na niže intenzitete.

U skladu s navedenim, O'Grady i suradnici (2021) na uzorku od 20 dobro treniranih biciklista (VO_{2max} = 55.07 ± 11.06 ml/kg/min) potvrđuju kako se fiziološki parametri (FS , % FS_{max} , VO_2 , % VO_{2max} i V_E) povećavaju s porastom subjektivne procjene opterećenja. Također, njihovi rezultati pokazuju niži koeficijent varijacije za % FS_{max} , VO_2 i % VO_{2max} na višim vrijednostima subjektivne procjene opterećenja (17 u odnosu na 13 i 9), što ih dovodi do zaključka da je trening na temelju samoregulirajućeg intenziteta veće dosljednosti pri višim intenzitetima i dužim dionicama i kod dobro treniranih biciklista.

Valjanost subjektivne procjene opterećenja kao metode za programiranje treninga dosad se provjeravala na ispitanicima različite dobi i karakteristika. Međutim, u dosadašnjim studijama koristile su se različite metodologije i kriteriji. Na primjer, u većem broju studija koristila se usporedba akutnog odgovora (npr. FS ili VO_2) dobivenog na progresivnom testu opterećenja na pragu i 15% iznad praga s akutnim odgovorom na trening koji je bio programiran subjektivnom procjenom opterećenja koja odgovara intenzitetu na pragu i na 15% iznad praga kako bi se utvrdila valjanost (Cochrane & sur., 2015a; Cochrane-Snyman & sur., 2019). Nadalje, valjanost se utvrđivala i analizom razlika u akutnoj reakciji između treninga na intenzitetima koji ispitanici percipiraju kao 9, 13 i 17 na skali subjektivne procjene opterećenja (Eston & sur., 1987; Hill & sur., 2020) ili tako da su se uspoređivali kardiorespiratni parametri dobiveni na progresivnom testu opterećenja s parametrima dobivenim tijekom treninga na subjektivnoj procjeni opterećenja koja odgovara intenzitetu od 50% i 70% VO_{2max} (Dunbar & sur., 1992; Kang & sur., 1998; Kang & sur., 2003). Međutim, s obzirom na to da svaka od homeostatskih domena intenziteta ima specifičnu i jedinstvenu akutnu metaboličku, srčanožilnu, respiratornu i biomehaničku reakciju na zadani intenzitet, potrebno je valjanost subjektivne procjene opterećenja utvrditi analizirajući reakcije navedenih varijabli na zadani intenzitet subjektivne procjene.

Nadalje, u kontekstu subjektivne procjene opterećenja najčešće korištene skale za određivanje intenziteta su klasična Borgova kategorijska skala (6-20) te modificirana Borgova omjerno-kategorijska skala (0-10) (Borg, 1982; Eston, 2012). Obje skale dosad su se pokazale valjanima i pouzdanima za mjerenje intenziteta vježbanja (Pageaux, 2016). Usprkos tome, u većini dosadašnjih istraživanja korištena je klasična Borgova skala (6-20) za provjeru valjanosti subjektivne procjene opterećenja za određivanje intenziteta kontinuiranih treninga (Dunbar & sur., 1992; Kang & sur., 2008; Hill & sur., 2020). Također, dvije studije koristile su OMNI skalu subjektivne procjene opterećenja u cilju provjere valjanosti (Kang & sur., 2003; Cochrane & sur., 2015b). Navedeno se čini razumljivim s obzirom na to da je originalna skala (6-20) osmišljena za korištenje tijekom aerobnog vježbanja jer njezine ocjene rastu linearno s porastom frekvencije srca i primitka kisika (Pageaux, 2016). Bez obzira na to, Borgova omjerno-kategorijska skala (0-10) ima omjerne karakteristike, što dovodi do jasnijih razlika između kategorija te vjerojatno lakše i razumljivije primjene u praksi.

Dakle, istraživanja sugeriraju da je parametrima subjektivne procjene opterećenja dobivenim na progresivnom testu opterećenja moguće definirati intenzitet kontinuiranih treninga (Bok & sur., 2022). Naime, potvrđeno je da vrijednosti koje odgovaraju 50 i 70% od maksimalnog primitka kisika na progresivnom testu opterećenja nisu statistički značajno

različite od vrijednosti primitka kisika koje su dobivene treningom programiranim subjektivnom procjenom opterećenja koja odgovara 50 i 70% maksimalnog primitka kisika (Dunbar & sur., 1992; Kang & sur., 1998). Također, utvrđeno je da nema značajne razlike u primitku kisika na aerobnom pragu utvrđenom na progresivnom testu opterećenja i primitku kisika na treningu programiranom subjektivnom procjenom opterećenja koja odgovara aerobnom pragu (Cochrane & sur., 2015a; Cochrane-Snyman & sur., 2019). Isto tako, vrijednosti primitka kisika ne razlikuju se između vrijednosti prikupljenih na progresivnom testu opterećenja na 2,5 mmol/l i 4 mmol/l koncentracije laktata u krvi i vrijednosti primitka kisika prikupljenih tijekom treninga programiranih subjektivnom procjenom opterećenja na 2,5 mmol/l i 4 mmol/l (Stoudemire, Wideman, Pass, McGinnes, Gaesser, & Weltman, 1996).

Međutim, dosad nije istraženo posjeduje li omjerno-kategorijska skala subjektivne procjene opterećenje *per se* zadovoljavajuću konstrukcijsku valjanost za definiranje intenziteta kontinuiranih treninga. Naime, glavna prednost programiranja treninga subjektivnom procjenom opterećenja mogućnost je programiranja bez prethodne provedbe dijagnostičkog postupka, odnosno nekog oblika progresivnog testa opterećenja te bez skupe i sofisticirane opreme. Također, nitko dosad nije analizirao veći broj kategorija subjektivne procjene opterećenja, odnosno one za koje se smatra da pokrivaju prostor aerobnih kontinuiranih aktivnosti i da izazivaju adaptaciju aerobne izdržljivosti u rasponu od 2 do 6 (Mezzani & sur., 2012). Stoga je cilj ovog rada utvrditi konstrukcijsku valjanost kategorija subjektivne procjene opterećenja od 1 do 6 na Borgovoj omjerno-kategorijskoj skali (CR-10) koja se najčešće koriste za definiranje intenziteta kontinuiranih treninga aerobne izdržljivosti usklađenih s umjerenom i teškom domenom intenziteta.

2. CILJEVI I HIPOTEZE

Istraživanje je provedeno s općim ciljem utvrđivanja konstrukcijske valjanosti Borgove omjerno-kategorijske skale u rasponu od 0 do 10 za definiranje intenziteta kontinuiranih treninga izdržljivosti usklađenih s umjerenom, teškom i žestokom domenom intenziteta.

Hipoteze koje se postavljaju su sljedeće:

H1: Kategorije subjektivne procjene opterećenja od 1 do 6 mogu značajno razlikovati intenzitet pojedinih treninga

H2: Treninzi programirani na subjektivnoj procjeni opterećenja 1 i 2 omogućuju da intenzitet odgovara umjerenom domeni intenziteta

H3: Treninzi programirani na subjektivnoj procjeni opterećenja 3 i 4 omogućuju da intenzitet odgovara teškoj domeni intenziteta

H4: Treninzi programirani na subjektivnoj procjeni opterećenja 5 i 6 omogućuju da intenzitet odgovara žestokoj domeni intenziteta

H5: Biomehanička varijabla (brzina kretanja) neće se značajno mijenjati kroz treninge programirane subjektivnom procjenom opterećenja koji odgovaraju umjerenom domeni intenziteta, ali značajno će se smanjiti tijekom treninga koji odgovaraju teškoj i žestokoj domeni intenziteta

H6: Ventilacijski parametri i frekvencija srca neće se značajno mijenjati kroz sve treninge programirane subjektivnom procjenom opterećenja koji odgovaraju umjerenom, teškoj i žestokoj domeni intenziteta

3. METODE ISTRAŽIVANJA

3.1. Uzorak ispitanika

Uzorak ispitanika u ovom radu čini 18 mladih i zdravih osoba koji su studenti i zaposlenici Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Uzorak obuhvaća ispitanike obaju spolova (4 žene i 14 muškaraca) u dobi od 19 do 42 godine (tablica 1). Svi ispitanici imali su prethodno iskustvo provedbe kontinuiranih i intervalnih treninga izdržljivosti. Ispitanicima je unaprijed objašnjen cilj istraživanja te su svi dobrovoljno pristali na sudjelovanje. Također, ispitanici su bili upoznati kako mogu prekinuti sudjelovanje u bilo kojem trenutku te su potpisali pisani pristanak prije početka sudjelovanja. Protokol ovog istraživanja odobrilo je Etičko Povjerenstvo Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu (protokol #4/2024, prihvaćeno 12.2.2024). Nadalje, ispitanici su unaprijed bili upoznati sa skalom subjektivne procjene opterećenja koja je korištena u ovom istraživanju (slika 1). Prema klasifikaciji ispitanika koju predstavljaju McKay i suradnici (2021) četvero ispitanika u ovom radu pripada rangu 1 kojeg autori opisuju kao rekreativno aktivna populacija. To znači da dostižu preporuke svjetske zdravstvene organizacije za minimalnu razinu tjedne aktivnosti te da su uključeni u različite oblike aktivnosti i sporta bez naglaska na natjecanje. Ostalih 14 ispitanika, prema navedenoj klasifikaciji, pripada rangu 2 odnosno treniranoj populaciji. Oni se razlikuju od ispitanika u rangu 1 po svojoj predanosti treningu specifičnom za sport kojim se bave te po namjeri za sudjelovanjem na lokalnim natjecanjima (McKay & sur., 2021).

OCJENA	OPISNA KATEGORIJA
0	Odmor
1	Jako lagano
2	Lagano
3	Umjereno
4	Donekle teško
5	Teško
6	•
7	Jako teško
8	•
9	•
10	Maksimalno

Slika 1. Modificirana Borgova omjerno-kategorijska skala subjektivne procjene opterećenja. (Pageaux, 2016)

Tablica 1. Deskriptivni parametri ispitanika.

Varijabla	AS±SD
Dob	28,9±18,3
Visina (cm)	178,5±20,1
Masa (kg)	81,6±11,8
%masti	14,41±4,51
VO _{2max} (mL/kg/min)	52,72±6,34
FS _{max} (otk/min)	188,33±9,98
vmax (PTO) (km/h)	17,81±2,00
vVO _{2max} (km/h)	17,58±1,96
La _{max} (PTO)	12,57±2,05

Legenda: VO_{2max}: maksimalni primitak kisika; FS_{max}: maksimalna frekvencija srca; vmax: maksimalna brzina kretanja; PTO: progresivni test opterećenja; vVO_{2max}: minimalna brzina pri postizanju VO_{2max}; La_{max}: koncentracija laktata u krvi neposredno nakon PTO-a.

3.2. Opis eksperimentalnog protokola

U okviru eksperimentalnog postupka ispitanici su radili 7 odvojenih sesija. U sklopu jedne sesije ispitanici su proveli progresivni test opterećenja na pokretnom sagu u Sportsko-dijagnostičkom centru Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. U okviru ostalih 6 sesija ispitanici su provodili treninge kontinuiranog trčanja u trajanju od 20 minuta intenzitetom koji je bio definiran jednom od kategorija subjektivne procjene opterećenja. S obzirom na to da su se provodila kontinuirana trčanja, mjerila se akutna reakcija na subjektivnu procjenu opterećenja kategorija od 1 do 6. Trčanja su provedena na 400-metarskoj atletskoj stazi.

3.3. Antropometrijske mjere

Sve antropološke mjere su izmjerene u Sportsko-dijagnostičkom centru Kineziološkog fakulteta neposredno prije provedbe progresivnog testa opterećenja na pokretnom sagu. Tjelesna masa i postotak masti ispitanika izmjereni su pomoću analizatora sastava tijela (Tanita Corporation, Tokyo, Japan) te su zabilježene do najbližih 0,1 kilogram, odnosno 0,1%. Tjelesna visina svih ispitanika izmjerena je antropometrom (Gneupel Präzisionsmechanik, Bachenbülach, Switzerland) te je također zabilježena do najbližih 0,1 centimetra.

3.4. Maksimalni progresivni test opterećenja

Maksimalni progresivni test opterećenja proveden je u laboratorijskim uvjetima na pokretnom sagu (h/p Cosmos, Nussdorf-Traunstein, Njemačka) za sve ispitanike prema KF1 protokolu (Bok, Gulin, Škegro, Šalaj & Foster, 2023). Ispitanici su 1 minutu testa proveli u mirovanju, zatim 2 minute na brzini od 3 km/h te se nakon toga brzina pokretnog saga povećavala za 0,5 km/h svakih 30 sekundi do završetka testa, odnosno do otkaza. Tijekom testa nagib saga bio je konstantan (1%). Za vrijeme progresivnog testa opterećenja kontinuirano su praćeni frekvencija srca (SmartLAB, HMM Diagnostics GmbH, Heddeshheim, Njemačka) i primitak kisika (Quark CPET, Cosmed SRL, Rim, Italija) te su pri otkazu zabilježene njihove maksimalne vrijednosti. Posljednjih 10 sekundi svakog intervala od 30 sekundi ispitanici su upitani za subjektivnu procjenu opterećenja te je ocjena zabilježena. Također, zabilježena je i maksimalna brzina dostignuta na testu te je utvrđena koncentracija laktata u krvi neposredno nakon završetka testa. Koristilo se nekoliko kriterija za prekid testa, odnosno za utvrđivanje

stvarnih maksimalnih vrijednosti. To su dostizanje platoa primitka kisika, vrijednost respiracijskog kvocijenta iznad 1,15 te visoka razina laktata u krvi (Howley, Bassett & Welch, 1995). Prikupljeni sirovi podaci ventilacijskih parametara pročišćeni su i uprosječeni na period od 15 sekundi. Maksimalna vrijednosti primitka kisika utvrđena je kao najviša vrijednost u intervalu od 30 sekundi. Nadalje, utvrđene su vrijednosti primitka kisika pri aerobnom i anaerobnom pragu V-slope metodom (Beaver, Wasserman & Whipp, 1986) te vrijednosti frekvencije srca pri aerobnom i anaerobnom pragu. Brzina kretanja te subjektivna procjena opterećenja također su zabilježene kod obaju pragova.

3.5. Treninzi programirani na subjektivnoj procjeni opterećenja (od 1 do 6)

Treninzi programirani na subjektivnoj procjeni opterećenja (SPO) provedeni su na 400-metarskoj atletskoj stazi koja se nalazi u sklopu Sportskog parka „Mladost“. Ispitanici su dolazili na stadion 6 puta u periodu od mjesec dana kako bi proveli 6 kontinuiranih treninga trčanja u trajanju od 20 minuta. Prvim dolaskom ispitanici su trčali na SPO 1, drugim dolaskom na SPO 2 i tako do šestog dolaska. Prije početka svakog treninga ispitanicima je bila predočena skala subjektivne procjene opterećenja, a glavna uputa svima prije početka treninga bila je da intenzitet bude usklađen s kategorijom SPO-a na kojoj je treninga programiran te da prilagođavaju brzinu kretanja kako bi zadržali istu SPO tijekom svih 20 minuta. Svi treninzi provedeni su tijekom travnja i svibnja 2024. godine na prosječnoj temperaturi zraka $19,2 \pm 4,0^{\circ}\text{C}$. Tijekom svih treninga primitak kisika i minutna ventilacija mjereni su kontinuirano (Metamax 3b, Cortex, Biophysik, Leipzig, Germany). Frekvencija srca bilježena je tijekom svake sesije prsnom trakom za mjerenje otkucaja srca (Polar H10, Polar Team App, Kempele Finland), dok je koncentracija laktata u krvi (Lactate Scout+, EKF Diagnostics, Cardiff, UK) mjerena u prvoj minuti nakon završetka trčanja. Brzina trčanja (StatSports APEX) mjerena je tijekom treninga s frekvencijom od 10 Hz.

Varijable koje su odabrane za analizu unutar pojedinog treninga programiranog na pojedinoj kategoriji SPO su VO_2 , FS, V_E i v . Kardiorespiratorne varijable (FS, VO_2 , V_E) te varijabla brzine kretanja (v) analizirane su kroz 20 minuta u 8 vremenskih točaka u rasponu od 2,5 minute. Varijable su kreirane tako da predstavljaju prosječnu vrijednost svake vremenske točke. Prosječna vrijednost svake vremenske točke dobivena je kao prosjek vrijednosti od 1 sekunde do 2,5 minute, od 2,5 minute do 5. minute i tako za svih 8 vremenskih točki.

3.6. Metode obrade podataka

Nakon završetka mjerenja svi podaci analizirani su i obrađeni programom Statistica 12 (Palo Alto, Kalifornija, SAD). Za sve analize provjerena je normalnost distribucije preko Shapiro-Wilk testa. U programu je provedena statistička analiza kako bi se dobili deskriptivni pokazatelji svih varijabli korištenih u istraživanju. Kako bi se utvrdila razlika u akutnoj reakciji između pojedinih segmenata treninga (8 vremenskih točaka) provedena je univarijatna analiza varijance za ponovljena mjerenja (ANOVA). U svrhu utvrđivanja konstrukcijske valjanosti SPO uspoređena je akutna reakcija svih varijabli s vrijednosti na aerobnom i anaerobnom pragu. Također, provedena je univarijatna analiza varijance za ponovljena mjerenja (ANOVA) između kategorija SPO od 1 do 6. Kada je ostvarena značajnost za sve efekte, proveden je *post-hoc* test (Bonferroni) kako bi se utvrdilo mjesto statistički značajnih razlika između vremenskih točaka svake varijable unutar svakog treninga te između kategorija SPO-a. Statistička značajnost postavljena je na $p < 0,05$.

4. REZULTATI

Rezultati ANOVE za ponovljena mjerenja za prosječne vrijednosti svih analiziranih varijabli između 6 provedenih treninga programiranih subjektivnom procjenom opterećenja prikazani su u tablici 2.

