

Usporedba različitih metoda programiranja VIIT-a kratkog formata

Juričić, Tin

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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:117:456001>

Rights / Prava: [Attribution-ShareAlike 4.0 International/Imenovanje-Dijeli pod istim uvjetima 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-02**



Repository / Repozitorij:

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
KINEZIOLOŠKI FAKULTET**

Tin Juričić

**USPOREDBA RAZLIČITIH METODA
PROGRAMIRANJA VISOKO INTENZIVNOG
INTERVALNOG TRENINGA KRATKOG
FORMATA**

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 kondicijska priprema 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 rad

Naziv diplomskog rada: je prihvaćena od strane Povjerenstva za diplomске radove Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu u akademskoj godini 2023./2024. dana 25. travnja 2024.

Mentor: dr. sc. socio. Jere Gulin, pred.

Pomoć pri izradi:

Usporedba različitih metoda programiranja visoko intenzivnog intervalnog treninga kratkog formata

Tin Juričić, 0034086021

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

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

Broj etičkog odobrenja: 66/2024

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 (univ. mag. cin)

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 April 25, 2024.

Mentor: *Jere Gulin* PhD.

Technical support:

Comparison of different methods to prescribe high intensity interval training

Tin Juričić, 0034086021

Thesis defence committee:

- | | |
|---------------------------------------|------------------------|
| 1. <i>Jere Gulin</i> , PhD. | chairperson-supervisor |
| 2. <i>Vlatko Vučetić</i> , PhD, prof. | member |
| 3. <i>Daniel Bok</i> , PhD, prof. | member |
| 4. <i>Cvita Gregov</i> , PhD, prof. | substitute member |

Ethics approval number: 66/2024

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:
dr. sc. socio. Jere Gulin, pred.

Student: Tin Juričić

RAZLIČITI OBLICI PROGRAMIRANJA VISOKO – INTENZIVNOG INTERVALNOG TRENINGA KRATKOG FORMATA

Sažetak

Intenzitet aktivnosti najvažnija je akutna varijabla koju treba odrediti za izazivanje željene fiziološke adaptacije tijekom treninga izdržljivosti. Intenzitet VIIT-a najčešće se određuje kroz postotak MAB-a. Međutim nogometaši tijekom utakmice provode značajan dio vremena na intenzitetima iznad vVO_{2max} , odnosno MAB-a. VIIT kratkog formata se također provodi intenzitetom koji prelazi MAB, stoga metoda koja koristi postotak MAB-a možda i nije najbolji izbor za programiranje individualiziranog VIIT-a. Metode programiranja koje koriste postotke vIFT-a i kombinaciju postotka ASR-a uzimaju u obzir i intenzitete iznad MAB-a, te kao takve imaju veći potencijal za programiranje individualiziranog VIIT-a kratkog formata. Cilj ovog istraživanja je utvrditi postoji li razlika u akutnoj reakciji nogometaša između vremenski definiranog VIIT-a programiranog koristeći postotak vIFT-a i treninga koji koristi postotak ASR-a. Pored toga, utvrditi koja će metoda programiranja VIIT-a biti superiornija u akumulaciji veće količine vremena u zoni $\geq 90\% FS_{max}$, uz što manji metabolički i percepcijski stres. Petnaest visoko treniranih nogometaša (dobi $20,33 \pm 2,23$ godina, visine $184,43 \pm 5,88$ cm i težine $76,63 \pm 5,07$ kg) odradili su dva VIIT-a u trajanju od 10 minuta koji su uključivali interval rada u trajanju od 15 sekundi na intenzitetima od 95% vIFT-a i 20% ASR-a (MAB + 20% ASR), te interval pasivnog odmora istog trajanja. Oba treninga rezultirala su visokim postotkom akumulacije vremena u zoni $\geq 90\% FS_{max}$. Međutim bez statistički značajne razlike između metoda programiranja VIIT-a u kardiorespiratornim $p = 0,46$ ($t@90\%FS_{max}$), metaboličkim $p = 0,58$ (La) i percepcijskim $p = 0,07$ ($SPOt$) parametrima akutne reakcije.

Ključne riječi: anaerobna sprinterska rezerva, maksimalni doseg u 30 – 15 intermittent fitness testu, nogomet, akutna reakcija, individualizirani trening

COMPARASION OF DIFFERENT METHODS TO PRECRIBE HIGH INTENSITY INTERVAL TRAINING

Abstract

Exercise intensity is the most important acute variable that needs to be determined for inducing the desired physiological adaptation during endurance training. HIIT intensity is most commonly prescribed using percentage of MAS. However, soccer players spend a significant portion of their time during a match at intensities above $v\text{VO}_{2\text{max}}$, or MAS. Short format HIIT is also performed at an intensity that exceeds MAS, so a method based on a percentage of MAS might not be the best choice for designing individualized HIIT. Methods that use percentages of $v\text{IFT}$ and a combination of ASR percentage take into account intensities above MAS and, as such, have greater potential for designing individualized short format HIIT. The aim of this research is to determine if there is a difference in the acute response of soccer players between time - defined HIIT designed using a percentage of $v\text{IFT}$ and training that uses a percentage of ASR. In addition, the study aims to determine which method will be superior in accumulating a greater amount of time in the $\geq 90\%$ HR_{max} zone with minimal metabolic and perceptual stress. Fifteen highly trained soccer players (age 20.33 ± 2.23 years, height 184.43 ± 5.88 cm, and weight 76.63 ± 5.07 kg) completed two 10-minute HIIT sessions, each consisting of 15-second work intervals at intensities of 95% $v\text{IFT}$ and 20% ASR (MAS + 20% ASR), followed by 15-second passive recovery. Both methods resulted in a high percentage of time accumulated in the $\geq 90\%$ HR_{max} zone. However, there was no statistically significant difference between the methods in terms of cardiorespiratory $p = 0.46$ ($t@90\%\text{HR}_{\text{max}}$), metabolic $p = 0.58$ (La), and perceptual $p = 0.07$ (RPE) acute response.

Key words: anaerobic speed reserve, maximum velocity in the 30-15 intermittent fitness test, soccer, acute response, individualized training

Sadržaj

1. Uvod	1
1.1. Aerobna izdržljivost	1
1.2. Visoko intenzivni – intervalni trening.....	1
1.3. Akutna reakcija	2
1.4. Određivanje intenziteta treninga.....	3
1.5. Maksimalni doseg u 30 – 15 intermittent fitness testu.....	4
1.6. Anaerobna sprinterska rezerva	4
1.7. Problem rada.....	5
2. Ciljevi i hipoteze	7
3. Metode istraživanja	8
3.1. Uzorak ispitanika	8
3.2. Uzorak varijabli	9
3.3. Nacrt istraživanja	10
3.4. Protokol testiranja i opis mjernih instrumenata	11
3.4.1. Utvrđivanje morfoloških karakteristika.....	11
3.4.2. Mjerenje maksimalne brzine sprinta	11
3.4.3. VAM - Eval test	12
3.4.4. 30 - 15 intermittent fitness test.....	12
3.4.5. Visoko - intenzivni intervalni trening.....	13
3.4.6. Metode obrade podataka.....	13
4. Rezultati.....	14
5. Diskusija	18
6. Zaključak	22
7. Literatura.....	23

1. Uvod

1.1. Aerobna izdržljivost

Cilj aerobnog treninga izdržljivosti je omogućiti sportašu da tijekom natjecanja bude što efikasniji u svojoj izvedbi. Nogometaš koji je kvalitetno kondicijski pripremljen biti će u mogućnosti demonstrirati svoju nogometnu izvedbu bez limitirajućih faktora, te naposljetku biti uspješan u igri. Izdržljivost se može definirati kao sposobnost organizma da rad određenog intenziteta održava što dulje bez smanjenja efikasnosti izvedbe (Maršić i sur., 2008). Preporuka je da se aerobni trening izdržljivosti provodi kroz modalitet kretanja koji je što sličniji specifičnim kretnim strukturama sporta za koji se taj trening provodi, na taj način se osigurava da primarni učinak treninga bude usmjeren upravo na one sustave koji su dominantni u izabranom sportu (Gulin, 2023). Nogomet karakteriziraju nepredvidive situacije te visoki intenzitet same aktivnosti (Ortiz i sur., 2024). Tijekom nogometne utakmice igrači naprave između 150 i 350 visoko intenzivnih trčanja (Taylor i sur., 2017). Također najvažnijim situacijama na utakmici, odnosno postizanju pogotka ili sprječavanju istog, najčešće prethode situacije visokog intenziteta. Stoga se kardiorespiratorne i sposobnosti ponavljanja visoko – intenzivnih aktivnosti nameću kao jedne od glavnih kondicijskih sposobnosti koje bi se trebale razvijati kod nogometaša (Mohr i sur., 2003; Svensson i Drust, 2005; Ortiz i sur., 2024).

1.2. Visoko intenzivni – intervalni trening

Različitim programima treninga može se utjecati na razvoj funkcionalnih sposobnosti, te unaprijediti rad različitih organskih sustava. Međutim navedeno ne znači da je prilikom programiranja treninga svejedno koju ćemo metodu treninga odabrati. Visoko - intenzivni intervalni trening (VIIT) vrlo je popularan tip treninga kojim je moguće značajno unaprijediti VO_{2max} , kao i brojne druge kardio - metaboličke parametre zdravlja (Bok, 2019b; Bok, 2021). VIIT je vremenski iznimno efikasna trenažna metoda za unaprjeđenje kardiorespiratorne i metaboličke funkcije, te naposljetku i same izvedbe sportaša (Buchheit i Laursen, 2013a). VIIT se sastoji od visoko - intenzivnih intervala rada koji se izmjenjuju sa nisko - intenzivnim ili pasivnim intervalima odmora, a optimalni sadržaji za realizaciju treninga uključuju cikličke oblike kretanja (Bok, 2019b). VIIT se s obzirom na ciljeve treninga može programirati u obliku kratkog i dugog formata, a oba formata omogućuju maksimiziranje vremena provedenog u zoni

maksimalnog aerobnog napora (Bok, 2019b). Kratki oblik VIIT-a podrazumijeva intervale rada i odmora do 1 minute i to najčešće u omjeru 1:1. Intervali rada provode se intenzitetom iznad vVO_{2max} , najčešće između 100% i 120% vVO_{2max} , dok se intervali odmora provode intenzitetom između 50% i 60% vVO_{2max} ili pasivnim odmorom. VIIT kratkog formata se zbog svoje vremenske učinkovitosti i visokog postotka vremena provedenog u zoni $\geq 90\%$ maksimalnog primitka kisika (VO_{2max}) i $\geq 90\%$ maksimalne frekvencije srca (FS_{max}) sve češće koristi u praksi kao metoda treninga za unaprjeđenje aerobne izdržljivosti, odnosno VO_{2max} kao njene glavne mjere. Glavni cilj VIIT-a kratkog formata je maksimiziranje vremena u zoni $\geq 90\%$ VO_{2max} , odnosno $\geq 90\%$ FS_{max} , a takav trenažni program trebao bi izazvati takvu akutnu reakciju, čije bi ponavljanje posljedično trebalo rezultirati unaprjeđenjem maksimalnog primitka kisika. Upravo se akumulacija vremena u zoni maksimalnog aerobnog napora navodi kao ključna stavka za unaprjeđenje VO_{2max} (Bok, 2019b).

1.3. Akutna reakcija

Akutna reakcija na trenažni podražaj predstavlja središnju komponentu u procesu programiranja ne samo kondicijskog, već i svakog drugog treninga (Bok, 2019a). Kvalitetno programiranim treningom izaziva se povećana aktivacija točno određenih organskih sustava, a posljedično i očekivana akutna reakcija. Akutna reakcija predstavlja trenutni odgovor organskih sustava sportaša na stres, odnosno trening koji sportaš izvodi ili koji je upravo izveo (Bok, 2019a). Unaprjeđenje svake sposobnosti pa tako i izdržljivosti kronična je adaptacija jednog ili više organskih sustava na stres, odnosno trening. Prilikom programiranja individualiziranih treninga izdržljivosti ključno je znati kakvu akutnu reakciju možemo očekivati, kako bi ponavljanjem točno određene akutne reakcije s vremenom postigli željenu kroničnu adaptaciju (Bok, 2019a). VIIT provodi se intenzitetom koji prelazi anaerobni prag što znači da se mora provoditi intervalnom metodom treninga. Akutna reakcija postiže se manipuliranjem akutnim varijablama, a programiranje intervalnih treninga složen je proces jer zahtjeva precizno određivanje ukupno 9 akutnih varijabli (Buchheit i Laursen, 2013b).