Tablica 2. Prosječne vrijednosti v, FS, VO₂, V_E i La svih treninga programiranih subjektivnom procjenom opterećenja od 1 do 6 svih analiziranih varijabli između pojedinih treninga programiranih subjektivnom procjenom opterećenja.

	v_prosjek (AS±SD)	FS_prosjek (AS±SD)	VO ₂ _prosjek (AS±SD)	V _E _prosjek (AS±SD)	La_poslije (AS±SD)
SPO 1 (AS±SD)	6,6±1,6 ^a	119,6±11,9 ^a	23,7±6,1 ^a	43,5±14,8 ^a	1,1±0,6 ^a
SPO 2 (AS±SD)	7,8±1,6 ^b	136,2±13,9 ^b	29,4±4,9 ^b	53,6±14,0 ^b	1,2±0,5 ^a
SPO 3 (AS±SD)	10,1±1,7 ^c	156,2±12,5 ^c	36,9±5,5 ^c	72,5±21,8 ^c	2,2±1,1 ^c
SPO 4 (AS±SD)	12,0±1,4 ^d	169,1±11,9 ^d	44,2±5,4 ^d	96,6±25,6 ^d	4,4±2,1 ^d
SPO 5 (AS±SD)	13,0±1,6 ^e	176,3±10,4 ^e	49,5±6,1 ^e	118,1±30,3 ^e	7,7±2,8 ^e
SPO 6 (AS±SD)	13,6±1,7 ^f	176,9±8,6 ^e	50,6±6,6 ^e	124,4±28,4 ^e	9,8±2,5 ^e

Legenda: v_prosjek: prosječna brzina kretanja cijelog treninga; FS_prosjek: prosječne vrijednosti frekvencije srca cijelog treninga; VO₂_prosjek: prosječne vrijednosti primitka kisika cijelog treninga; V_E_prosjek: prosječne vrijednosti minutne ventilacije cijelog treninga; La_poslije: vrijednosti koncentracije laktata nakon treninga. *Post-hoc*: statistička značajnost postavljena je na p<0,05

Različita slova označavaju značajne razlike između SPO-a.

Tablica 2 pokazuje da postoji statistički značajna razlika u analiziranim varijablama u treninzima programiranim subjektivnom procjenom opterećenja (p<0,05). Također su vidljivi rezultati *post-hoc* analize koja pokazuje da sve vrijednosti značajno rastu od prvog treninga programiranog SPO 1 do petog treninga programiranog SPO 5. Iznimka je koncentracija laktata u krvi kod koje nema značajne razlike između treninga programiranog na SPO 1 i SPO 2. Nadalje, između treninga programiranih na SPO 5 i 6 nema statistički značajnih razlika osim u brzini kretanja kod koje je također vidljiv značajan porast u treningu na SPO 6 u odnosu na trening programiran SPO 5.

Tablica 3. Prosječne vrijednosti VO_2 , FS, v i V_E svake vremenske točke prikupljene tijekom treninga programiranog na SPO 1.

Vremenske točke (min)	VO_2 _prosjek	FS_prosjek	v _prosjek	V_E _prosjek
2,5	21,28±5,13	114,68±10,35	6,81±1,64	37,87±12,09
5	24,85±6,23*	117,72±10,73	6,76±1,67	43,86±15,76*
7,5	24,50±6,32*	118,95±11,82	6,65±1,68	44,49±15,39*
10	24,36±6,41*	120,57±11,93	6,61±1,69	44,70±14,89*
12,5	24,06±6,50	120,72±12,9	6,51±1,6	44,81±15,71*
15	23,78±6,32#	120,81±13,95	6,46±1,64# ⁺	43,97±14,59*
17,5	23,62±6,33# [§]	121,67±13,85	6,45±1,66#	43,82±14,76*
20	23,55±6,50# [§]	121,9±14,49	6,41±1,65# [§]	44,64±16,41*

Legenda: VO_2 _prosjek: prosječna vrijednost primitka kisika svake vremenske točke; FS_prosjek: prosječna vrijednost frekvencije srca svake vremenske točke; v _prosjek: prosječna brzina kretanja svake vremenske točke; V_E _prosjek: prosječna minutna ventilacija svake vremenske točke. *Post-hoc*: statistička značajnost postavljena je na $p < 0,05$

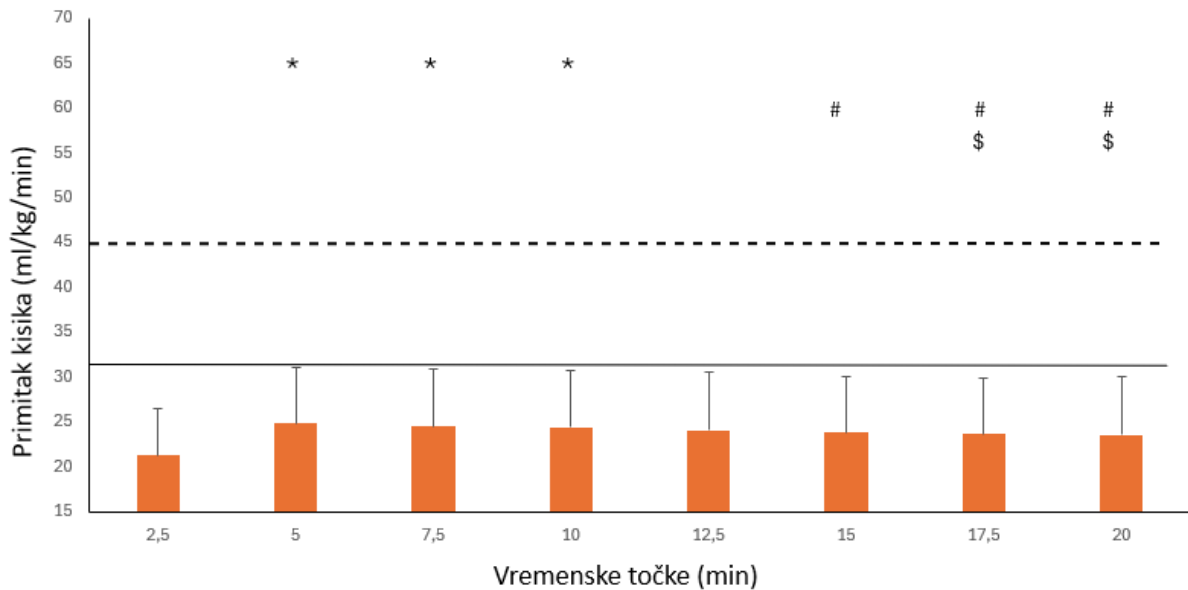
*statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 2,5. minuti treninga

#statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 5. minuti treninga

§statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 7,5. minuti treninga

+statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 10. minuti treninga

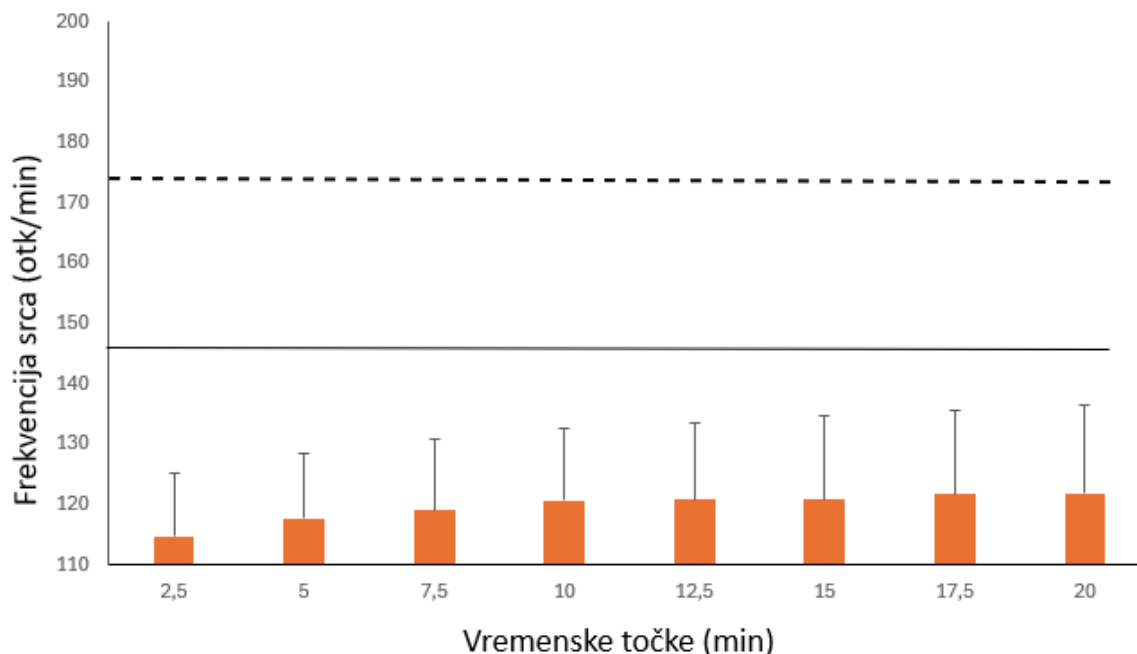
Rezultati pokazuju da postoji statistički značajna razlika između vrijednosti prosječnog primitka kisika kroz 8 vremenskih točki u treningu na SPO 1 ($F=15,40$; $p < 0,001$). *Post-hoc* analiza (slika 2.) otkriva da je prosječna vrijednost zabilježena u 2,5. minuti treninga (21,28±5,13) značajno niža u odnosu na vrijednosti zabilježene u 5. (24,85±6,23), 7,5. (24,50±6,32) te 10. (24,36±6,41) minuti treninga. Vrijednost zabilježena u 5. minuti (24,85±6,23) značajno je viša u odnosu na vrijednosti 6. (23,78±6,32), 7. (23,62±6,33) i 8. (23,55±6,50) minute treninga. Prosječna vrijednost zabilježena u 7,5. minuti (24,50±6,32) značajno je viša u odnosu na vrijednost u 17,5. (23,62±6,33) i 20. (23,55±6,50) minuti treninga. Također, prosječne vrijednosti primitka kisika svih 8 vremenskih točki niže su od vrijednosti primitka kisika na aerobnom pragu (31,73 ml/kg/min) te vrijednosti primitka kisika na anaerobnom pragu (44,87 ml/kg/min).



Slika 2. Prosječne vrijednosti primitka kisika svake vremenske točke u odnosu na aerobni i anaerobni prag prikupljenje tijekom treninga programiranog na SPO 1. Legenda: Puna linija označava aerobni prag, a isprekidana linija anaerobni prag. Statistička značajnost postavljena je na $p < 0,05$

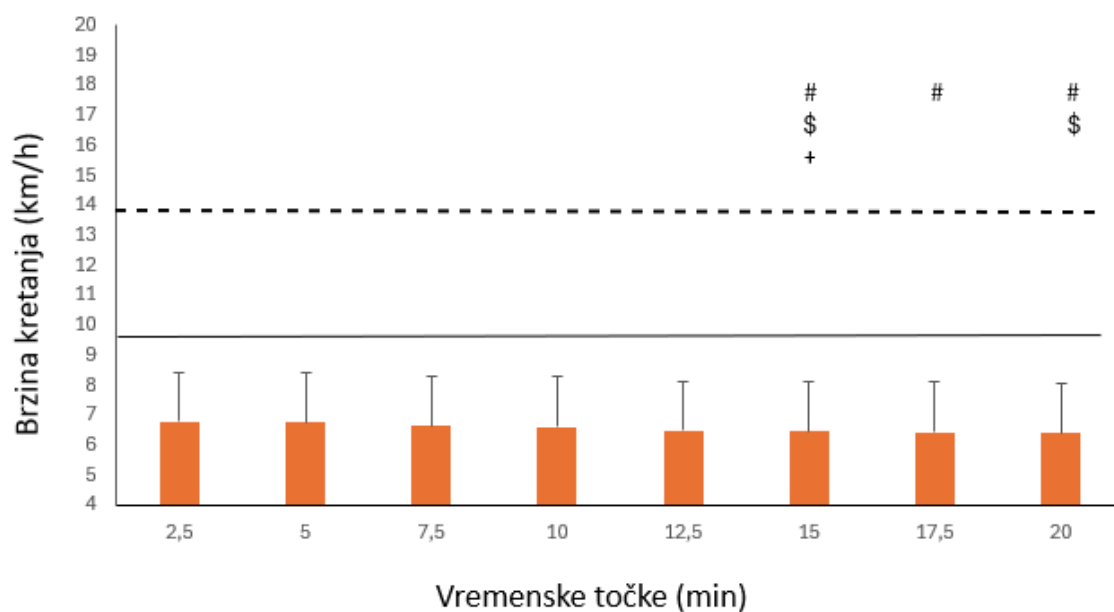
* statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 2,5. minuti treninga
 # statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 5. minuti treninga
 \$ statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 7,5. minuti treninga

Utvrđena je značajna razlika između prosječnih vrijednosti frekvencije srca kroz 8 vremenskih točki tijekom treninga programiranog na SPO 1 ($F=5,75$; $p < 0,001$). *Post-hoc* analiza (slika 3.) pokazuje da postoji razlika između vrijednosti kroz 8 vremenskih točki, ali one nisu statistički značajne ($p < 0,05$). Također, na slici 3 vidi se da su prosječne vrijednosti svih 8 vremenskih točki niže u odnosu na vrijednosti frekvencije srca pri aerobnom pragu (146,72) i anaerobnom pragu (173,78).



Slika 3. Prosječne vrijednosti frekvencije srca svake vremenske točke u odnosu na aerobni i anaerobni prag prikupljene tijekom treninga na SPO 1. Legenda: Puna linija označava aerobni prag, a isprekidana linija označava anaerobni prag.

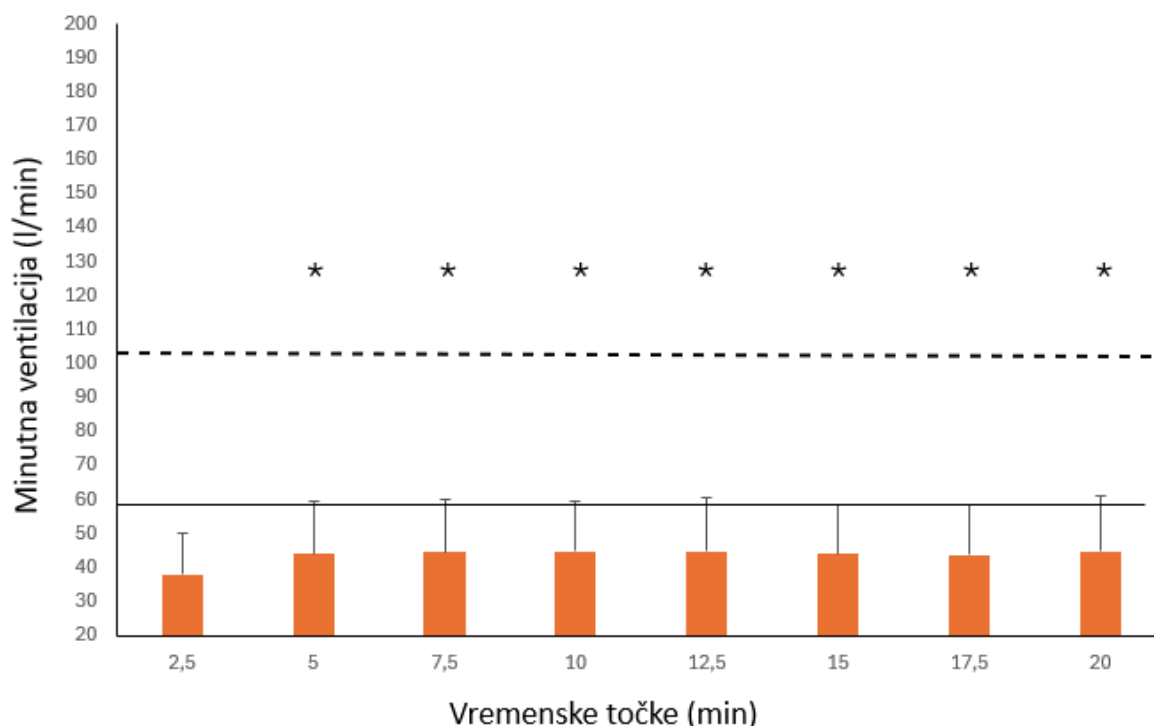
Utvrđena je i značajna razlika između prosječnih vrijednosti brzine kretanja kroz 8 vremenskih točki tijekom treninga programiranog na SPO 1 ($F=5,46$; $p<0,001$). *Post-hoc* analiza (slika 4.) pokazuje da je prosječna vrijednost zabilježena u 5. minuti treninga ($6,76\pm 1,67$) značajno viša od vrijednosti zabilježenih u 15. ($6,46\pm 1,64$), 17,5. ($6,45\pm 1,66$) i 20. ($6,41\pm 1,65$) minuti treninga. Također, prosječna vrijednost u 7,5. minuti ($6,65\pm 1,68$) značajno je viša u odnosu na vrijednosti 15. ($6,46\pm 1,64$) te 20. ($6,41\pm 1,65$) minute treninga, dok je prosječna vrijednost u 10. minuti ($6,61\pm 1,69$) značajno viša u odnosu na vrijednost zabilježenu u 15. minuti treninga ($6,46\pm 1,64$). Prosječne vrijednosti brzine kretanja svih 8 vremenskih točki niže su u odnosu na brzinu kretanja pri aerobnom pragu ($9,56\text{km/h}$) te brzinu kretanja pri anaerobnom pragu ($13,92\text{km/h}$).



Slika 4. Prosječne vrijednosti brzine kretanja svake vremenske točke u odnosu na aerobni i anaerobni prag prikupljene tijekom treninga na SPO 1. Legenda: Puna linija označava aerobni prag, a isprekidana linija označava anaerobni prag. Statistička značajnost postavljena je na $p < 0,05$.

#statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 5. minuti treninga
 \$statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 7,5. minuti treninga
 +statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 10. minuti treninga

Rezultati pokazuju značajne razlike i između prosječnih vrijednosti minutne ventilacije kroz 8 vremenskih točki tijekom treninga programiranog na SPO 1 ($F=15,98$; $p < 0,001$). Rezultat *post-hoc* analize pokazuje da je prosječna vrijednost zabilježena u 2,5. minuti treninga ($37,87 \pm 12,09$) značajno niža u odnosu na sve ostale vremenske točke (slika 5). Prosječne vrijednosti minutne ventilacije svih 8 vremenskih točki niže su u odnosu na vrijednost na aerobnom pragu ($59,81$ l/min) te vrijednost na anaerobnom pragu ($102,30$ l/min).



Slika 5. Prosječne vrijednosti minutne ventilacije svake vremenske točke u odnosu na aerobni i anaerobni prag prikupljene tijekom treninga programiranog na SPO 1. Legenda: Puna linija označava aerobni prag, a isprekidana linija označava anaerobni prag. Statistička značajnost postavljena je na $p < 0,05$

*statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 2,5. minuti treninga

Tablica 4. Prosječne vrijednosti VO_2 , FS, v i V_E svake vremenske točke prikupljene tijekom treninga programiranog na SPO 2.