1.4. Određivanje intenziteta treninga

Kako bi mogli kvalitetno programirati VIIT potrebno je odrediti intenzitet intervala rada. Intenzitet aktivnosti najvažnija je akutna varijabla koja izaziva fiziološke adaptacije tijekom treninga izdržljivosti (MacInnis i Gibala, 2017). Postoji veliki broj objektivnih metoda za određivanje intenziteta treninga koje koriste postotke od maksimalnih vrijednosti (maksimalni primitak kisika (VO_{2max}), maksimalna snaga (W_{max}), maksimalna brzina (v_{max}) i maksimalna frekvencija srca (FS_{max})), submaksimalnih vrijednosti (prvi laktatni prag (LP1), drugi laktatni prag (LP2), prvi ventilacijski prag (VP1), drugi ventilacijski prag (VP2) , maksimalno laktatno stabilno stanje (MLSS), kritična brzina (*eng. critical speed*, brzina pri anaerobnom pragu) (v_{crit}), kritična snaga (*eng. critical power*, izlaz snage pri anaerobnom pragu) (P_{crit}) (Jamnick i sur., 2020), te subjektivnih metoda određivanja intenziteta treninga (Talk Test (TT) i subjektivni osjećaj opterećenja (SPO)) (Bok i sur., 2022). Ipak određivanje intenziteta VIIT-a, pogotovo kratkog formata, predstavlja poseban izazov za kondicijske trenere (Bok i Foster, 2021). Akutna reakcija navedenih formata treninga omogućuje dovoljnu akumulaciju vremena u zoni $\geq 90\% VO_{2max}$ i $\geq 90\% FS_{max}$. Međutim programiranje VIIT-a kratkog formata uz pomoć postotka frekvencije srca nije moguće iz razloga što se VIIT kratkog formata provodi intenzitetom iznad vVO_{2max} , a frekvencija srca ne može pratiti dinamiku promjene u intenzitetu iznad vVO_{2max} (Bok, 2021; Bok i Foster, 2021). Naime frekvencija srca kasni u reakciji i stabilizaciji vrijednosti na promjene u intenzitetu, a stalne promjene u intenzitetu karakteristične su za ovaj tip treninga (Bok, 2021). Imajući na umu dinamiku promjene frekvencije srca na promjene u intenzitetu jasno je da se ista ne može koristiti za određivanja intenziteta treninga. Iz navedenih razloga metoda koja se najčešće koristi za određivanje intenziteta VIIT-a je postotak od vVO_{2max} ili MAB-a, a frekvencija srca služi kao parametar kojim se prati akutna reakcija (Bok, 2021). Maksimalna aerobna brzina (MAB) označava najnižu moguću brzinu pri kojoj je moguće maksimalno opteretiti kardiorespiratorni sustav, odnosno postići maksimalni primitak kisika (VO_{2max}). Kao zlatni standard za određivanje VO_{2max} koristi se spiroergometrijski progresivni test opterećenja na pokretnom sagu, a brzina pri kojoj se postiže VO_{2max} naziva se vVO_{2max} . Međutim zbog manjih troškova i veće vremenske učinkovitosti sve veću popularnost dobivaju različiti terenski testovi (Bok i Foster, 2021).

1.5. Maksimalni doseg u 30 – 15 intermittent fitness testu

Maksimalni doseg u 30 – 15 intermittent fitness testu (vIFT) jedna je od varijabli koja se koristi za određivanje intenziteta treninga izdržljivosti. Ovaj terenski test je nastao s ciljem stvaranja diskontinuiranog testa koji uključuje promjenu smjera kretanja, odnosno testa koji će biti sličniji uvjetima natjecanja (Buchheit, 2008). To podrazumijeva da vIFT u određenoj mjeri uzima u obzir i brzinu iznad vVO_{2max} , sa ciljem što boljeg programiranja VIIT-a, pogotovo kratkog formata. vIFT je posebna metodička točka iz razloga što sadrži informaciju o aerobnim i anaerobnim kapacitetima, promjeni smjera kretanja te sposobnosti oporavka tijekom aktivnosti, a u isto se vrijeme može koristiti za dizajniranje treninga (Buchheit i sur., 2021). Također treninzi programirani korištenjem vIFT-a imaju manje varijabilnu akutnu reakciju u usporedbi s drugim kontinuiranim terenskim testovima poput UMTT-a (University of Montreal track test) i 20 – mSRT-a (20 m shuttle run test) (Buchheit, 2008), što znači da bi u usporedbi sa drugim terenskim testovima treninzi programirani uz pomoć vIFT-a trebali ostaviti manji prostor za pogrešku, odnosno manju šansu da bi očekivana akutna reakcija mogla izostati.

1.6. Anaerobna sprinterska rezerva

Programiranje VIIT-a kratkog formata isključivo uz pomoć maksimalnih vrijednosti u testu ipak može dovesti do velikih individualnih razlika u akutnom odgovoru na VIIT (Jamnick i sur., 2020; Mann i sur., 2013). Sanford i suradnici (2021) kao jedan od razloga zašto dolazi do velikih razlika u akutnom odgovoru na VIIT navode da testovi koji mjere ili procjenjuju maksimalnu aerobnu brzinu u dovoljnoj mjeri ne uzimaju u obzir lokomotorni profil sportaša, te anaerobno iskorištenu energiju čija je količina značajna prilikom vježbanja intenzitetom koji prelazi anaerobni prag. Kako bi se bolje prilagodili intenziteti za programiranje VIIT-a kratkog formata, može se koristiti razlika između maksimalne brzine sprinta (MBS) i maksimalne aerobne brzine (MAB) prikazana kao anaerobna sprinterska rezerva (ASR). Procjena MAB-a u velikoj mjeri ovisi o protokolu koji se koristi, odnosno maksimalni doseg u testu može poprilično varirati ovisno o trajanju pojedinog nivoa, stupnju povećanja intenziteta, te postojanju i trajanju intervala odmora (Sanford i sur., 2021). Kako bi se na točan način izračunala ASR ključno je primijeniti optimalni testni protokol za procjenu MAB-a. Da bi se dobila preciznija informacija o MAB-u, potrebno je primijeniti protokol koji je kontinuiranog karaktera te ne uključuje promjenu smjera kretanja, upravo iz razloga što diskontinuirani protokol te promjena smjera kretanja direktno utječu na konačni doseg u testu. To je ujedno i razlog zašto je intenzitet vIFT-

a veći od intenziteta vVO_{2max} . Optimalan terenski protokol za utvrđivanje MAB-a je UMTT (Léger i Boucher, 1980) ili modificirani UMTT koji se izvodi na nešto kraćem terenu, odnosno VAM - Eval test (Mendez Villanueva i sur., 2010). Koristeći i MAB i MBS, odnosno ASR u programiranje treninga kvalitetnije se integrira razlika između sportaša u kontekstu brzine koju postižu iznad vVO_{2max} -a (Sanford i sur., 2021). Prema nekim autorima, kada se vježba intenzitetom iznad MAB-a, najvažniji faktor za sve vrste sportaša, bez obzira na sportašev lokomotorni profil, je postotak korištenja ASR-a, a ne samo postotak MAB-a (Sanford i sur., 2021).

1.7. Problem rada

Nogometaši tijekom utakmice provode značajan dio vremena na intenzitetima iznad vVO_{2max} , odnosno MAB-a (Sanford i sur., 2021). Iako je postotak MAB-a najčešće korištena metoda za programiranje VIIT-a (Buchheit, 2008), prilikom programiranja VIIT-a kratkog formata treba biti oprezan s obzirom da se isti provodi intenzitetom iznad MAB-a. Stoga korištenje isključivo MAB-a možda i nije najbolji odabir za izazivanje individualizirane akutne reakcije u usporedbi sa programiranjem korištenjem postotka $vIFT$ -a i ASR-a koji u obzir uzimaju i intenzitet iznad MAB-a. Primjerice ako dva sportaša imaju istu maksimalnu aerobnu brzinu (MAB), a značajno različitu maksimalnu brzinu sprinta (MBS), te odrade identičan trening programiran isključivo koristeći postotak MAB-a, za očekivati je da će im akutne reakcije biti različite iz razloga što su odradili treninge koristeći različite postotke ASR-a. Intenzitet treninga izražen kao postotak MAB-a rezultat će različitim postotkom iskorištene ASR-e sportaša različitog lokomotornog profila, što bi naposljetku moglo dovesti do različitih fizioloških zahtjeva i adaptacija (Sanford i sur., 2021). Du i Tao (2023), te Wang i Zhao (2023) u svojim su radovima testirali kronične adaptacije uzrokovane VIIT-om dizajniranim koristeći MAB i ASR. Zaključuju da supramaksimalni (trening koji se provodi intenzitetom iznad MAB-a) VIIT programiran koristeći individualizirane postotke MAB-a rezultira varijabilnijim adaptacijama na trening nego li supramaksimalni VIIT programiran koristeći postotak ASR-a. Bok i suradnici (2023) navode da nema statistički značajne razlike između kardiorespiratornog, metaboličkog i percepcijskog odgovora na VIIT programiran koristeći postotak vVO_{2max} dobiven progresivnim testom opterećenja na pokretnom sagu i treninga koji uz postotak vVO_{2max} koristi i postotak ASR-a, odnosno ($vVO_{2max} + \%ASR$). Također nije pronađena niti statistički značajna razlika u koeficijentu varijacije, međutim autori navode da bi manji koeficijent varijacije La i $SPOt$, u treningu koji je programiran koristeći postotak ASR-a mogao

biti praktično značajan, te da navedeno treneri ne bi trebali zanemariti. Moguću manju varijabilnost akutne reakcije ne bi trebalo zanemariti s obzirom da ona smanjuje šansu za izostankom očekivane akutne reakcije, a samim tim i kronične adaptacije kod sportaša. Iako bez statističkog značaja autori navode da je VIIT koji koristi postotak ASR-a rezultirao 15% većom akumulacijom vremena u zoni $\geq VO_{2max}$ uz samo 2,4% veći percepcijski i 12,3% veći metabolički stres. Buchheit i suradnici (2021) navode da su potrebna dodatna istraživanja prednosti vIFT-a i ASR-a u programiranju VIIT-a, odnosno odgovora koja bi od navedenih metoda trebala biti superiornija, isti autori navode da bi u teoriji rezultati trebali biti vrlo slični s obzirom da MAB i MBS zajedno učinkovito procjenjuju vIFT. Collison i suradnici (2022) usporedili su varijabilnost vremena potrebnog za postizanje potpune iscrpljenosti, odnosno „otkaza“ tijekom supramaksimalnih intervalnih treninga programiranih koristeći postotak MAB-a, vIFT-a i ASR-a. Cilj istraživanja bio je utvrditi koja je metoda programiranja VIIT-a učinkovitija u izazivanju manje varijabilne, odnosno homogenije akutne reakcije. Nije pronađena statistički značajna razlika u vremenu potrebnom da se postigne potpuna iscrpljenost, odnosno „otkaz“ između navedenih metoda programiranja VIIT-a. Ipak autori navode da je VIIT programiran koristeći postotak ASR-a izazvao praktično značajno manje varijabilnu akutnu reakciju u odnosu na trening programiran koristeći MAB, ali i manje varijabilnu akutnu reakciju u odnosu na trening programiran koristeći vIFT. Međutim, s obzirom da se VIIT uobičajeno provodi točno određenim vremenskim trajanjem, varijabilnost vremena potrebnog da sportaš dosegne potpunu iscrpljenost zapravo je limitirane je praktične važnosti (Bok i sur., 2023). Nadalje autori nisu analizirali vrijeme provedeno u zoni $\geq 90\% VO_{2max}/\geq 90\% FS_{max}$ iako je upravo akumulacija vremena u navedenim zonama ključna u izazivanju pozitivnih kardiorespiratornih adaptacija.

Stoga je svrha ovog istraživanja utvrditi postoji li kod nogometaša razlika u kardiorespiratornim, metaboličkim i percepcijskim parametrima akutne reakcije između vremenski definiranog VIIT-a programiranog koristeći postotak vIFT-a i treninga koji je programiran koristeći postotak ASR-a. Odnosno usporediti dvije metode programiranja VIIT-a koje uzimaju u obzir intenzitete iznad MAB-a u stvarnim uvjetima treninga. Pored toga, utvrditi koji će trening, to jest koja će metoda programiranja VIIT-a biti superiornija u akumulaciji veće količine vremena u zoni $\geq 90\% FS_{max}$, uz što manji metabolički i percepcijski stres. Odnosno na taj način odrediti koja metoda predstavlja učinkovitiji odabir prilikom programiranja individualiziranog VIIT-a kratkog formata.

2. Ciljevi i hipoteze

Cilj ovog diplomskog rada je provjeriti postoji li razlika u akutnoj reakciji visoko – intenzivnog intervalnog treninga kratkog formata programiranog koristeći maksimalni doseg u 30 – 15 intermittent fitness testu (vIFT) i treninga programiranog koristeći kombinaciju maksimalne aerobne brzine (MAB) i maksimalne brzine sprinta (MBS), odnosno postotka anaerobne sprinterske rezerve (ASR).