SPO 2	VO_2 _prosjeak	FS_prosjeak	v _prosjeak	V_E _prosjeak
2,5	25,60±3,47	125,90±12,30	8,06±1,35	44,59±10,19
5	30,26±4,90*	133,38±13,72*	7,97±1,52	53,14±14,29*
7,5	30,19±5,11*	136,01±14,72*#	7,88±1,61	54,26±14,66*
10	30,13±5,24*	137,70±14,40*#	7,78±1,68	55,10±14,54*
12,5	29,89±5,29*	138,52±14,97*#	7,72±1,71	55,09±14,54*
15	29,77±5,48*	139,14±15,00*#	7,64±1,71***	55,36±14,78*
17,5	29,72±5,37*	139,50±14,82*#	7,65±1,72+	55,47±15,25*
20	29,76±5,29*	139,57±14,36*#	7,61±1,74*#	55,66±15,03*

Legenda: VO_2 _prosjeak: prosječna vrijednost primitka kisika svake vremenske točke; FS_prosjeak: prosječna vrijednost frekvencije srca svake vremenske točke; v _prosjeak: prosječna brzina kretanja svake vremenske točke; V_E _prosjeak: prosječna minutna ventilacija svake vremenske točke. Post-hoc: statistička značajnost postavljena je na $p < 0,05$

*statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 2,5. minuti treninga

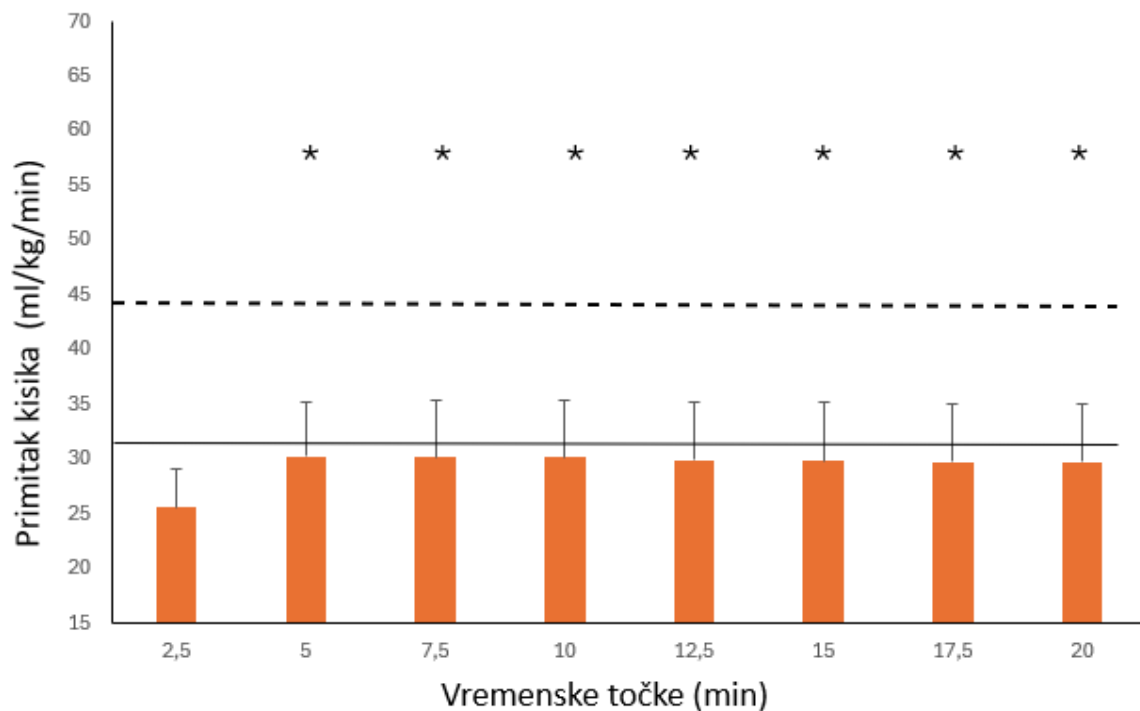
#statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 5. minuti treninga

\$statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 7,5. minuti treninga

+statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 10. minuti treninga

**statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 12,5. minuti treninga

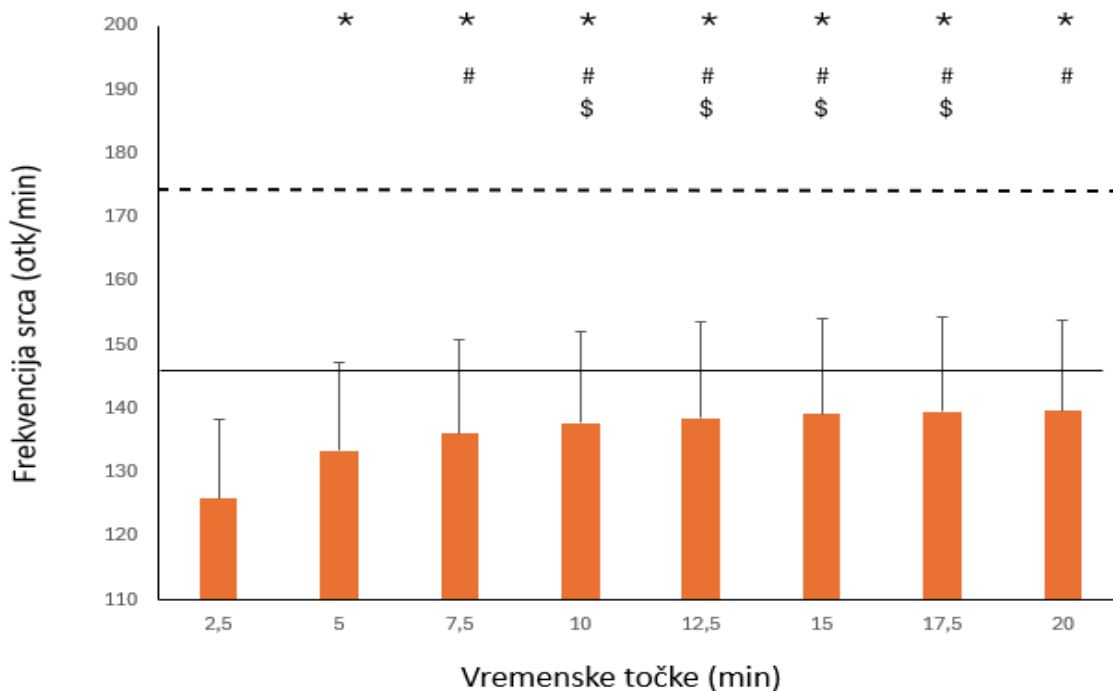
Rezultati prosječnog primitka kisika tijekom treninga programiranog na SPO 2 pokazuju da postoji statistički značajna razlika između vrijednosti kroz 8 vremenskih točki ($F=31,09$; $p<0,001$). *Post-hoc* analiza (slika 6.) otkriva da je prosječna vrijednost zabilježena u 2,5. minuti treninga ($25,60\pm 3,47$) značajno niža u odnosu na vrijednosti primitka kisika svih ostalih vremenskih točki. Prosječne vrijednosti primitka kisika svih 8 vremenskih točki niže su od vrijednosti primitka kisika na aerobnom pragu ($31,73$ ml/kg/min) te vrijednosti primitka kisika na anaerobnom pragu ($44,87$ ml/kg/min).



Slika 6. Prosječne vrijednosti primitka kisika svake vremenske točke u odnosu na aerobni i anaerobni prag prikupljene tijekom treninga programiranog na SPO 2. Legenda: Puna linija označava aerobni prag, a isprekidana linija označava anaerobni prag. Statistička značajnost postavljena je na $p<0,05$.

* statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 2,5. minuti treninga

Utvrđena je značajna razlika između prosječnih vrijednosti frekvencije srca kroz 8 vremenskih točki tijekom treninga programiranog na SPO 2 ($F=30,47$; $p<0,001$). *Post-hoc* analiza (slika 7.) pokazuje da je prosječna vrijednost zabilježena u 2,5. minuti treninga ($125,90\pm 12,30$) značajno niža u odnosu na vrijednosti svih ostalih vremenskih točaka. Prosječna vrijednost zabilježena u 5. minuti ($133,38\pm 13,72$) značajno je niža u odnosu na vrijednosti svih vremenskih točki koje joj slijede, dok je prosječna vrijednost zabilježena u 7,5. minuti ($136,01\pm 14,72$) značajno niža u odnosu na sve vremenske točke koje joj slijede osim vrijednosti 20. minute ($139,57\pm 14,36$). Prosječne vrijednosti frekvencije srca svih 8 vremenskih točki niže su u odnosu na vrijednost frekvencije srca na aerobnom pragu ($146,72$ otk/min) te vrijednost frekvencije srca na anaerobnom pragu ($173,78$ otk/min).



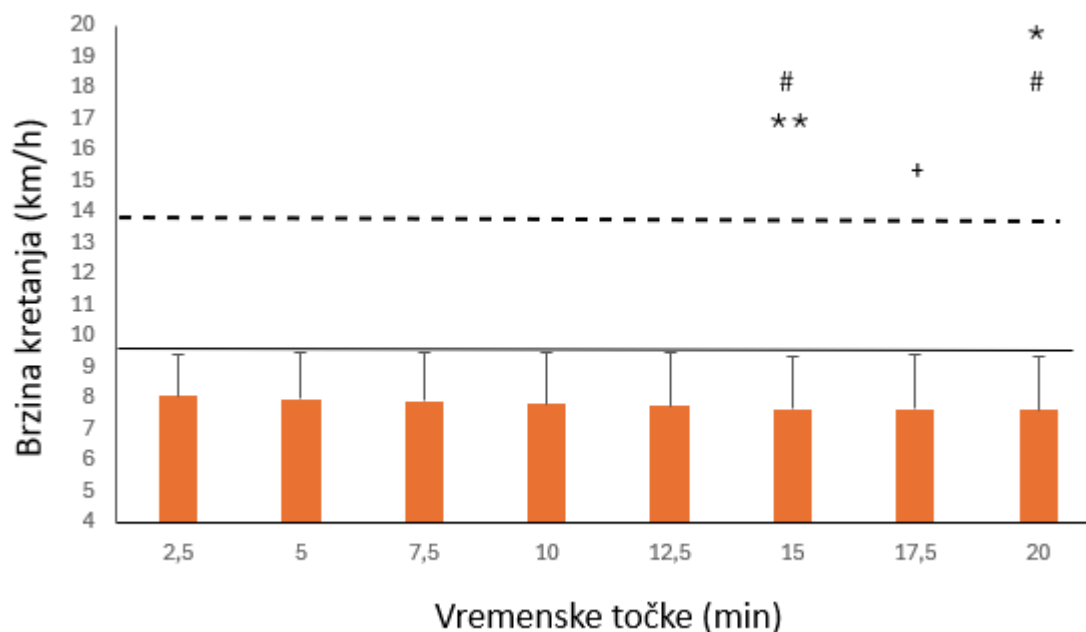
Slika 7. Prosječne vrijednosti frekvencije srca svake vremenske točke u odnosu na aerobni i anaerobni prag prikupljene tijekom treninga programiranog na SPO 2. Legenda: Puna linija označava aerobni prag, a isprekidana linija označava anaerobni prag. Statistička značajnost postavljena je na $p<0,05$.

*statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 2,5. minuti

#statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 5. minuti treninga

\$statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 7,5. minuti treninga

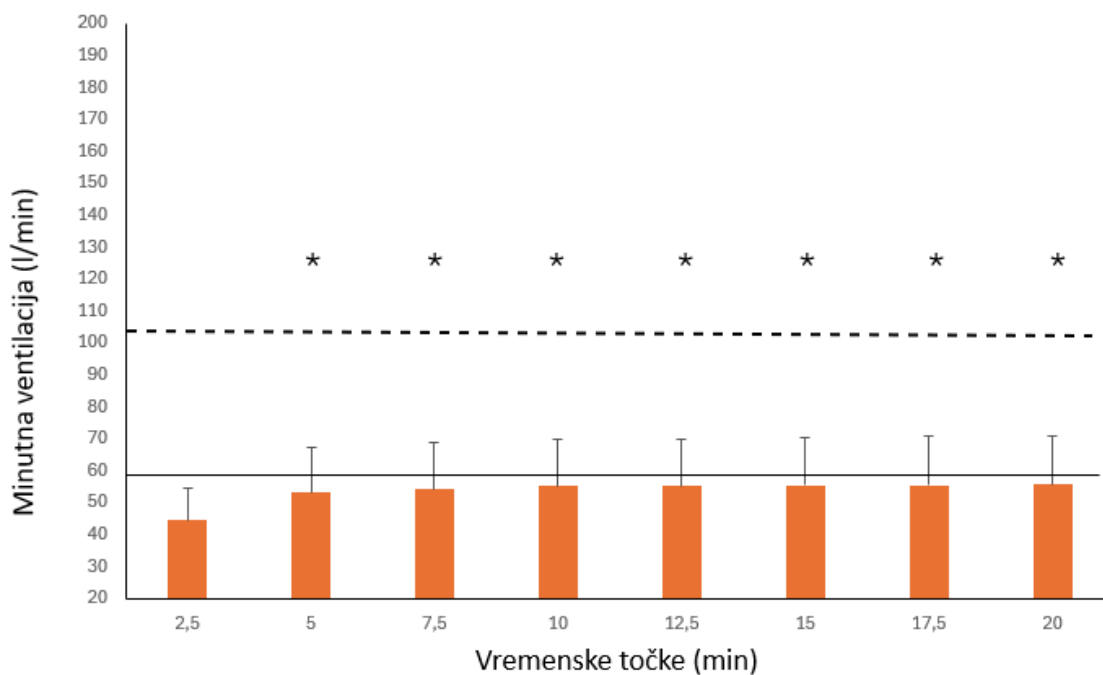
Utvrđena je i značajna razlika između prosječnih vrijednosti brzine kretanja kroz 8 vremenskih točki tijekom treninga programiranog na SPO 2 ($F=8,79$; $p<0,001$). Rezultati *post-hoc* analize (slika 8.) pokazuju da je prosječna vrijednost zabilježena u 2,5. minuti ($8,06\pm 1,35$) značajno viša u odnosu na prosječnu vrijednost u 20. minuti ($7,61\pm 1,74$). Prosječna vrijednost zabilježena u 5. minuti ($7,97\pm 1,52$) značajno je viša u odnosu na vrijednost u 15. ($7,64\pm 1,71$) i 20. ($7,61\pm 1,74$) minuti treninga. Prosječna vrijednost zabilježena u 10. minuti ($7,78\pm 1,68$) značajno je viša u odnosu na vrijednost u 17,5. minuti ($7,65\pm 1,72$) te je prosječna vrijednost u 12,5. minuti ($7,72\pm 1,71$) značajno viša u odnosu na vrijednost u 15. minuti ($7,64\pm 1,71$). Prosječne vrijednosti brzine kretanja svih 8 vremenskih točki niže su u odnosu na vrijednosti brzine kretanja na aerobnom pragu ($9,56$ km/h) te vrijednosti brzine kretanja na anaerobnom pragu ($13,92$ km/h).



Slika 8. Prosječne vrijednosti brzine kretanja svake vremenske točke u odnosu na aerobni i anaerobni prag prikupljene tijekom treninga programiranog na SPO 2. Legenda: Puna linija označava aerobni prag, a isprekidana linija označava anaerobni prag. Statistička značajnost postavljena je na $p<0,05$.

- *statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 2,5. minuti treninga
- #statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 5. minuti treninga
- +statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 10. minuti treninga
- **statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 12,5. minuti treninga

Rezultati pokazuju značajne razlike i između prosječnih vrijednosti minutne ventilacije kroz 8 vremenskih točki tijekom treninga programiranog na SPO 2 ($F=33,90$; $p<0,001$). Rezultat *post-hoc* analize (slika 10.) pokazuje da je prosječna vrijednost zabilježena u 2,5. minuti treninga ($44,59\pm 10,19$) značajno niža u odnosu na sve ostale vremenske točke. Također, prosječne vrijednosti minutne ventilacije svih 8 vremenskih točki niže su u odnosu na vrijednosti na aerobnom pragu ($59,81$ l/min) te vrijednosti na anaerobnom pragu ($102,30$ l/min).



Slika 9. Prosječne vrijednosti minutne ventilacije svake vremenske točke u odnosu na aerobni i anaerobni prag prikupljene tijekom teninga na SPO 2. Legenda: Puna linija označava aerobni prag, a isprekidana linija označava anaerobni prag. Statistička značajnost postavljena je na $p<0,05$.

*statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 2,5. minuti treninga

Tablica 5. Prosječne vrijednosti VO_2 , FS, v i V_E svake vremenske točke prikupljene tijekom treninga programiranog na SPO 3.