H₁ – VIIT dizajniran koristeći kombinaciju postotka anaerobne sprinterske rezerve rezultirati će statistički značajno većom akumulacijom vremena u zoni $\geq 90\%$ maksimalne frekvencije srca u usporedbi s VIIT-om dizajniranim koristeći postotak maksimalnog dosega u 30 – 15 intermittent fitness testu.

H₂ - VIIT dizajniran koristeći kombinaciju postotka anaerobne sprinterske rezerve rezultirati će statistički značajno većim vrijednostima subjektivne ocjene opterećenja treninga u usporedbi s VIIT-om dizajniranim koristeći postotak maksimalnog dosega u 30 – 15 intermittent fitness testu.

H₃ – VIIT dizajniran koristeći kombinaciju postotka anaerobne sprinterske rezerve rezultirati će statistički značajno većim vrijednostima laktata u usporedbi s VIIT-om dizajniranim koristeći postotak maksimalnog dosega u 30 – 15 intermittent fitness testu.

3. Metode istraživanja

3.1. Uzorak ispitanika

Uzorak ispitanika se sastoji od 15 zdravih nogometaša koji se natječu u Drugoj Hrvatskoj nogometnoj ligi, odnosno trećem rangu Hrvatskog nogometa. Ispitanici su klasificirani kao visoko trenirani sportaši, te pripadaju 3. rangu ispitanika (Mckay i sur., 2022). Kriteriji za sudjelovanje u eksperimentu su: (i) aktivno bavljenje nogometom najmanje 5 godina, (ii) izostanak bolesti, ozljeda ili bilo kakvih bolnih stanja, (iii) muški spol.

Tablica 1. Deskriptivni parametri ispitanika (n=15)

	AS ± SD
Dob (godine)	20,33 ± 2,23
Visina (cm)	184,43 ± 5,88
Masa tijela (kg)	76,63 ± 5,07

Svi ispitanici su upoznati sa eksperimentalnim nacrtom, te su u istraživanju sudjelovali dobrovoljno uz potpisan informirani pristanak za sudjelovanje. Ispitanicima i njihovim roditeljima objašnjeno je da u bilo kojem trenutku mogu, na vlastiti zahtjev, odustati od sudjelovanja u istraživanju bez ikakvih posljedica. Kao motivaciju za sudjelovanje u istraživanju, svim ispitanicima je ponuđeno programiranje visoko – intenzivnih intervalnih treninga tijekom prijelaznog razdoblja između dvije nogometne sezone uz pomoć rezultata u 30 - 15 intermittent – fitness testu (30 – 15 IFT), VAM - Eval testu, te maksimalne brzine sprinta na udaljenosti od 40 metara. Istraživanje je provedeno u skladu sa zahtjevima i uz odobrenje (66/2024) Etičkog povjerenstva Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

3.2. Uzorak varijabli

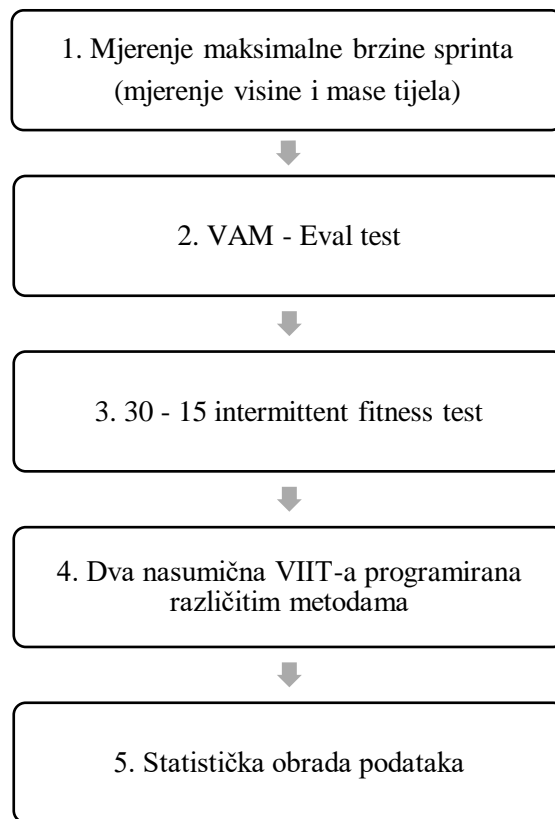
Varijable korištene u ovom diplomskom radu opisuju maksimalne vrijednosti prikupljene u različitim terenskim testovima. Uzorak varijabli čine maksimalna brzina sprinta na 40 metara (v_{max}), maksimalan doseg u 30 - 15 IFT-u ($vIFT$), maksimalna aerobna brzina (MAB) izračunata uz pomoć maksimalnog dosega u VAM - Eval testu, anaerobna sprinterska rezerva (ASR) prikazana kao razlika između maksimalne brzine sprinta (MBS) i maksimalne aerobne brzine (MAB), te maksimalna frekvencija srca (FS_{max}). Uzorak varijabli još čine varijable koje opisuju akutnu reakciju na trening a to su: subjektivna ocjena opterećenja treninga (SPOT), koncentracija laktata u krvi (La), te vrijeme provedeno u zoni $\geq 90\%$ maksimalne frekvencije srca ($t@90\%FS_{max}$).

Tablica 2. Popis korištenih varijabli

Kratica	Opis varijable	Mjerna jedinica
MBS	Maksimalna brzina sprinta	km/h
$vIFT$	Maksimalni doseg u IFT-u	km/h
MAB	Maksimalna aerobna brzina	km/h
ASR	Anaerobna sprinterska rezerva	km/h
FS_{max}	Maksimalna frekvencija srca	otk/min
SPOT	Subjektivna ocjena opterećenja treninga	/
La	Koncentracija laktata u krvi	mmol/L
$t@90\%FS_{max}$	Vrijeme provedeno u zoni $\geq 90\%$ maksimalne frekvencije srca	%

3.3. Nacrt istraživanja

Istraživanje je provedeno kao randomizirani eksperiment s ukriženim ustrojem (eng *cross – over desing*). Tijek istraživanja prikazan je na slici 1.