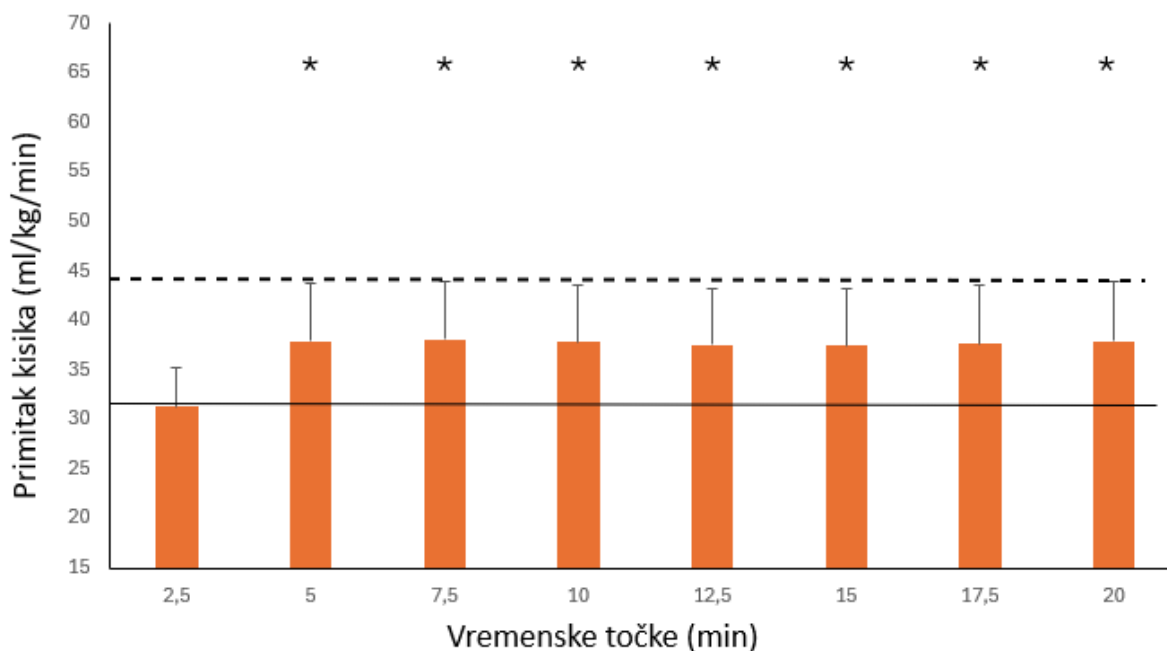
SPO 3	VO_2 _prosjeak	FS_prosjeak	v _prosjeak	V_E _prosjeak
2,5	31,28±3,92	142,76±12,43	10,56±1,54	58,78±16,61
5	37,92±5,83*	153,89±12,43*	10,32±1,63	72,56±23,48*
7,5	38,04±5,83*	157,18±11,77*#	10,22±1,69	73,93±23,05*
10	37,80±5,72*	158,60±12,30*#	10,11±1,73	74,30±22,82*
12,5	37,49±5,74*	158,45±13,45*	9,99±1,72	74,79±22,89*
15	37,40±5,76*	158,86±13,61*	9,96±1,74	74,46±22,15*
17,5	37,62±6,03*	159,67±13,52*	10,05±1,81	74,94±22,50*
20	37,86±6,13*	160,37±14,06*	9,97±1,87	75,85±22,84*

Legenda: VO_2 _prosjeak: prosječna vrijednost primitka kisika svake vremenske točke; FS_prosjeak: prosječna vrijednost frekvencije srca svake vremenske točke; v _prosjeak: prosječna brzina kretanja svake vremenske točke; V_E _prosjeak: prosječna minutna ventilacija svake vremenske točke. *Post-hoc*: statistička značajnost postavljena je na $p < 0,05$

*statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 2,5. minuti treninga

#statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 5. minuti treninga

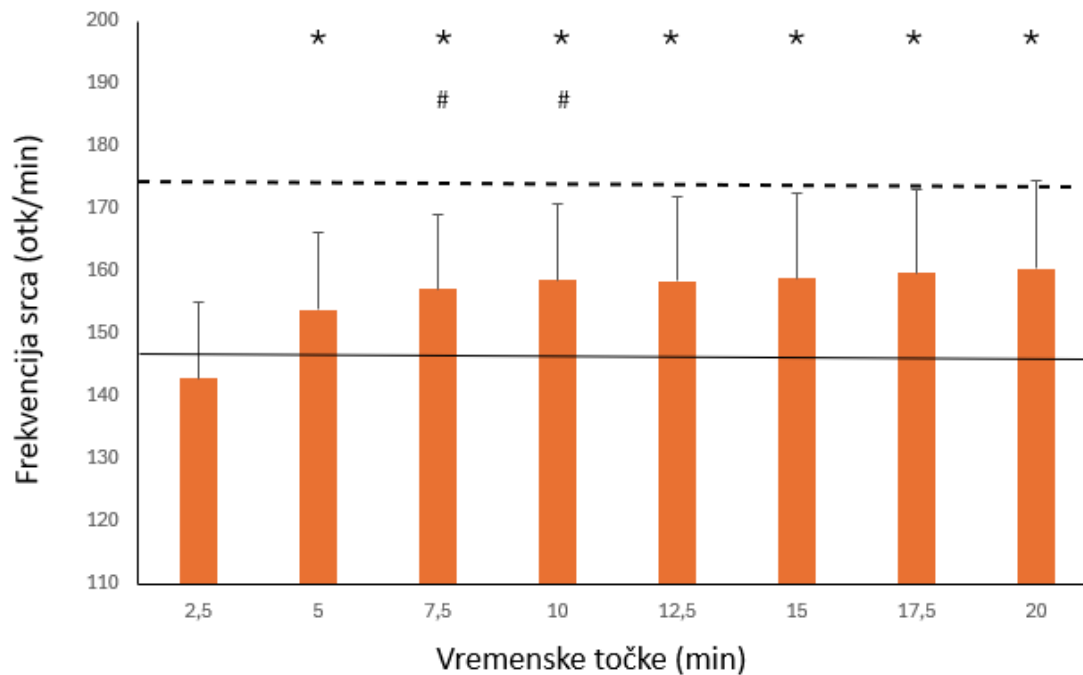
Rezultati prosječnog primitka kisika tijekom treninga programiranog na SPO 3 pokazuju da postoji statistički značajna razlika između vrijednosti kroz 8 vremenskih točki ($F=43,18$; $p < 0,001$). *Post-hoc* analiza (slika 10.) otkriva da je prosječna vrijednost zabilježena u 2,5. minuti (31,28±3,92) značajno niža u odnosu na vrijednosti primitka kisika svih ostalih vremenskih točki. Prosječne vrijednosti svih vremenskih točki, osim u 2,5. minuti više su od vrijednosti primitka kisika na aerobnom pragu (31,73 ml/kg/min), ali niže od vrijednosti primitka kisika na anaerobnom pragu (44,87 ml/kg/min). Prosječna vrijednost primitka kisika u 2,5. minuti malo je niža u odnosu na vrijednost primitka kisika na aerobnom pragu.



Slika 10. Prosječne vrijednosti primitka kisika svake vremenske točke u odnosu na aerobni i anaerobni prag prikupljene tijekom treninga programiranog na SPO 3. Legenda: Puna linija označava aerobni prag, a isprekidana linija označava anaerobni prag. Statistička značajnost postavljena je na $p < 0,05$.

*statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 2,5. minuti treninga

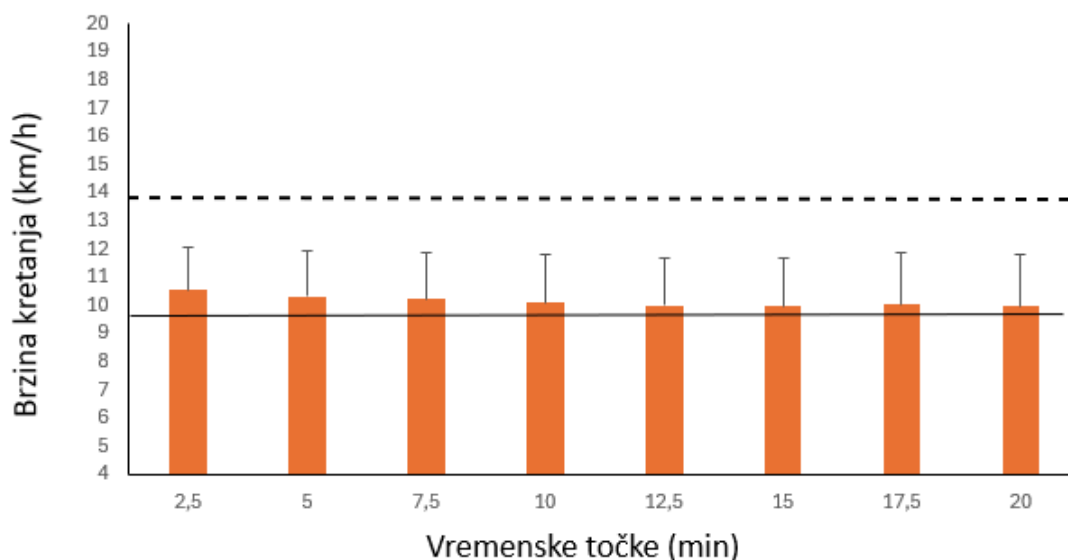
Utvrđena je značajna razlika između prosječnih vrijednosti frekvencije srca kroz 8 vremenskih točki tijekom treninga programiranog na SPO 3 ($F=41,02$; $p < 0,001$). *Post-hoc* analiza (slika 11.) pokazuje da je prosječna vrijednost zabilježena u 2,5. minuti ($142,76 \pm 12,43$) značajno niža u odnosu na vrijednosti svih ostalih vremenskih točki. Prosječna vrijednost zabilježena u 5. minuti ($153,89 \pm 12,43$) značajno je niža u odnosu na vrijednosti u 7,5. ($157,18 \pm 11,77$) i 10. ($158,60 \pm 12,30$) minuti. Prosječne vrijednosti frekvencije srca svih vremenskih točki, osim u 2,5. minuti više su u odnosu na vrijednosti frekvencije srca na aerobnom pragu ($146,72$ otk/min), ali niže u odnosu na vrijednosti frekvencije srca na anaerobnom pragu ($173,78$ otk/min). Prosječna vrijednost frekvencije srca u 2,5. minuti malo je niža u odnosu na vrijednost primitka kisika na aerobnom pragu.



Slika 11. Prosječne vrijednosti frekvencije srca svake vremenske točke u odnosu na aerobni i anaerobni prag prikupljene tijekom treninga programiranog na SPO 3. Legenda: Puna linija označava aerobni prag, a isprekidana linija označava anaerobni prag. Statistička značajnost postavljena je na $p < 0,05$.

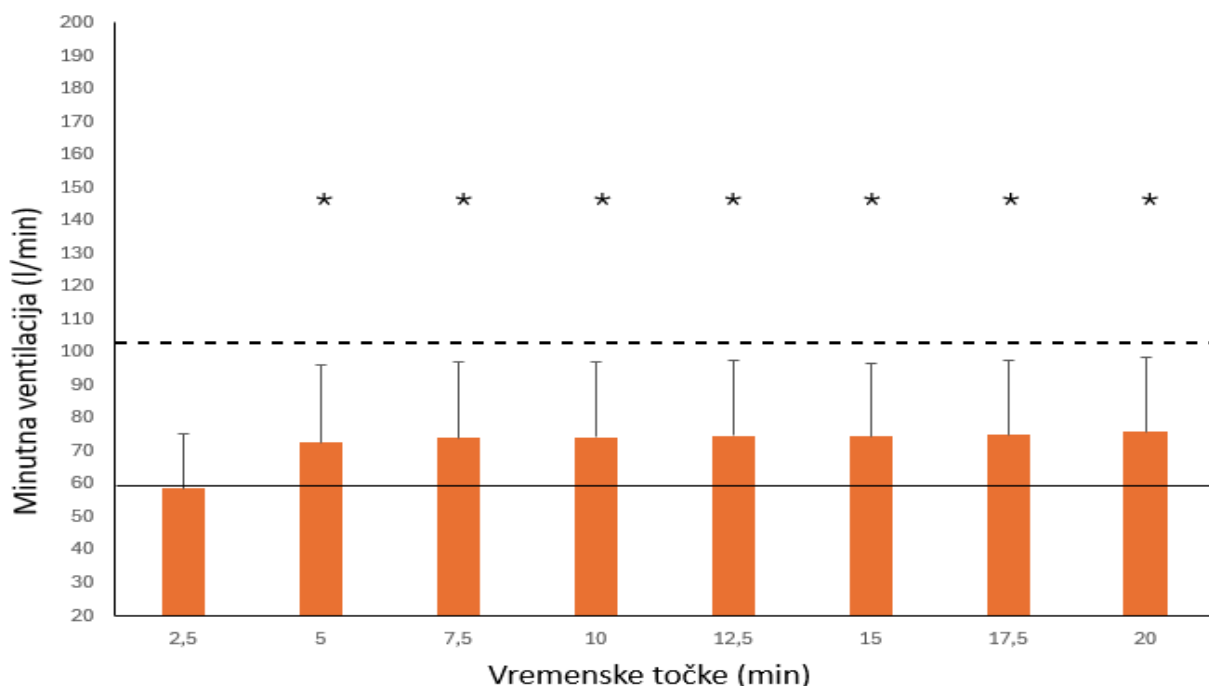
*statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 2,5. minuti treninga
 #statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 5. minuti treninga

Utvrđena je i značajna razlika između prosječnih vrijednosti brzine kretanja kroz 8 vremenskih točki tijekom treninga programiranog na SPO 3 ($F=6,33$; $p < 0,001$). *Post-hoc* analiza (slika 12.) pokazuje da se brzina kretanja snižava kroz vrijeme, ali razlike nisu statistički značajne ($p < 0,05$). Prosječne vrijednosti brzine kretanja tijekom treninga programiranog na SPO 3 više su u odnosu na vrijednosti brzine kretanja na aerobnom pragu (9,56 km/h), ali niže u odnosu na vrijednosti na anaerobnom pragu (13,92 km/h).



Slika 12. Prosječne vrijednosti brzine kretanja svake vremenske točke u odnosu na aerobni i anaerobni prag prikupljene tijekom treninga programiranog na SPO 3. Legenda: Puna linija označava aerobni prag, a isprekidana linija označava anaerobni prag. Statistička značajnost postavljena je na $p < 0,05$.

Rezultati pokazuju značajne razlike i između prosječnih vrijednosti minutne ventilacije kroz 8 vremenskih točki tijekom treninga programiranog na SPO 3 ($F=31,51$; $p < 0,001$). Rezultat *post-hoc* analize (slika 13.) pokazuje da je prosječna vrijednost zabilježena u 2,5. minuti ($58,78 \pm 16,61$) značajno niža u odnosu na sve ostale vremenske točke. Prosječne vrijednosti minutne ventilacije svih vremenskih točki, osim u 2,5. minuti, više su u odnosu na vrijednosti minutne ventilacije na aerobnom pragu ($59,81$ l/min), ali niže u odnosu na vrijednosti na anaerobnom pragu ($102,30$ l/min). Prosječna vrijednost minutne ventilacije u 2,5. minuti malo je niža u odnosu na vrijednost primitka kisika na aerobnom pragu.



Slika 13. Prosječne vrijednosti minutne ventilacije svake vremenske točke u odnosu na aerobni i anaerobni prag prikupljene tijekom treninga programiranog na SPO 3. Legenda: Puna linija označava aerobni prag, a isprekidana linija označava anaerobni prag. Statistička značajnost postavljena je na $p < 0,05$.

*statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 2,5. minuti treninga

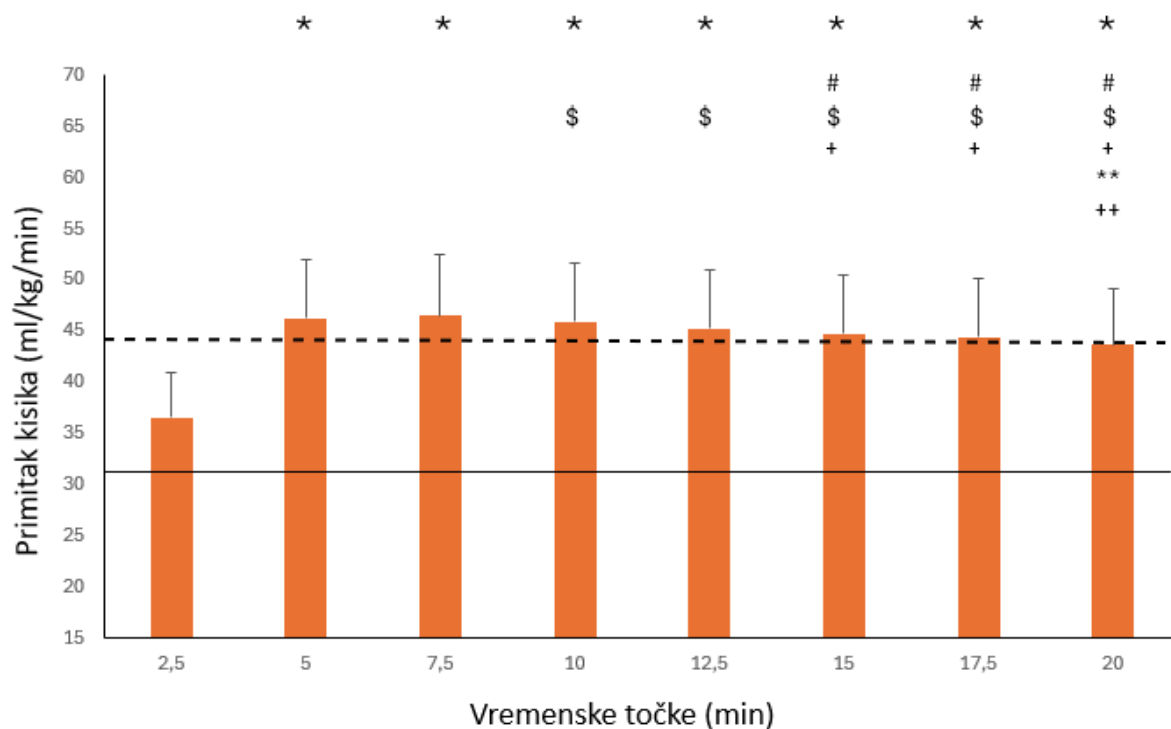
Tablica 6. Prosječne vrijednosti VO_2 , FS, v i V_E svake vremenske točke prikupljene tijekom treninga programiranog na SPO 4.