Slika 1. Prikaz tijeka istraživanja

Ispitanici su u okviru ovog istraživanja u periodu od dva tjedna odradili 3 testa i 2 treninga, raspoređena u ukupno 4 dolaska. Testiranja su provedena na samom kraju natjecateljskog dijela sezone. Svi ispitanici i njihovi treneri dobili su upute da se suzdrže od visoko – intenzivnih tjelesnih aktivnosti 24 sata prije svih testiranja i treninga, te da zadrže uobičajene prehrambene i navike spavanja. Svi testovi i treninzi provedeni su na nogometnom igralištu.

U sklopu prvog dijela istraživanja ispitanici su podijeljeni u dvije grupe, kako bi tijekom provedbe testova imali što kontroliranije uvjete. U prvom dolasku ispitanicima je izmjerena visina i masa tijela, zatim su odradili test maksimalne brzine sprinta na 40 metara, te VAM - Eval test. U drugom dolasku ispitanici su odradili 30 – 15 IFT.

U sklopu drugog dijela istraživanja ispitanici su pojedinačno odradili dva visoko – intenzivna intervalna treninga (VIIT-a) pravocrtnim trčanjem, bez promjene smjera kretanja, u ukupnom trajanju od 10 minuta. Redoslijed izvođenja treninga je bio nasumičan kako bi se isključio utjecaj prethodnih testova odnosno treninga. Također treninzi su se održali u isto vrijeme u danu ($\pm 1h$) za svakog ispitanika kako bi se isključio utjecaj cirkadijalnog ritma na rezultate. Svi testovi (osim sprinta) i treninzi razdvojeni su vremenskim periodom od minimalno 48 sati.

Prije početka testiranja i treninga ispitanici su provodili standardizirano zagrijavanje pod stručnim nadzorom u trajanju od 15 minuta, koje je uključivalo podizanje tjelesne temperature trčanjem, vježbe dinamičkog istezanja u mjestu i u kretanju, vježbe škole trčanja, progresivna istrčavanja, te vježbe promjene smjera kretanja (prije 30 - 15 IFT-a).

3.4. Protokol testiranja i opis mjernih instrumenata

3.4.1. Utvrđivanje morfoloških karakteristika

Prije provođenja terenskih testova na nogometnom igralištu, ispitanicima je izmjerena visina i masa tijela. Za mjerenje visine tijela korišten je antropometar (Model 100, Gneupel Präzisionsmechanik (GPM), Bachenbülach, Švicarska), masa tijela je izmjerena pomoću digitalne vage (model BC-418, Tanita Corporation, Tokyo, Japan).

3.4.2. Mjerenje maksimalne brzine sprinta

Prvi terenski test koji je proveden u okviru ovog istraživanja jest test maksimalne brzine sprinta na udaljenosti od 40 metara. Maksimalna brzina izmjerena je radarom (Stalker ATS II, Applied Concepts Inc., Richardson, Teksas, SAD) uz pripadajući programski paket. Radar je postavljen na stalak na visini od 1 metra, po sredini i 2 metra iza startne linije, usmjeren prema ciljnoj liniji. Ispitanici su startali iz pozicije visokog starta na zvučni signal, točno u trenutku kada je i pokrenuto bilježenje brzine trčanja. Ispitanici su izveli dva sprinta, a bilježio se samo najbolji rezultat izražen u km/h. Između dva sprinta provedena je pasivna pauza (pasivno stajanje, hodanje $< 2\text{km/h}$) u trajanju od minimalno 3 minute. Za testiranje sprinta korišten je nogometni teren, svi ispitanici trčali su u kopačkama.

3.4.3. VAM - Eval test

Terenski test koji se u okviru ovog istraživanja koristio za procjenu maksimalne aerobne brzine jest VAM - Eval test. Prilikom provedbe ovog testa na nogometnom terenu je u krug postavljeno 10 čunjeva koji su od središta kruga udaljeni 31,85 metara, a između svakog čunja je 20 metara razmaka, na taj se način kreira ovalna staza za trčanje dužine 200 metara. Svaki ispitanik zauzme položaj na jednom od čunjeva. Test započinje brzinom trčanja od 8,5 km/h, te se brzina svake minute povećava za 0,5 km/h. Brzinu trčanja diktira audio zapis, a svaki ispitanik u trenutku zvučnog signala mora biti na sljedećem čunju. Test se izvodi do „otkaza“, a završava kada ispitanik sam odustane jer ne može više pratiti brzinu trčanja ili ako se ispitanik dva puta zaredom u trenutku zvučnog signala nalazi iza čunja. Na kraju testa za svakog ispitanika bilježi se maksimalni doseg u testu i vrijeme kraja testa, te se uz pomoć formule

$$MAB = Sf + \left(\left(\frac{t}{60}\right) * 0,5\right)$$

računa maksimalna aerobna brzina (MAB). Tijekom provedbe testa za svakog ispitanika zabilježena je maksimalna frekvencija srca koristeći senzor frekvencije otkucaja srca (Polar, H10, Kempele, Finland) uz pripadajući programski paket.

3.4.4. 30 - 15 intermittent fitness test

Test se izvodi na prostoru koji je označen sa 3 tri linije (A, B, C). Udaljenost između A i C linije iznosi 40 metara, dok se B linija nalazi točno između A i C linije odnosno na 20 metara. Također označene su i zone tolerancije koje su udaljene 3 metra od svake linije. Test se sastoji od 30 sekundi trčanja te 15 sekundi pasivnog odmora. Test započinje brzinom od 8 km/h za prvih 30 sekundi, te se svakim sljedećim intervalom brzina povećava za 0,5 km/h. Brzinu trčanja diktira audio zapis. Prilikom svakog zvučnog signala ispitanik bi trebao biti na sljedećoj liniji odnosno unutar zone tolerancije. Tijekom pasivnog odmora ispitanik hoda do sljedeće linije. Test se izvodi maksimalno odnosno do „otkaza“, a test završava kada ispitanik sam odustane jer više ne može pratiti brzinu trčanja ili kada 3 puta za redom ne bude unutar zone tolerancije u trenutku zvučnog signala. Završni interval je onaj koji je uspješno završen (Buchheit, 2008). Ukoliko je sportaš promašio 3 zvučna signala zaredom pri brzini od 18.5 km/h, tada se kao krajnji rezultat bilježi brzina od 18 km/h, a to je ujedno i ispitanikov maksimalni doseg u 30 – 15 IFT-u, odnosno vIFT. Test se proveo na nogometnom igralištu.

3.4.5. Visoko - intenzivni intervalni trening

Ispitanici su u sklopu posljednja dva dolaska odradili dva VIIT-a u trajanju od 10 minuta. Izmjenjivali su se intervali rada i odmora, a svaki interval je trajao 15 sekundi, interval rada je podrazumijevao pravocrtno trčanje na određenoj udaljenosti (određena prema individualnim rezultatima MAB + ASR i vIFT-a), dok je tijekom intervala odmora ispitanik provodio pasivnu pauzu stajanjem. Udaljenost koju su ispitanici morali istrčati unutar 15 sekundi određivala se na dva različita načina. Jedan VIIT je bio programiran uz pomoć vIFT-a, i to na način da se u formulu

$$s = v * t$$

kao brzina (v) računa 95% vIFT, dok se drugi VIIT dizajnirao na način da se kao brzina računa MAB + 20% ASR.

Promatrani su sljedeći parametri akutne reakcije na trening: vrijeme provedeno u zoni $\geq 90\%$ FS_{max} , ($t@90\%FS_{max}$), laktati (La) i subjektivna ocjena opterećenja treninga (SPOT) (Foster i sur., 2001). Vrijeme provedeno u zoni $\geq 90\%$ FS_{max} (otk/min) bilježilo se tijekom treninga uz pomoć senzora frekvencije otkucaja srca (Polar H10, Kempele, Finland) i pripadajući programski paket. Laktati (mmol/L) mjerili su se koristeći laktatomjer (Lactate Scout Sport, SensLab GmbH, Leipzig, Germany), 1 - 2 minute nakon kraja treninga, a subjektivna ocjena opterećenja treninga na modificiranoj skali od 0-10 (Foster i sur., 2001) uzimala se 10 minuta nakon treninga.

3.4.6. Metode obrade podataka

Prikazani su osnovni deskriptivni pokazatelji izmjerenih varijabli. Normalnost distribucije podataka provjerena je Shapiro – Wilik testom. Razlika u akutnoj reakciji dva različita programa treninga testirana je Studentovim t – testom za zavisne uzorke, te Wilcoxonovim testom usklađenih parova. Razina statističke značajnosti postavljena je na $p < 0,05$, sve analize provedene su programu Statistica (Tibco, Dell Inc, Tulsa, OK, SAD).

4. Rezultati

Osnovni deskriptivni parametri maksimalne brzine sprinta, maksimalne aerobne brzine, anaerobne sprinterske rezerve, maksimalnog doseg u 30 – 15 IFT-u, te intenziteti visoko – intenzivnih intervalnih treninga programiranih koristeći kombinaciju postotka anaerobne sprinterske rezerve i postotka maksimalnog doseg u 30 - 15 IFT-u prikazani su u tablici 3.

Tablica 3. Deskriptivni parametri najvažnijih varijabli za programiranje treninga i programirani intenziteti treninga

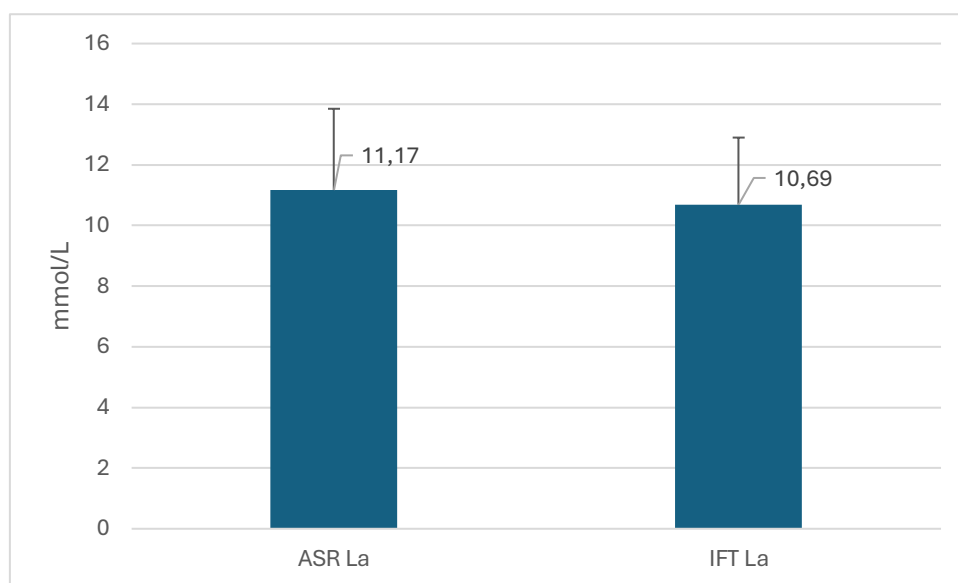
n=15	AS	SD	Max	Min
MBS (km/h)	32,60	0,96	34,08	31,36
MAB (km/h)	16,57	1,01	18,50	14,90
ASR (km/h)	16,03	1,41	18,28	13,23
vIFT (km/h)	20,90	0,78	22,50	20,00
vVIIT_{ASR} (km/h)	19,7	0,83	21,5	18,3
vVIIT_{vIFT} (km/h)	19,8	0,74	21,4	19

Legenda: MBS – maksimalna brzina sprinta, MAB - maksimalna aerobna brzina, ASR - anaerobna sprinterska rezerva, vIFT – maksimalni doseg u 30-15 IFT-u, AS – aritmetička sredina, SD – standardna devijacija, Max – maksimalna vrijednost, Min – minimalna vrijednost, vVIIT_{ASR} – brzina u VIIT-u programiranom koristeći postotak ASR-a, vVIIT_{vIFT} – brzina u VIIT-u programiranom koristeći postotak vIFT-a

Tablica 4. Deskriptivni parametri varijabli akutne reakcije na VIIT

Varijable	AS ± SD	MIN	MAX	CV
ASR t@90%FS_{max} (%)	73,18 ± 17,01	42,83	92,50	23,24
IFT t@90%FS_{max} (%)	76,19 ± 13,55	40,50	91,90	17,78
IFT La (mmol/L)	10,69 ± 2,21	7,30	14,90	20,72
ASR La (mmol/L)	11,17 ± 2,68	7,70	17,90	23,96
ASR SPOT (l)	7,27 ± 1,53	4,00	9,00	21,11
IFT SPOT (l)	8,33 ± 1,05	6,00	10,00	12,56