SPO 4	VO_2 _prosjek	FS_prosjek	v _prosjek	V_E _prosjek
2,5	36,60±4,34	151,89±12,35	12,92±1,40	73,05±18,01
5	46,29±5,69*	168,39±10,51*	12,45±1,44	98,05±25,22*
7,5	46,55±5,94*	171,44±10,47*#	12,21±1,42*#	100,97±27,49*
10	45,96±5,71*#	172,52±11,36*#	11,96±1,49*#	101,05±26,83*
12,5	45,29±5,76*#	172,44±12,37*#	11,79±1,46*#	100,13±28,04*
15	44,73±5,80*#+\$	172,16±13,01*	11,64±1,49*#+\$	100,16±28,07*
17,5	44,44±5,67*#+\$	172,08±13,81*	11,49±1,51*#+\$**	100,11±26,19*
20	43,68±5,53*#+\$***	172,06±14,26*	11,39±1,59*#+\$***	99,65±27,99*

Legenda: VO_2 _prosjek: prosječna vrijednost primitka kisika svake vremenske točke; FS_prosjek: prosječna vrijednost frekvencije srca svake vremenske točke; v _prosjek: prosječna brzina kretanja svake vremenske točke; V_E _prosjek: prosječna minutna ventilacija svake vremenske točke. Post-hoc: statistička značajnost postavljena je na $p < 0,05$

*statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 2,5. minuti treninga
 #statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 5. minuti treninga
 \$statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 7,5. minuti treninga
 +statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 10. minuti treninga
 **statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 12,5. minuti treninga
 ++statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 15. minuti treninga

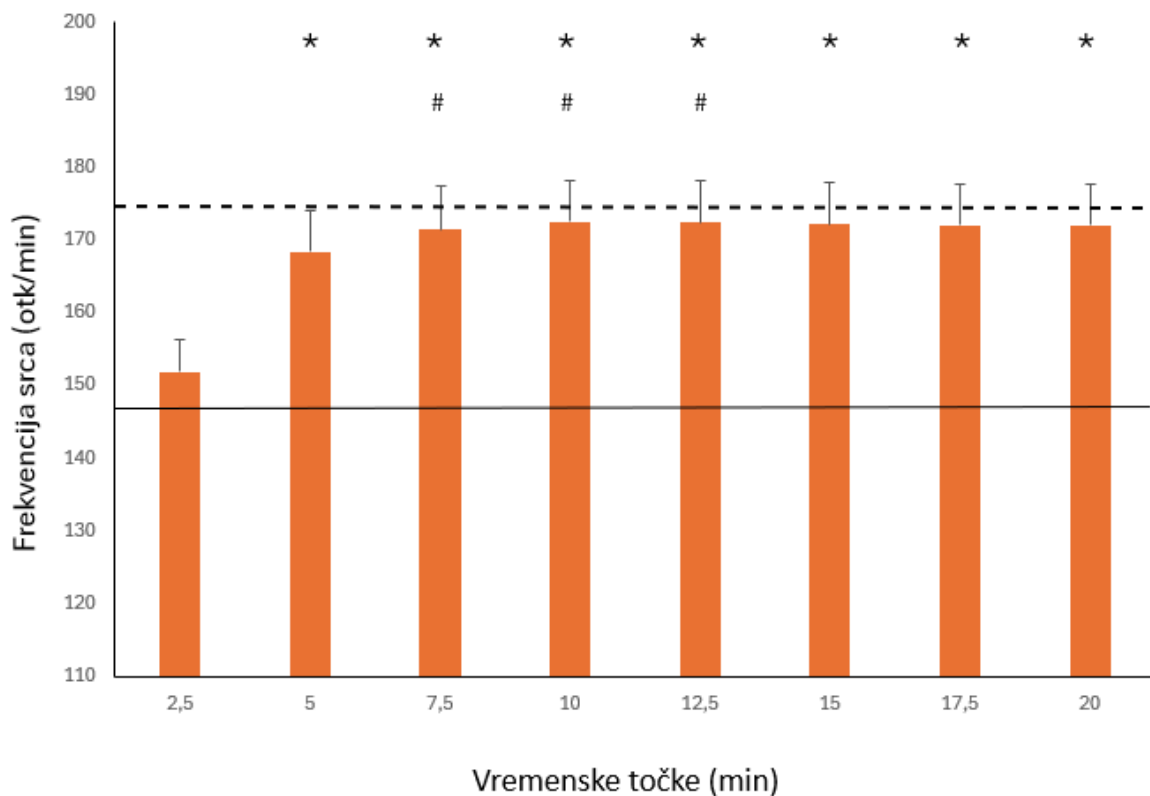
Rezultati prosječnog primitka kisika tijekom treninga programiranog na SPO 4 pokazuju da postoji statistički značajna razlika između vrijednosti kroz 8 vremenskih točki ($F=88,41$; $p<0,001$). *Post-hoc* analiza (slika 14.) otkriva da je prosječna vrijednost zabilježena u 2,5. minuti ($36,60\pm 4,34$) značajno niža od vrijednosti svih ostalih vremenskih točki. Vrijednost u 5. minuti ($46,29\pm 5,69$) značajno je viša u odnosu na vrijednosti u 15. minuti ($44,73\pm 5,80$), 17,5. minuti ($44,44\pm 5,67$) i 20. minuti ($43,68\pm 5,53$) treninga. Nadalje, prosječna vrijednost u 7,5. minuti ($46,55\pm 5,94$) značajno je viša u odnosu na sve zabilježene vrijednosti koje joj slijede (10. – 20. minute), dok je vrijednost u 10. minuti ($45,96\pm 5,71$) značajno viša u odnosu na vrijednosti u 15. ($44,73\pm 5,80$), 17,5. ($44,44\pm 5,67$) i 20. ($43,68\pm 5,53$) minuti treninga. Također, vrijednost u 12,5. minuti ($45,29\pm 5,76$) značajno je viša od vrijednosti u 17,5. i 20. minuti, a vrijednost u 15. minuti značajno je viša od vrijednosti u 20. minuti. Prosječne vrijednosti primitka kisika svih 8 vremenskih točki niže su od vrijednosti primitka kisika na aerobnom pragu ($31,73$ ml/kg/min). Prosječne vrijednosti zabilježene u 5, 7,5, 10. i 12. minuti više su u odnosu na vrijednost primitka kisika na anaerobnom pragu ($44,87$ ml/kg/min), dok su vrijednosti zabilježene u 2,5, 15, 17,5. i 20. minuti niže.



Slika 14. Prosječne vrijednosti primitka kisika svake vremenske točke u odnosu na aerobni i anaerobni prag prikupljene tijekom treninga programiranog na SPO 4. Legenda: Puna linija označava aerobni prag, a isprekidana linija označava anaerobni prag. Statistička značajnost postavljena je na $p < 0,05$.

- *statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 2,5. minuti treninga
- #statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 5. minuti treninga
- \$statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 7,5. minuti treninga
- +statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 10. minuti treninga
- **statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 12,5. minuti treninga
- ++statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 15. minuti treninga

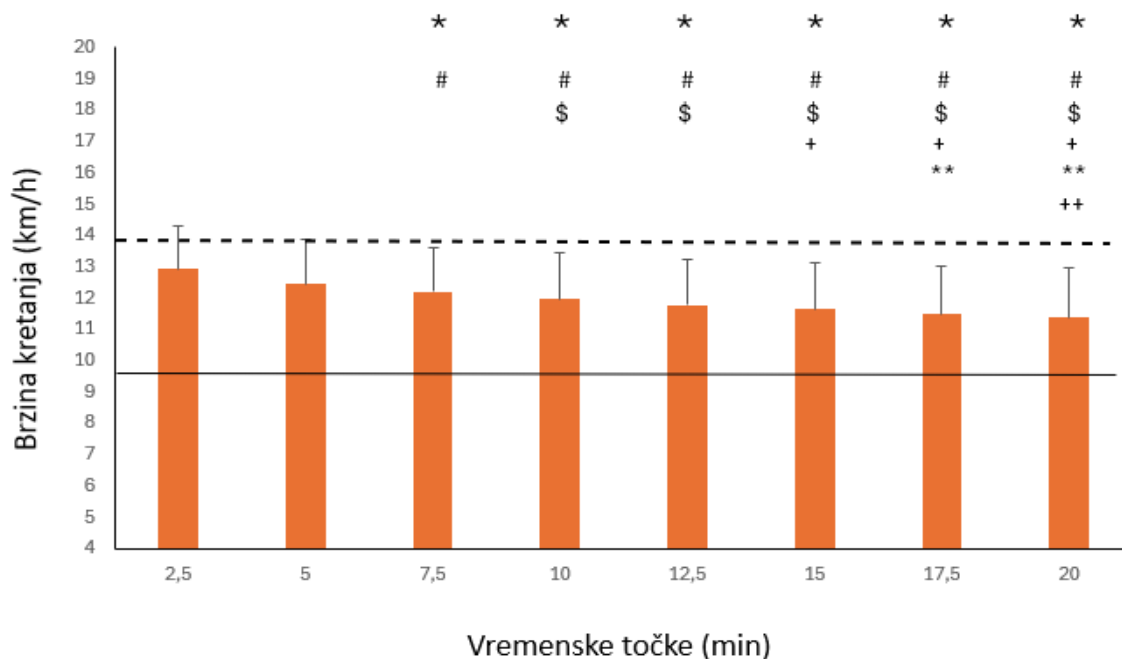
Utvrđena je značajna razlika između prosječnih vrijednosti frekvencije srca kroz 8 vremenskih točki tijekom treninga programiranog na SPO 4 ($F=67,20$; $p < 0,001$). *Post-hoc* analiza (slika 15.) pokazuje da je prosječna vrijednost zabilježena u 2,5. minuti ($151,89 \pm 12,35$) značajno niža u odnosu na vrijednosti svih ostalih vremenskih točki. Prosječna vrijednost frekvencije srca u 5. minuti ($168,39 \pm 10,51$) značajno je niža u odnosu na vrijednosti u 7,5. ($171,44 \pm 10,47$), 10. ($172,52 \pm 11,36$) i 12,5. ($172,44 \pm 12,37$) minuti. Prosječne vrijednosti frekvencije srca svih vremenskih točki više su od vrijednosti na aerobnom pragu ($146,72$ otk/min) te niže od vrijednosti na anaerobnom pragu ($173,78$ otk/min).



Slika 15. Prosječne vrijednosti frekvencije srca svake vremenske točke u odnosu na aerobni i anaerobni prag prikupljene tijekom treninga programiranog na SPO 4. Legenda: Puna linija označava aerobni prag, a isprekidana linija označava anaerobni prag. Statistička značajnost postavljena je na $p < 0,05$.

*statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 2,5. minuti treninga
 #statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 5. minuti treninga

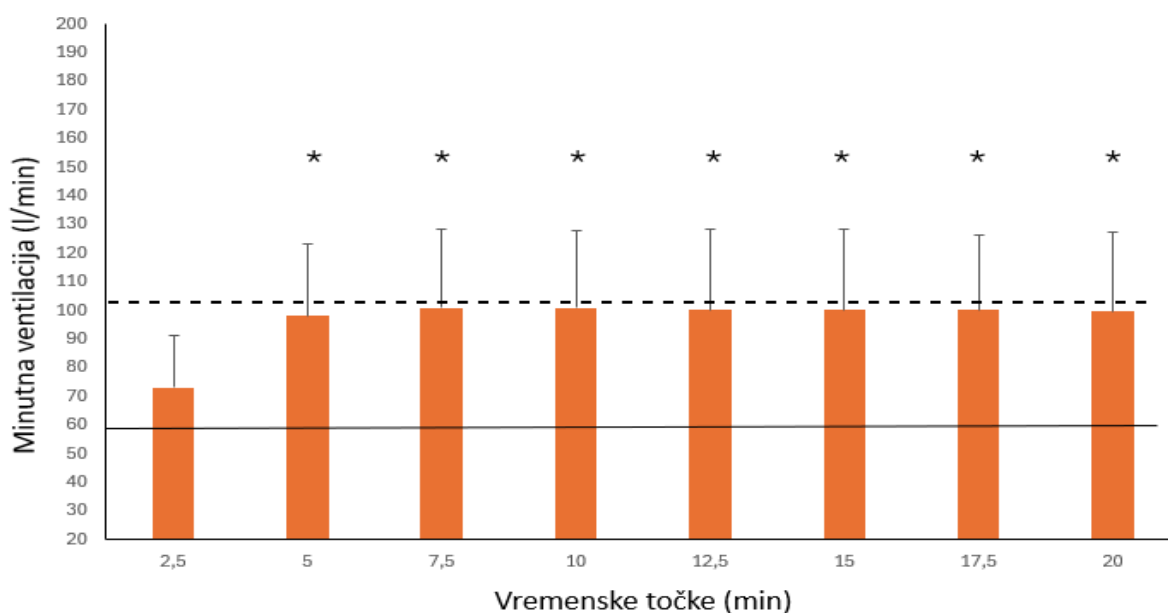
Utvrđena je i značajna razlika između prosječnih vrijednosti brzine kretanja kroz 8 vremenskih točki tijekom treninga programiranog na SPO 4 ($F=40,95$; $p < 0,001$). *Post-hoc* analiza (slika 16.) pokazuje da je prosječna vrijednost zabilježena u 2,5. minuti ($12,92 \pm 1,40$) značajno viša od vrijednosti u 7,5. ($12,21 \pm 1,42$), 10. ($11,96 \pm 1,49$), 12,5. ($11,79 \pm 1,46$), 15. ($11,64 \pm 1,49$), 17,5. ($11,49 \pm 1,51$) i 20. ($11,39 \pm 1,59$) minuti treninga. Vrijednost u 5. minuti ($12,45 \pm 1,44$) značajno je viša od svih zabilježenih vrijednosti koje joj slijede (7,5-20. minute) kao i vrijednost u 7,5. minuti od svih daljnjih zabilježenih vrijednosti (10-20. minute). Vrijednost u 10. minuti viša je od vrijednosti u 15, 17,5. i 20. minuti, vrijednost u 12,5. minuti viša je od vrijednosti u 17,5. i 20. kao i vrijednost u 15. minuti od vrijednosti u 20. Vrijednosti brzine kretanja svih vremenskih točki više su od vrijednosti na aerobnom pragu (9,56 km/h), ali niže od vrijednosti na anaerobnom pragu (13,92 km/h).



Slika 16. Prosječne vrijednosti brzine kretanja svake vremenske točke u odnosu na aerobni i anaerobni prag prikupljene tijekom treninga programiranog na SPO 4. Legenda: Puna linija označava aerobni prag, a isprekidana linija označava anaerobni prag. Statistička značajnost postavljena je na $p < 0,05$.

*statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 2,5. minuti treninga
 #statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 5. minuti treninga
 \$statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 7,5. minuti treninga
 +statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 10. minuti treninga
 **statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 12,5. minuti treninga
 ++statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 15. minuti treninga

Rezultati pokazuju značajne razlike i između prosječnih vrijednosti minutne ventilacije kroz 8 vremenskih točki tijekom treninga programiranog na SPO 4 ($F=51,16$; $p < 0,001$). Rezultat *post-hoc* analize (slika 17.) pokazuje da je prosječna vrijednost zabilježena u 2,5. minuti ($73,05 \pm 18,01$) značajno niža u odnosu na sve ostale vremenske točke. Vrijednosti minutne ventilacije svih vremenskih točki više su od vrijednosti na aerobnom pragu ($59,81$ l/min), ali niže od vrijednosti na anaerobnom pragu ($102,30$ l/min).



Slika 17. Prosječne vrijednosti minutne ventilacije svake vremenske točke u odnosu na aerobni i anaerobni prag prikupljene tijekom treninga programiranog na SPO 4. Legenda: Puna linija označava aerobni prag, a isprekidana linija označava anaerobni prag. Statistička značajnost postavljena je na $p < 0,05$.

*statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 2,5. minuti treninga

Tablica 7. Prosječne vrijednosti VO_2 , FS, v i V_E svake vremenske točke prikupljene tijekom treninga programiranog na SPO 5.

SPO 5	VO_2 _prosjek	FS_prosjek	v _prosjek	V_E _prosjek
2,5	40,31±4,71	158,45±12,52	14,31±1,99	87,26±20,88
5	51,61±6,46*	174,87±9,91*	13,73±1,61	118,66±31,33*
7,5	52,09±6,65*	177,74±9,71*#	13,24±1,56#	122,88±31,69*#
10	51,54±6,38*	179,03±10,20*#\\$	12,87±1,55*#\\$	123,26±31,37*
12,5	50,64±6,32*#\\$+	179,16±10,63*#	12,64±1,62*#\\$+	122,56±31,81*
15	50,11±6,63*#\\$+	179,73±10,98*#	12,52±1,63*#\\$+	122,75±32,92*
17,5	49,85±6,51*#\\$+	180,33±10,93*#\\$	12,43±1,66*#\\$+	123,18±32,50*
20	49,74±6,67*#\\$+	180,88±10,80*#\\$	12,42±1,74*#\\$+	124,04±33,24*

Legenda: VO_2 _prosjek: prosječna vrijednost primitka kisika svake vremenske točke; FS_prosjek: prosječna vrijednost frekvencije srca svake vremenske točke; v _prosjek: prosječna brzina kretanja svake vremenske točke; V_E _prosjek: prosječna minutna ventilacija svake vremenske točke. Post-hoc: statistička značajnost postavljena je na $p < 0,05$

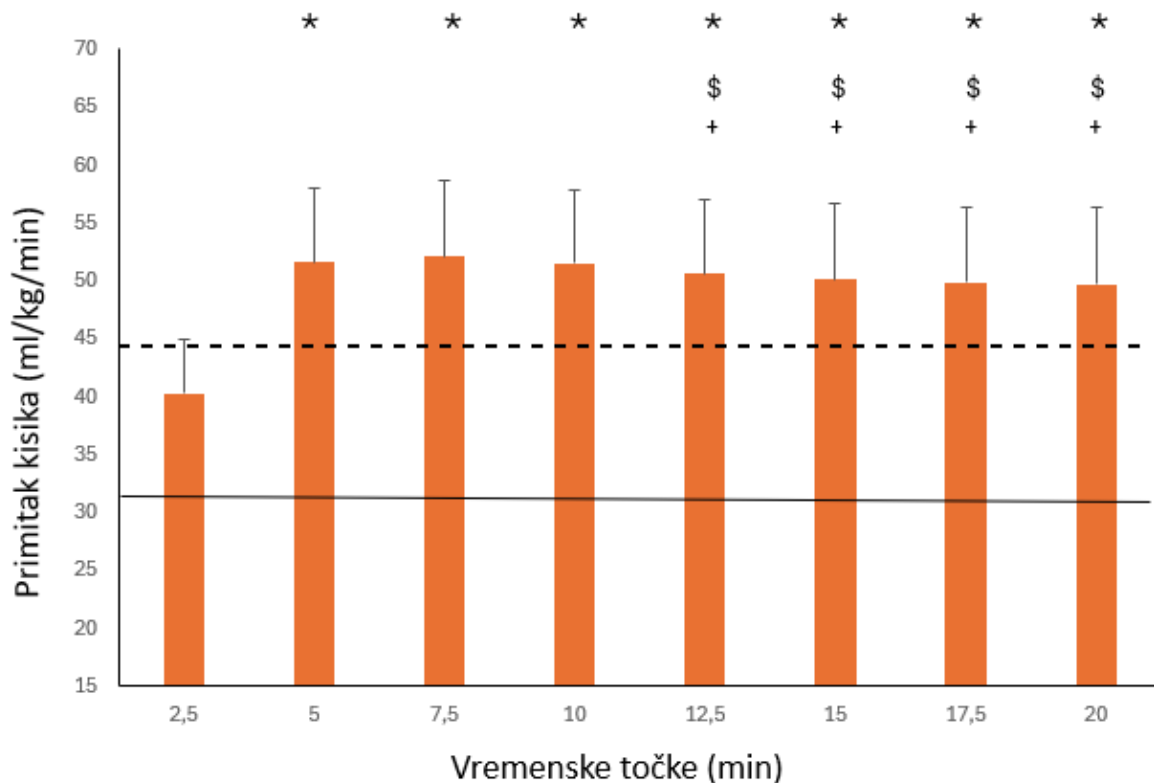
*statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 2,5. minuti treninga

#statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 5. minuti treninga

\\$statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 7,5. minuti treninga

+statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 10. minuti treninga

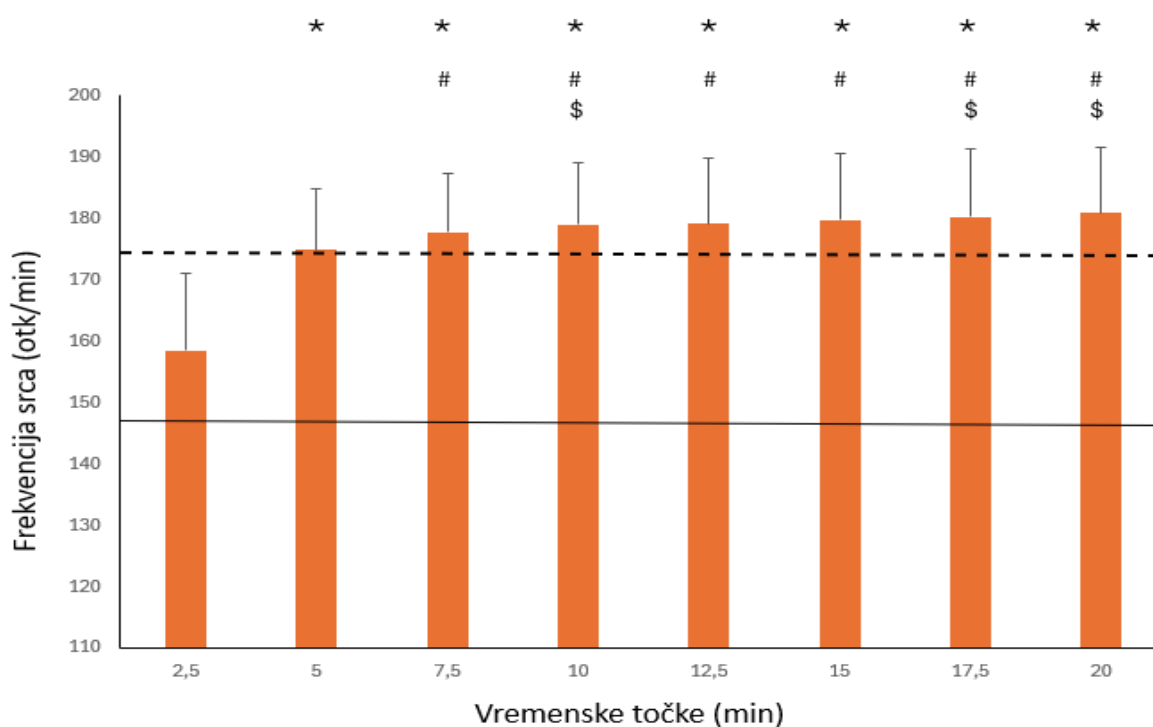
Rezultati prosječnog primitka kisika tijekom treninga programiranog na SPO 5 pokazuju da postoji statistički značajna razlika između vrijednosti kroz 8 vremenskih točki ($F=105,78$; $p<0,001$). *Post-hoc* analiza (slika 18.) otkriva da je prosječna vrijednost zabilježena u 2,5. minuti ($40,31\pm 4,71$) značajno niža u odnosu na vrijednosti svih ostalih vremenskih točki. Prosječna vrijednost u 7,5. minuti ($52,09\pm 6,65$) značajno je viša od prosječne vrijednosti u 12,5. ($50,64\pm 6,32$), 15. ($50,11\pm 6,63$), 17,5. ($49,85\pm 6,51$) i 20. ($49,74\pm 6,67$) minuti treninga isto kao što je i prosječna vrijednost u 10. minuti značajno viša od vrijednosti u 12,5, 15, 17,5. i 20. minuti. Prosječne vrijednosti primitka kisika svih vremenskih točki više su od vrijednosti na aerobnom pragu ($31,73$ ml/kg/min). Također, sve zabilježene vrijednosti, osim u 2,5. minuti, više su od vrijednosti na anaerobnom pragu ($44,87$ ml/kg/min).



Slika 18. Prosječne vrijednosti primitka kisika svake vremenske točke u odnosu na aerobni i anaerobni prag prikupljene tijekom treninga programiranog na SPO 5. Legenda: Puna linija označava aerobni prag, a isprekidana linija označava anaerobni prag. Statistička značajnost postavljena je na $p<0,05$.

*statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 2,5. minuti treninga
 \$statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 7,5. minuti treninga
 +statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 10. minuti treninga

Utvrđena je značajna razlika između prosječnih vrijednosti frekvencije srca kroz 8 vremenskih točki tijekom treninga programiranog na SPO 5 ($F=127,30$; $p<0,001$). *Post-hoc* analiza (slika 19.) pokazuje da je prosječna vrijednost zabilježena u 2,5. minuti ($158,45\pm 12,52$) značajno niža u odnosu na vrijednosti svih ostalih vremenskih točki. Prosječna vrijednost u 5. minuti ($174,87\pm 9,91$) također je značajno niža u odnosu na vrijednosti u 7,5. ($177,74\pm 9,71$), 10. ($179,03\pm 10,20$), 12,5. ($179,16\pm 10,63$), 15. ($179,73\pm 10,98$), 17,5. ($180,33\pm 10,93$) i 20. ($180,88\pm 10,80$) minuti treninga. Prosječna vrijednost u 7,5. minuti značajno je niža u odnosu na vrijednosti u 10, 17,5. i 20. minuti treninga. Prosječne vrijednosti frekvencije srca svih vremenskih točki više su od vrijednosti na aerobnom pragu ($146,72$ otk/min). Isto tako, vrijednosti svih vremenskih točki osim u 2,5. minuti više su od vrijednosti na anaerobnom pragu ($173,78$ otk/min).



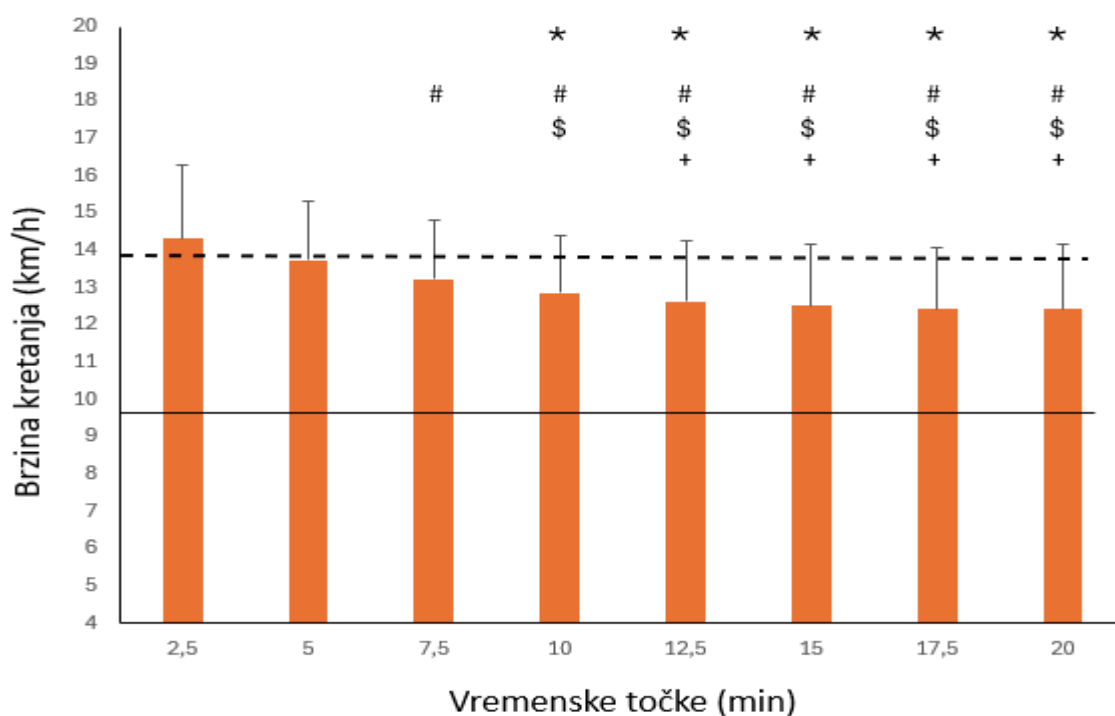
Slika 19. Prosječne vrijednosti frekvencije srca svake vremenske točke u odnosu na aerobni i anaerobni prag prikupljene tijekom treninga programiranog na SPO 5. Legenda: Puna linija označava aerobni prag, a isprekidana linija označava anaerobni prag. Statistička značajnost postavljena je na $p<0,05$.

*statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 2,5. minuti treninga

#statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 5. minuti treninga

\$statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 7,5. minuti treninga

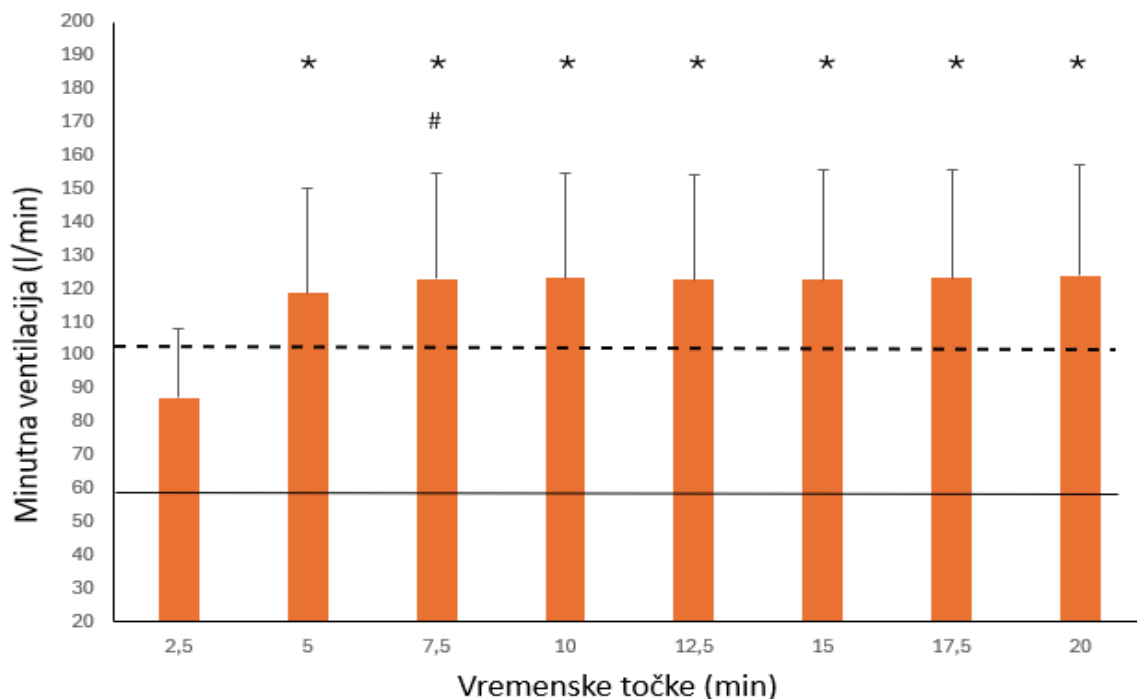
Utvrđena je i značajna razlika između prosječnih vrijednosti brzine kretanja kroz 8 vremenskih točki tijekom treninga programiranog na SPO 5 ($F=32,30$; $p<0,001$). *Post-hoc* analiza (slika 20.) pokazuje da je prosječna vrijednost zabilježena u 2,5. minuti ($14,31\pm 1,99$) značajno viša od vrijednosti u 10. ($12,87\pm 1,55$), 12,5. ($12,64\pm 1,62$), 15. ($12,52\pm 1,63$), 17,5. ($12,43\pm 1,66$) i 20. ($12,42\pm 1,74$) minuti treninga. Vrijednost u 5. minuti ($13,73\pm 1,61$) značajno je viša od svih zabilježenih vrijednosti koje joj slijede (7,5-20. minute) kao i vrijednost u 7,5. minuti ($13,24\pm 1,56$) od svih daljnjih vrijednosti (10-20. minute). Vrijednost u 10. minuti značajno je viša od svih daljnjih zabilježenih vrijednosti (12,5-20. minute). Vrijednosti prosječne brzine kretanja svih vremenskih točki više su od vrijednosti na aerobnom pragu ($9,56$ km/h). Vrijednost prosječne brzine kretanja u 2,5. minuti viša je od vrijednosti na anaerobnom pragu ($13,92$ km/h), dok su vrijednosti svih ostalih vremenskih točki niže.



Slika 20. Prosječne vrijednosti brzine kretanja svake vremenske točke u odnosu na aerobni i anaerobni prag prikupljene tijekom treninga programiranog na SPO 5. Legenda: Puna linija označava aerobni prag, a isprekidana linija označava anaerobni prag. Statistička značajnost postavljena je na $p<0,05$.

*statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 2,5. minuti treninga
#statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 5. minuti treninga
\$statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 7,5. minuti treninga
+statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 10. minuti treninga

Rezultati pokazuju značajne razlike i između prosječnih vrijednosti minutne ventilacije kroz 8 vremenskih točki tijekom treninga programiranog na SPO 5 ($F=60,24$; $p<0,001$). *Post-hoc* analiza (slika 21.) pokazuje da je prosječna vrijednost zabilježena u 2,5. minuti ($87,26\pm 20,88$) značajno niža u odnosu na sve ostale zabilježene vrijednosti, kao što je i vrijednost u 5. minuti ($118,66\pm 31,33$) značajno niža u odnosu na sve daljnje zabilježene vrijednosti. Vrijednosti minutne ventilacije svih vremenskih točki više su od vrijednosti na aerobnom pragu ($59,81$ l/min). Vrijednost prosječne minutne ventilacije u 2,5. minuti niža je od vrijednosti na anaerobnom pragu ($102,30$), dok su vrijednosti svih ostalih vremenskih točki više.



Slika 21. Prosječne vrijednosti minutne ventilacije svake vremenske točke u odnosu na aerobni i anaerobni prag prikupljene tijekom treninga programiranog na SPO 5. Legenda: Puna linija označava aerobni prag, a isprekidana linija označava anaerobni prag. Statistička značajnost postavljena je na $p<0,05$.

*statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 2,5. minuti treninga
 #statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 5. minuti treninga

Tablica 8. Prosječne vrijednosti VO_2 , FS, v i V_E svake vremenske točke prikupljene tijekom treninga programiranog na SPO 6.

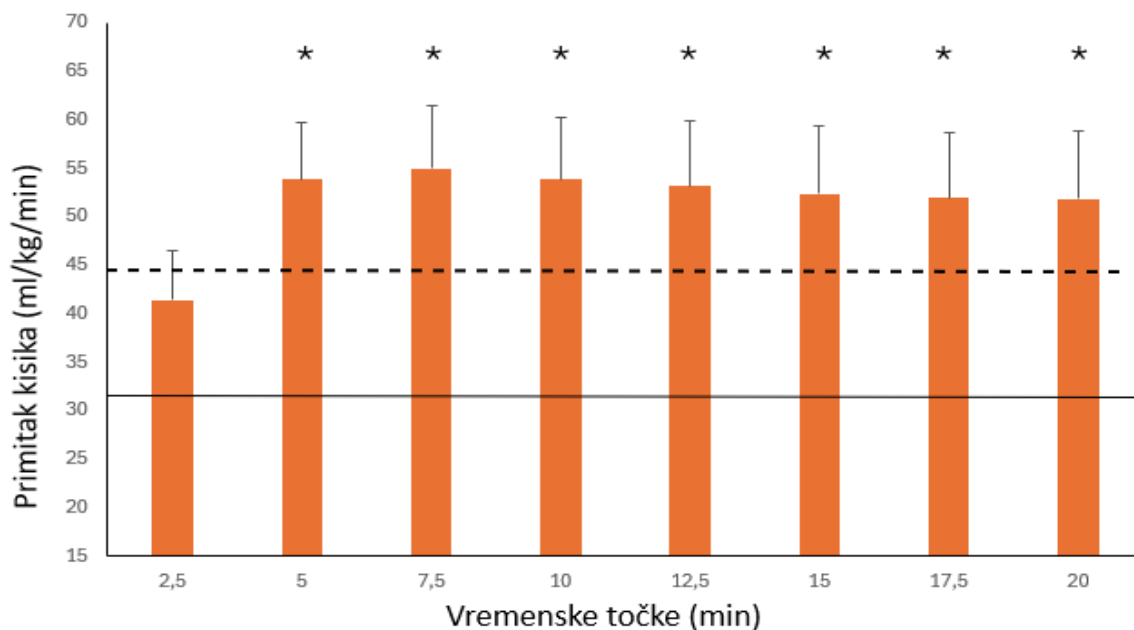
SPO 6	VO_2 _prosjek	FS_prosjek	v _prosjek	V_E _prosjek
2,5	41,38±5,07	151,80±9,09	14,86±1,68	98,16±23,21
5	53,84±5,86*	172,59±4,07*	14,57±1,58	140,49±34,43*
7,5	54,97±6,54*	176,50±3,79*	13,96±1,79	146,61±35,51*
10	53,81±6,41*	177,37±4,09*	13,50±1,83	144,86±35,07*
12,5	53,15±6,68*	178,26±5,09*	13,25±1,82	144,74±34,02*
15	52,36±6,92*	179,00±5,67*	13,06±1,89	145,38±33,39*
17,5	51,89±6,71*	179,16±6,41*	12,98±1,78#	143,68±32,43*
20	51,81±7,09*	179,95±6,74*	12,90±1,87#	146,03±33,91*

Legenda: VO_2 _prosjek: prosječna vrijednost primitka kisika svake vremenske točke; FS_prosjek: prosječna vrijednost frekvencije srca svake vremenske točke; v _prosjek: prosječna brzina kretanja svake vremenske točke; V_E _prosjek: prosječna minutna ventilacija svake vremenske točke. *Post-hoc*: statistička značajnost postavljena je na $p < 0,05$

*statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 2,5. minuti treninga

#statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 5. minuti treninga

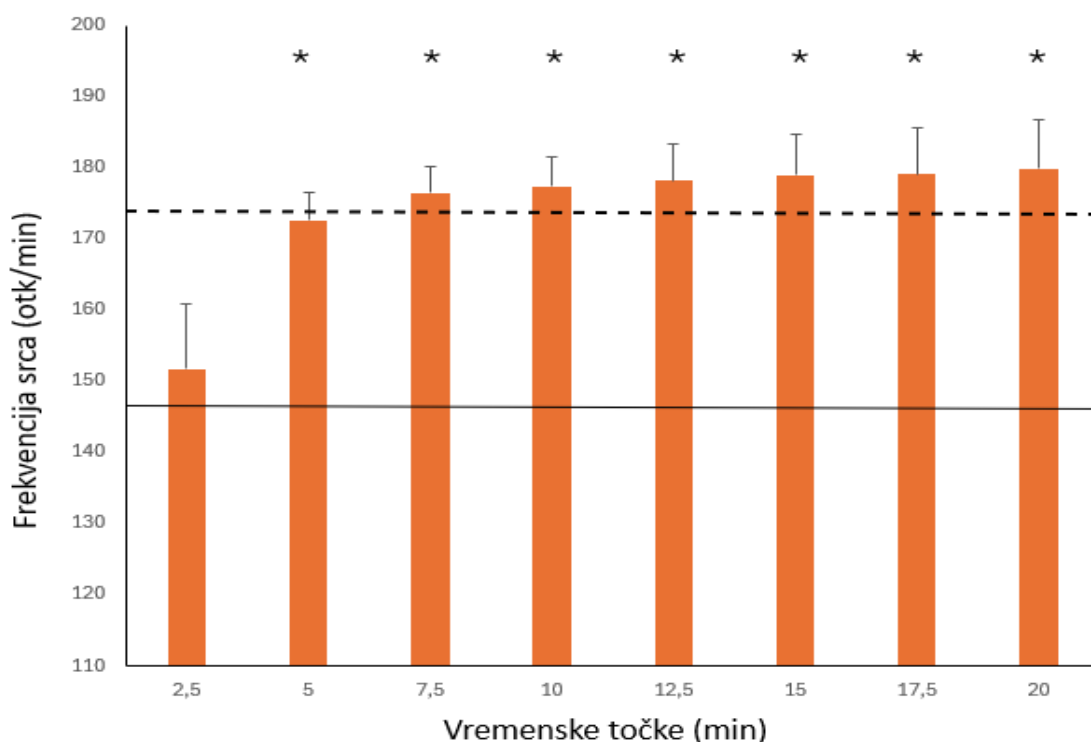
Rezultati prosječnog primitka kisika tijekom treninga programiranog na SPO 6 pokazuju da postoji statistički značajna razlika između vrijednosti kroz 8 vremenskih točki ($F=37,60$; $p < 0,001$). *Post-hoc* analiza (slika 22.) otkriva da je prosječna vrijednost zabilježena u 2,5. minuti (41,38±5,07) značajno niža u odnosu na vrijednosti svih ostalih vremenskih točki. Prosječne vrijednosti primitka kisika svih vremenskih točki više su od vrijednosti na aerobnom pragu (31,73 ml/kg/min). Isto tako, vrijednosti svih vremenskih točki osim u 2,5. minuti više su od vrijednosti na anaerobnom pragu (44,87 ml/kg/min).



Slika 22. Prosječne vrijednosti primitka kisika svake vremenske točke u odnosu na aerobni i anaerobni prag prikupljene tijekom treninga programiranog na SPO 6. Legenda: Puna linija označava aerobni prag, a isprekidana linija označava anaerobni prag. Statistička značajnost postavljena je na $p < 0,05$.

*statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 2,5. minuti treninga

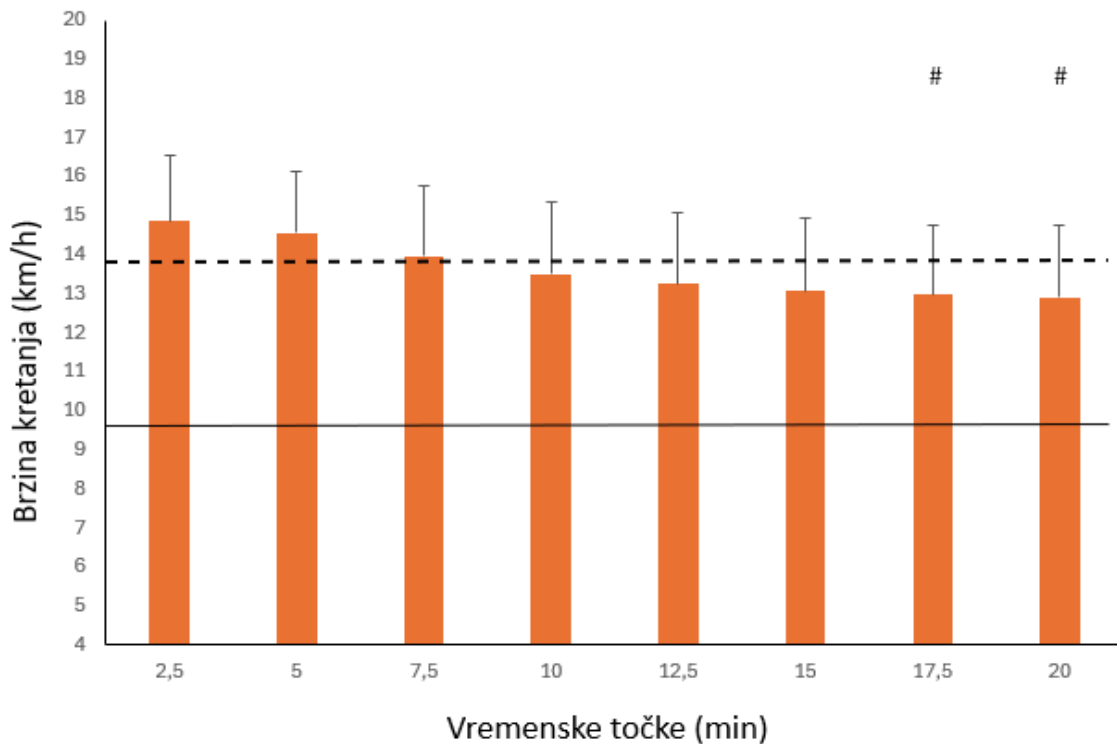
Utvrđena je značajna razlika između prosječnih vrijednosti frekvencije srca kroz 8 vremenskih točki tijekom treninga programiranog na SPO 6 ($F=60,54$; $p < 0,001$). *Post-hoc* analiza (slika 23.) pokazuje da je prosječna vrijednost zabilježena u 2,5. minuti ($151,80 \pm 9,09$) značajno niža u odnosu na vrijednosti svih ostalih vremenskih točki. Prosječne vrijednosti frekvencije srca svih vremenskih točki više su od vrijednosti na aerobnom pragu ($146,72$ otk/min), dok su vrijednosti svih vremenskih točki osim u 2,5. i 5. minuti više od vrijednosti na anaerobnom pragu ($173,78$ otk/min).



Slika 23. Prosječne vrijednosti frekvencije srca svake vremenske točke u odnosu na aerobni i anaerobni prag prikupljene tijekom treninga programiranog na SPO 6. Legenda: Puna linija označava aerobni prag, a isprekidana linija označava anaerobni prag. Statistička značajnost postavljena je na $p < 0,05$.

* statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 2,5. minuti treninga

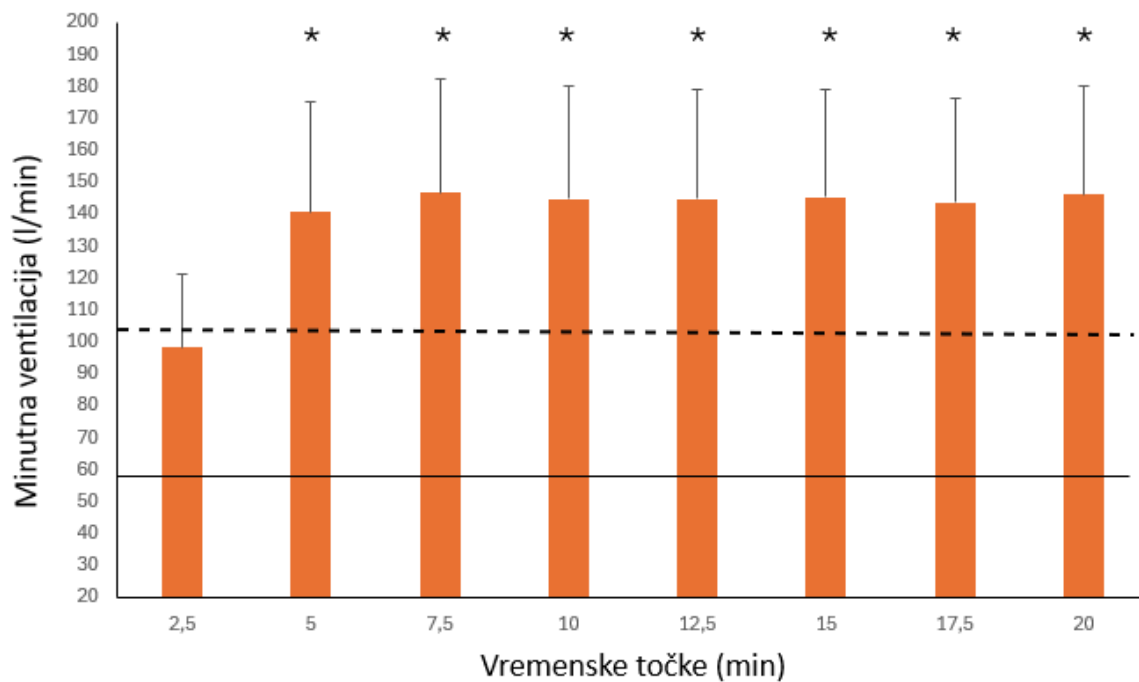
Utvrđena je i značajna razlika između prosječnih vrijednosti brzine kretanja kroz 8 vremenskih točki tijekom treninga programiranog na SPO 6 ($F=11,45$; $p < 0,001$). *Post-hoc* analiza (slika 24.) pokazuje da je prosječna vrijednost u 5. minuti ($14,57 \pm 1,58$) značajno viša od vrijednosti u 17,5. ($12,98 \pm 1,78$) i 20. ($12,90 \pm 1,87$) minuti treninga. Vrijednosti prosječne brzine kretanja svih vremenskih točki više su od vrijednosti na aerobnom pragu (9,56 km/h). Vrijednosti prosječne brzine kretanja u 2,5., 5. i 7,5. minuti više su od vrijednosti na anaerobnom pragu (13,92 km/h), dok su vrijednosti ostalih vremenskih točki niže.



Slika 24. Prosječne vrijednosti brzine kretanja svake vremenske točke u odnosu na aerobni i anaerobni prag prikupljene tijekom treninga programiranog na SPO 6. Legenda: Puna linija označava aerobni prag, a isprekidana linija označava anaerobni prag. Statistička značajnost postavljena je na $p < 0,05$.

#statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 5. minuti treninga

Rezultati pokazuju značajne razlike i između prosječnih vrijednosti minutne ventilacije kroz 8 vremenskih točki tijekom treninga programiranog na SPO 6 ($F=18,97$; $p < 0,001$). Rezultat *post-hoc* analize (slika 25.) pokazuje da je prosječna vrijednost zabilježena u 2,5. minuti ($98,16 \pm 23,21$) značajno niža u odnosu na sve ostale zabilježene vrijednosti. Vrijednosti minutne ventilacije svih vremenskih točki više su od vrijednosti na aerobnom pragu ($59,81$ l/min). Vrijednost prosječne minutne ventilacije u 2,5. minuti niža je od vrijednosti na anaerobnom pragu ($102,30$), dok su vrijednosti svih ostalih vremenskih točki više.



Slika 25. Prosječne vrijednosti minutne ventilacije svake vremenske točke u odnosu na aerobni i anaerobni prag prikupljene tijekom treninga programiranog na SPO 6. Legenda: Puna linija označava aerobni prag, a isprekidana linija označava anaerobni prag. Statistička značajnost postavljena je na $p < 0,05$.

*statistički značajno različito od prosječne vrijednosti zabilježene u 2,5. minuti treninga

5. RASPRAVA

Cilj ovog rada bio je utvrditi konstrukcijsku valjanost subjektivne procjene opterećenja kao metode za određivanje intenziteta kontinuiranih treninga aerobne izdržljivosti usklađenih s umjerenom i teškom domenom intenziteta. Glavni rezultati potvrđuju prvu hipotezu da kategorije subjektivne procjene opterećenja od 1 do 6 mogu značajno razlikovati intenzitet pojedinih treninga, drugu hipotezu da treninzi programirani na subjektivnoj procjeni opterećenja 1 i 2 omogućuju da intenzitet odgovara umjerenom domeni intenziteta, treću hipotezu da treninzi programirani na subjektivnoj procjeni opterećenja 3 i 4 omogućuju da intenzitet odgovara teškoj domeni intenziteta i četvrtu hipotezu da treninzi programirani na subjektivnoj procjeni opterećenja 5 i 6 omogućuju da intenzitet odgovara žestokoj domeni intenziteta. Peta hipoteza također je parcijalno potvrđena s obzirom na to da se brzina kretanja značajno mijenjala kroz treninge koji odgovaraju umjerenom domeni intenziteta (SPO 1 i 2) nije značajno mijenjala kroz trening unutar teške domene intenziteta (SPO 3), dok se ponovno značajno mijenjala kroz treninge u teškoj domeni intenziteta (SPO 4) i u žestokoj domeni intenziteta (SPO 5, SPO 6). Konačno, i šesta hipoteza je parcijalno potvrđena s obzirom na to da je minutna ventilacija ostala stabilna kroz sve treninge programirane subjektivnom procjenom opterećenja. Frekvencija srca značajno se mijenjala kroz treninge unutar umjerene domene intenziteta (SPO 2), teške domene intenziteta (SPO 3 i SPO 4) te žestoke domene intenziteta (SPO 5), dok kod treninga na SPO 1 i SPO 6 ostaje stabilna. Primitak kisika također se značajno mijenjao kroz treninge unutar umjerene domene intenziteta (SPO 1), teške domene intenziteta (SPO 4) i žestoke domene intenziteta (SPO 5), dok kod treninga na SPO 2, SPO 3 i SPO 6 ostaje stabilan.

Vrijednosti ventilacijskih parametara i frekvencije srca značajno rastu kroz sve treninge od subjektivne procjene opterećenja 1 do 5, dok između treninga programiranih na subjektivnoj procjeni opterećenja 5 i 6 nema značajnih razlika u navedenim parametrima. Brzina kretanja također raste kroz sve treninge programirane subjektivnom procjenom opterećenja, uključujući i porast u SPO 6 u odnosu na SPO 5, dok vrijednosti koncentracije laktata u krvi zabilježene neposredno nakon treninga bilježe porast u svim kategorijama osim između treninga na SPO 1 i SPO 2 te između SPO 5 i SPO 6. Iako do statistički značajnog razlikovanja intenziteta nije došlo između treninga na SPO 5 i 6, osim za varijablu brzine kretanja, primjetan je blagi porast svih varijabli u SPO 6 u odnosu na 5. Također, važno je naglasiti kako veći dio ispitanika (11) nije uspio završiti svih 20 minuta treninga programiranog subjektivnom procjenom 6, dok je trening programiran subjektivnom procjenom 5 završilo svih 18 ispitanika. Naime, trening

programiran subjektivnom procjenom opterećenja 6 svi ispitanici provode u žestokoj domeni intenziteta unutar koje ne dolazi do stabilnog stanja primitka kisika (Jamnick & sur., 2020), pa tako većina ispitanika u ovoj studiji dostiže maksimalne vrijednosti primitka kisika u prvih 10 minuta treninga, što je utjecalo na to da ne mogu dovršiti trening. Ovo pokazuje da su ispitanici uspješno razlikovali i intenzitet 5. kategorije od intenziteta 6. kategorije modificirane Borgove omjerno-kategorijske skale subjektivne procjene opterećenja (slika 1), iako to nije statistički potvrđeno za većinu varijabli. Ovi rezultati su u skladu s dosadašnjim istraživanjima koja pokazuju da ventilacijski parametri, frekvencija srca, koncentracija laktata i brzina kretanja značajno rastu s porastom intenziteta koji je programiran subjektivnom procjenom opterećenja, odnosno da različite kategorije subjektivne procjene opterećenja omogućuju vježbanje različitim intenzitetom (Ceci & Hassmen, 1991; Eston & sur., 1987; Hill & sur., 2020). Međutim, dosadašnja istraživanja provedena su na originalnoj Borgovoj skali subjektivne procjene opterećenja, dok je u ovoj studiji po prvi puta korištena Borgova omjerno-kategorijska skala subjektivne procjene opterećenja od 0 do 10 (CR-10). Dakle, potvrđuje se da Borgova omjerno-kategorijska skala ima karakteristike koje omogućuju da ispitanici vježbaju različitim intenzitetom pri svakoj od kategorija subjektivne procjene opterećenja od SPO 1 do SPO 6.

Nadalje, rezultati pokazuju da je većina ispitanika treninge na subjektivnoj procjeni opterećenja 1 i 2 provela u umjerenoj domeni intenziteta, odnosno ispod aerobnog praga. Također, neposredno nakon prvih dvaju treninga programiranih subjektivnom procjenom opterećenja 1 i 2 vrijednosti koncentracije laktata ostaju ispod vrijednosti od 2 mmol/l, što odgovara reakciji unutar umjerene domene intenziteta (Burnley & Jones, 2007). Vrijednosti primitka kisika tijekom treninga na SPO 1 rastu značajno kroz prvih 5 minuta treninga kada postižu stabilno stanje do 15. minute te počinju blago, ali značajno padati, dok tijekom treninga na SPO 2 primitak kisika raste tijekom prvih 5 minuta kada postiže stabilno stanje i ostaje stabilno do kraja treninga. Vrijednosti frekvencije srca tijekom treninga na SPO 1 i SPO 2 blago rastu kroz svih 20 minuta trening, iako za trening na SPO 1 nema statistički značajnih razlika između vremenskih točaka, dok brzina kretanja blago pada kroz cijeli trening i na SPO 1 i SPO 2. Minutna ventilacija najtočnije prati subjektivnu procjenu opterećenja kroz treninge na SPO 1 i SPO 2 s obzirom na to da raste kroz prvih par minuta treninga kada postiže stabilno stanje i ostaje gotovo nepromijenjena kroz cijeli trening i na SPO 1 i SPO 2. Ovo je slično rezultatima dosadašnjih istraživanja koja pokazuju da jedino frekvencija disanja prati subjektivnu procjenu opterećenja kroz vrijeme treninga unutar umjerene domene intenziteta (Cochrane & sur., 2015a; Cochrane & sur., 2015b). Mogući razlog značajnih promjena navedenih varijabli kroz vrijeme

veća je varijabilnost biomehaničkih i ventilacijskih parametara te frekvencije srca između sportaša pri niskim kategorijama subjektivne procjene opterećenja u odnosu na više kategorije (Losnegard & sur., 2021; O'Grady & sur., 2021). Ipak, frekvencija srca, primitak kisika i minutna ventilacija uglavnom su bile stabilne tijekom treninga na SPO 1 i SPO 2, dok je značajna razlika između vremenskih točaka zabilježena uglavnom na početku treninga, vjerojatno zbog potrebe reguliranja intenziteta tijekom prve dvije do tri minute treninga zbog prilagodbe srčano dišnog sustava na aktivnost. S obzirom na to da su mjerene varijable bile stabilne, potvrđuje se da su ispitanici vježbali unutar umjerene domene intenziteta, budući da umjerenu domenu intenziteta karakteriziraju stabilne vrijednosti primitka kisika, frekvencije srca i minutne ventilacije nakon početne prilagodbe na aktivnost (Burnley & Jones, 2007). Također, važno je naglasiti da su prosječne vrijednosti svih mjerenih varijabli tijekom treninga na SPO 1 i SPO 2 bile ispod aerobnog praga kroz svih 20 minuta treninga, što je još jedan dokaz da su ispitanici vježbali unutar umjerene domene intenziteta i što potvrđuje valjanost SPO 1 i SPO 2 za programiranje treninga unutar umjerene domene intenziteta.

Rezultati varijabli prikupljenih tijekom treninga programiranih na subjektivnoj procjeni opterećenja 3 i 4 pokazuju da je većina ispitanika provela cijeli trening između aerobnog i anaerobnog praga (SPO 3), odnosno oko anaerobnog praga (SPO 4), točnije u teškoj domeni intenziteta. Koncentracija laktata zabilježena neposredno nakon treninga programiranog na SPO 3 i SPO 4 je između 2 i 5 mmol/l, što odgovara reakciji unutar teške domene intenziteta (Jamnick & sur., 2020). Vrijednost primitka kisika tijekom treninga na SPO 3 raste kroz prvih par minuta treninga kada postiže stabilno stanje i ostaje stabilno do kraja treninga. Tijekom treninga na SPO 4 primitak kisika raste unutar prvih 7,5 minuta nakon čega počinje blago, ali značajno padati do kraja treninga. Frekvencija srca tijekom treninga na SPO 3 raste kroz prvih 10 minuta treninga kada se stabilizira i ostaje stabilno do kraja treninga, dok u treningu na SPO 4 raste kroz prvih 7,5 minuta nakon čega ostaje stabilno do kraja treninga. Brzina kretanja gotovo je nepromijenjena kroz cijeli trening na SPO 3, dok tijekom treninga na SPO 4 značajno pada kroz cijeli trening. Na kraju, minutna ventilacija raste kroz prvih nekoliko minuta treninga kada ostaje stabilna kroz cijeli trening, kao i u treninzima unutar umjerene domene intenziteta. Kao i kod treninga unutar umjerene domene intenziteta, čini se da minutna ventilacija najbolje prati subjektivnu procjenu opterećenja i unutar treninga koji se provode u teškoj domeni intenziteta. To je također slično dosadašnjim istraživanjima čiji rezultati pokazuju da i unutar vježbanja u teškoj domeni intenziteta frekvencija disanja najbolje prati subjektivnu procjenu opterećenja (Cochrane & sur., 2015a; Cochrane-Snyman & sur., 2019). Dakle, čini se kako se

subjektivna procjena opterećenja tijekom treninga i unutar umjerene domene intenziteta i unutar teške domene intenziteta dominantno određuje pomoću minutne ventilacije. Nadalje, dosad se pokazalo da je regulacija intenziteta tijekom treninga koji se provodi malo iznad aerobnog praga puno pouzdanija od regulacije intenziteta tijekom treninga oko anaerobnog praga kada dolazi do većih homeostatskih perturbacija, što uzrokuje smanjenje brzine kretanja kroz vrijeme (O'Grady & sur., 2021). Ovo objašnjava i rezultate brzine kretanja u ovoj studiji, odnosno da brzina kretanja nije imala značajne varijacije u treningu na SPO 3, dok je značajno varirala i padala kroz vrijeme u treningu na SPO 4 kako bi ispitanici održali konstantnu subjektivnu procjenu opterećenja kroz cijeli trening. Porast primitka kisika tijekom prvih 5 do 10 minuta treninga na SPO 3 i SPO 4 očekivan je i u skladu s odgođenom stabilizacijom unutar teške domene intenziteta (Burnley & Jones, 2007). Također, čini se da primitak kisika prati dinamiku brzine kretanja s obzirom na to da ostaje stabilan nakon prvih 5 minuta treninga na SPO 3, dok tijekom treninga na SPO 4 počinje blago padati nakon 7,5. minute treninga čemu je vjerojatno uzrok smanjenje brzine kretanja kroz vrijeme zbog održavanja iste subjektivne procjene opterećenja. Veće varijacije u brzini kretanja i primitku kisika tijekom treninga na SPO 4 u odnosu na SPO 3 mogu se objasniti i pomoću *dual-mode* teorije (Ekkekakis, Hall & Petruzzello, 2005) koja pokazuje da je afektivni odgovor homogen oko aerobnog praga, a s porastom intenziteta homogenost se smanjuje. Također, u prostoru teške domene intenziteta kognitivni procesi kao što su samoeфикаsnost i iskustvo vježbanja uvelike utječu na regulaciju ugone i subjektivne procjene opterećenja, što znači da će osobe tolerantnije na intenzitet pokazati veću ugodu i manju subjektivnu procjenu opterećenja pri većem intenzitetu, a neke osobe suprotno, pa je regulacija intenziteta prema subjektivnoj procjeni opterećenja u teškoj domeni intenziteta prilično varijabilna (Ekkekakis & sur., 2005). Ipak, bez obzira na varijacije unutar treninga, prosječne vrijednosti svih mjerenih varijabli pokazuju da su treninzi na SPO 3 i SPO 4 provedeni između aerobnog i anaerobnog praga, što potvrđuje njihovu valjanost za programiranje treninga unutar teške domene intenziteta.

Rezultati varijabli prikupljenih tijekom treninga programiranih na subjektivnoj procjeni opterećenja 5 i 6 pokazuju da su ispitanici proveli trening iznad anaerobnog praga, odnosno u žestokoj domeni intenziteta. Koncentracija laktata u krvi nakon treninga na SPO 5 i 6 bila je iznad 4 mmol/l, što odgovara reakciji unutar žestoke domene intenziteta (Jamnick & sur., 2020). Primitak kisika tijekom treninga na SPO 5 raste u prvih 7,5 minuta nakon čega počinje blago padati do kraja treninga. U treningu na SPO 6 također raste kroz prvih 7,5 minuta kada se stabilizira do 15. minute i počinje blago padati prema kraju treninga. Frekvencija srca tijekom

treninga na SPO 5 raste do 10. minute kada ostaje stabilno do 17,5. minute te ponovno bilježi značajan porast. U treningu na SPO 6 frekvencija srca raste kroz gotovo cijeli trening, ali ne značajno. Brzina kretanja tijekom treninga na SPO 5 značajno pada do 10. minute treninga kada se stabilizira, dok tijekom treninga na SPO 6 također pada, ali ne značajno, sve do 17,5. minute treninga. Minutna ventilacija je, kao i u umjerenj domeni intenziteta i teškoj domeni intenziteta, imala najmanje varijacija tijekom treninga na SPO 5 i 6, uz malo duži period stabilizacije na početku treninga nego u treninzima na nižim kategorijama subjektivne procjene opterećenja. Primjećene su veće varijacije u primitku kisika, brzini kretanja i frekvenciji srca tijekom treninga na SPO 5 u odnosu na trening na SPO 6, a uzrok tome mogla bi biti činjenica da je trening na SPO 5 proveden bliže anaerobnom pragu, dok je trening na SPO 6 proveden bliže maksimalnim vrijednostima navedenih varijabli kada odgovor postaje manje varijabilan nego kada je trening proveden bliže anaerobnom pragu (O' Grady & sur., 2021). Također, *dual mode* teorija pokazuje da afektivna reakcija i subjektivna procjena opterećenja tijekom treninga na vrijednostima preko anaerobnog praga ponovno postaju homogeni nakon veće heterogenosti između aerobnog i anaerobnog praga, odnosno u teškoj domeni intenziteta (Ekkekakis & sur., 2005). To bi mogao biti još jedan razlog većih varijacija mjerenih varijabli unutar treninga na SPO 5 u odnosu na trening na SPO 6. U konačnici, treninzi na SPO 5 i SPO 6 provedeni su iznad anaerobnog praga, što potvrđuje njihovu valjanost za programiranje treninga unutar žestoke domene intenziteta.

Dakle, čini se da se intenzitet koji je reguliran isključivo subjektivnom procjenom opterećenja može zadržavati kroz 20 minuta unutar sve tri domene intenziteta. Uz to, vrijedi ponovno naglasiti da veći dio ispitanika (11 od 18) nije završio svih 20 minuta treninga programiranog na SPO 6. Ovo bi moglo značiti da je kategorija subjektivne procjene opterećenja 6 primjenjivija u reguliranju intenziteta intervalnih treninga, pogotovo zato što se pokazalo da se žestoka domena intenziteta već može postići treningom na SPO 5 kada su svi ispitanici uspjeli završiti 20 minuta treninga.

6. ZAKLJUČAK

Rezultati ove studije pokazuju da treninzi programirani subjektivnom procjenom opterećenja 1 i 2 odgovaraju treninzima u umjerenj domeni intenziteta, treninzi na subjektivnoj procjeni opterećenja 3 i 4 odgovaraju treninzima u teškoj domeni intenziteta, a treninzi na subjektivnoj procjeni opterećenja 5 i 6 odgovaraju treninzima u žestokoj domeni intenziteta. Dakle, potvrđena je konstrukcijska valjanost omjerno-kategorijske skale subjektivne procjene opterećenja za definiranje intenziteta kontinuiranih treninga izdržljivosti usklađenih s umjerenom, teškom i žestokom domenom intenziteta. Također, utvrđeno je da kategorije omjerno-kategorijske skale subjektivne procjene opterećenja od 1 do 6 mogu značajno razlikovati intenzitet treninga, odnosno da intenzitet značajno raste s porastom kategorije subjektivne procjene opterećenja. Na kraju, zabilježeno je da frekvencija srca, primitak kisika i minutna ventilacija ostaju unutar umjerene domene intenziteta (SPO 1 i SPO 2), teške domene intenziteta (SPO 3 i SPO 4) i žestoke domene intenziteta (SPO 5 i SPO 6) kroz cijeli trening bez obzira na zabilježene male promjene tijekom treninga.

7. LITERATURA

- American College of Sports Medicine (2021). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. 11th ed. Wolters Kluwer.
- Beaver, W. L., Wasserman, K., & Whipp, B. J. (1986). A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 60(6), 2020–2027.
- Black, M.I., Jones, A.M., Blackwell, J.R., Bailey, S.J., Wylie, L.J., McDonagh, S.T.J., Thompson, C., Kelly, J., Sumners, P., Mileva, K.N., Bowtell, J.L., & Vanhatalo, A. (2017). Muscle metabolic and neuromuscular determinants of fatigue during cycling in different exercise intensity domains. *Journal of Applied Physiology*, 122(3), 446-459.
- Bok, D. (2021). Dinamika akutnog fiziološkog odgovora na različita opterećenja. U L. Milanović, V. Wertheimer, I. Jukić, I. Krakan (ur.), *Zbornik radova 19. godišnje međunarodne konferencije „Kondicijska priprema sportaša“* (str. 35-46). Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Udruga kondicijskih trenera Hrvatske.
- 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*, 33(9), 1638–1647.
- Bok, D., Rakovac, M., & Foster, C. (2022). An examination and critique of subjective methods to determine exercise intensity: the Talk test, Feeling scale and ratings of perceived exertion. *Sports Medicine*, 52(9), 2085-2109.
- Burnley, M., & Jones, A. M. (2007). Oxygen uptake kinetics as a determinant of sports performance. *European Journal of Sport Science*, 7(2), 63-79.
- Carvalho, V.O., Bocchi, E.A., & Guimarães, G.V. (2009). The Borg scale as an important tool for self-monitoring and self-regulation of exercise prescription in heart failure patients during hydrotherapy – a randomized blinded controlled trial. *Circulation Journal*, 73(10), 1871-1876.
- Ceci, R., & Hassmén, P. (1991). Self-monitored exercise at three different RPE intensities in treadmill vs field running. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23(6), 732-738.

- Ciolac, E.G., Castro, R.E., Greve, J.M.D., Bacal., F., Bocchi, E.A., & Guimarães, G.V. (2015). Prescribing and regulating exercise with RPE after heart transplant: a pilot study. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 47(7), 1321-1327.
- Cochrane, K.C., Housh, T.J., Bergstrom, H.C., Jenkins, N.D.M., Johnson, G., Schmidt, R.J., & Cramer, J.T. (2015b). Physiological responses during cycle ergometry at a constant perception of effort. *International Journal of Sports Medicine*, 36(6), 466-473.
- Cochrane, K.C., Housh, T.J., Hill, E.C., Smith, C.M., Jenkins, N.D.M., Cramer, J.T., Johnson, G.O., & Schmidt, R.J. (2015a). Physiological responses underlying the perception of effort during moderate and heavy intensity cycle ergometry. *Sports*, 3, 369-382.
- Cochrane-Snyman, K.C., Housh, T.J., Smith, C.M., Hill, E.C., & Jenkins, N.D.M. (2019). Treadmill running using an RPE-clamp model: mediators of perception and implications for exercise prescription. *European Journal of Applied Physiology*, 119(9), 2083-2094.
- Dunbar, C.C., Robertson, R.J., Baun, R., Blandin, M.F., Metz, K., Burdett, R., & Goss, F.L. (1992). The validity of regulating exercise intensity by ratings of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 24(1), 94-99.
- Ekkekakis, P., Hall, E. E., & Petruzzello, S. J. (2005). Variation and homogeneity in affective responses to physical activity of varying intensities: an alternative perspective on dose-response based on evolutionary considerations. *Journal of Sports Sciences*, 23(5), 477–500.
- Eston, R.G., Davies, B.L., & Williams J.G. (1987). Use of perceived effort ratings to control exercise intensity in young healthy adults. *European Journal of Applied Physiology*, 56(2), 222-224.
- Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, I. M., Nieman, D. C., Swain, D. P., & American College of Sports Medicine (2011). American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(7), 1334–1359.
- Glass, S.C., Knowlton, R.G., & Becque, M.D. (1992). Accuracy of RPE from graded exercise to establish exercise training intensity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 24(11), 1303-1307.

- Hill, M., Puddiford, M., Talbot, C., & Price, M. (2020). The validity and reproducibility of perceptually regulated exercise responses during combined arm + leg cycling. *European Journal of Applied Physiology*, *120*(10), 2203-2212.
- Howley, E. T., Bassett, D. R., & Welch, H. G. (1995). Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *27*(9), 1292–1301.
- Hutchinson, M.J., Paulson, T.A.W., Leicht, C.A., Bennett, H., Eston, R., & Goosey-Tolfrey, V.L. (2023). Oxygen uptake and heart rate responses to 4 weeks of RPE-guided handcycle training. *European Journal of Applied Physiology*, *123*(9), 1965-1973.
- Jamnick, N.A., Pettitt, R.W., Granata, C., Pyne, D.B., & Bishop, D.J. (2020). An examination and critique of current methods to determine exercise intensity. *Sports Medicine*, *50*(10), 1729-1756.
- Jones, A.M., & Poole, D.C. (2005). Oxygen uptake dynamics: from muscle to mouth – an introduction to the symposium. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *37*(9), 1542-1550.
- Kang, J., Chaloupka, E.C., Biren, G.B., Mastrangelo, M.A., & Hoffman, J.R. (2009). Regulating intensity using perceived exertion: effect of exercise duration. *European Journal of Applied Physiology*, *105*(3), 445-451.
- Kang, J., Chaloupka, E.C., Mastrangelo, M.A., Donnelly, M.S., Martz, W.P., & Robertson, R.J. (1998). Regulating exercise intensity using ratings of perceived exertion during arm and leg ergometry. *European Journal of Applied Physiology*, *78*(3), 241-246.
- Kang, J., Hoffman, J.R., Walker, H., Chaloupka, E.C., & Utter, A.C. (2003). Regulating intensity using perceived exertion during extended exercise period. *European Journal of Applied Physiology*, *89*(5), 475-482.
- Losnegard, T., Skarli, S., Hansen, J., Roterud, S., Svendsen, I.S., Rønnestad, B.R., & Paulsen, G. (2021). Is rating of perceived exertion a valuable tool for monitoring exercise intensity during steady state conditions in elite endurance athletes? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *16*(11), 1589-1595.
- MacInnis, M.J., & Gibala, M.J. (2017). Physiological adaptations to interval training and the role of exercise intensity. *Journal of Physiology*, *595*(9), 2915-2930.

- Mann, T., Lamberts, R.P., & Lambert, M.I. (2013). Methods of prescribing relative exercise intensity: physiological and practical considerations. *Sports Medicine*, 43(7), 613-625.
- McKay, A. K. A., Stellingwerff, T., Smith, E. S., Martin, D. T., Mujika, I., Goosey-Tolfrey, V. L., Sheppard, J., & Burke, L. M. (2022). Defining Training and Performance Caliber: A Participant Classification Framework. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 17(2), 317–331.
- Mezzani, A., Hamm, L. F., Jones, A. M., McBride, P. E., Moholdt, T., Stone, J. A., Urhausen, A., & Williams, M. A. (2012). Aerobic exercise intensity assessment and prescription in cardiac rehabilitation: a joint position statement of the European Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation, the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation and the Canadian Association of Cardiac Rehabilitation. *European Journal of Preventive Cardiology*, 20(3), 442–467. <https://doi.org/10.1177/2047487312460484>
- O’Grady, C., Passfield, L., & Hopker, J.G. (2021). Variability in submaximal self-paced exercise bouts of different intensity and duration. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 16(12), 1824-1833.
- O’Malley, C.A., Fullerton, C.L., & Mauger, A.R. (2023). Test-retest reliability of a 30-min fixed perceived effort cycling exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 123(4), 721-735.
- Stoudemire, N. M., Wideman, L., Pass, K. A., McGinnes, C. L., Gaesser, G. A., & Weltman, A. (1996). The validity of regulating blood lactate concentration during running by ratings of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28(4), 490–495.