Legenda: ASR t@90%FS_{max} - postotak vremena proveden u zoni ≥90% maksimalne frekvencije srca u treningu programiranom koristeći ASR, IFT t@90%FS_{max} – postotak vremena provedenog u zoni ≥90% maksimalne frekvencije srca u treningu programiranom koristeći vIFT, IFT La - koncentracija laktata u treningu programiranom koristeći vIFT, ASR La – koncentracija laktata u treningu programiranom koristeći ASR, ASR SPOT – subjektivna ocjena opterećenja u treningu programiranom koristeći ASR, IFT SPOT – subjektivna ocjena opterećenja u treningu programiranom koristeći vIFT, AS – aritmetička sredina, SD – standardna devijacija, MIN – minimalna vrijednost, MAX – maksimalna vrijednost, CV – koeficijent varijacije



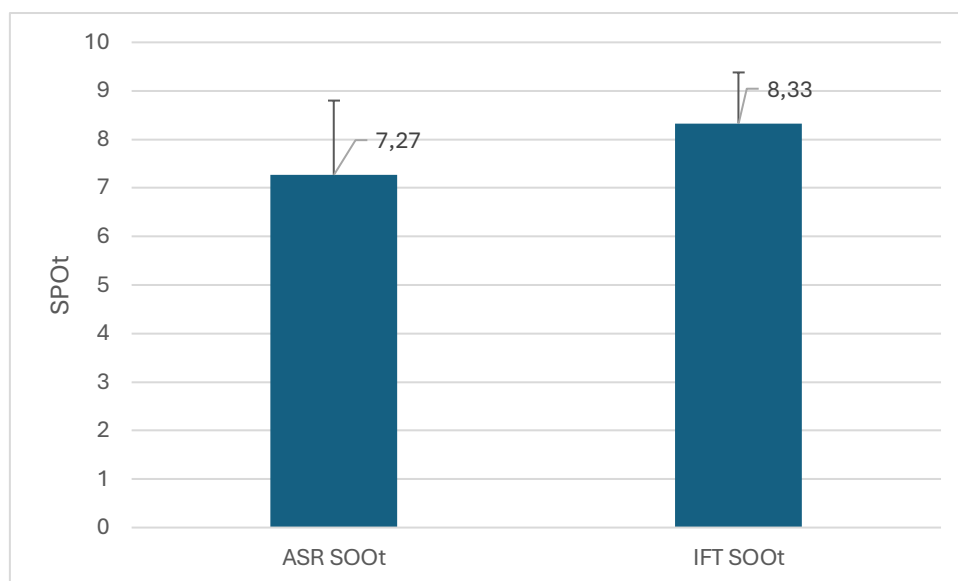
Slika 2. Aritmetička sredina akumulacije laktata u krvi (mmol/L)

Legenda: ASR La – koncentracija laktata u treningu programiranom koristeći ASR,
IFT La - koncentracija laktata u treningu programiranom koristeći vIFT

Tablica 5. Razlika u akutnoj reakciji metaboličkih parametara opterećenja

Varijabla	AS	SD	N	T	P
ASR La	11,17	2,68			
IFT La	10,69	2,21	15	0,57	0,58

Usporedbom rezultata možemo zaključiti da ne postoji statistički značajna razlika između varijable ASR La i IFT La $t = 0,57$, $p = 0,58$ (tablica 5.), odnosno ne postoji statistički značajna razlika metaboličkih parametara akutne reakcije između VIIT-a dizajniranog koristeći postotak ASR-a i VIIT-a dizajniranog koristeći postotak vIFT-a.



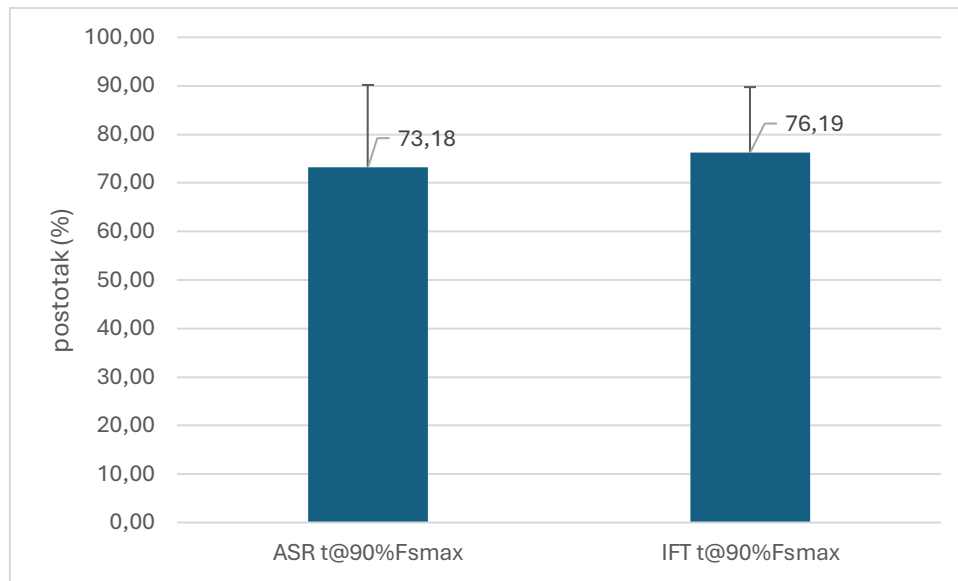
Slika 3. Aritmetička sredina subjektivne ocjene opterećenja treninga (Foster i sur., 2001.)

Legenda: ASR SPOT – subjektivna ocjena opterećenja u treningu programiranom koristeći ASR,
IFT SPOT – subjektivna ocjena opterećenja u treningu programiranom koristeći vIFT

Tablica 6. Razlika u akutnoj reakciji percepcijskih parametara opterećenja

Par varijabli	Valjano	T	Z	P
ASR SPOT i IFT SPOT	12	16,00	1,80	0,07

S obzirom da je test normalnosti distribucije pokazao da varijable ASR SPOT i IFT SPOT nisu normalno distribuirane, za usporedbu rezultata koristio se Wilcoxonov test usklađenih parova. Usporedbom rezultata možemo zaključiti da između varijabli ASR SPOT i IFT SPOT nema statistički značajne razlike $Z = 1,80$, $p = 0,07$ (tablica 6.), odnosno ne postoji statistički značajna razlika vrijednosti percepcijskih parametara između VIIT-a dizajniranog koristeći postotak ASR-a i VIIT-a koji koristi postotak vIFT-a.



Slika 4. Aritmetička sredina akumulacije vremena u zoni $\geq 90\% FS_{max}$

Legenda: ASR t@90%FS_{max} - postotak vremena proveden u zoni $\geq 90\%$ maksimalne frekvencije srca u treningu programiranom koristeći ASR, IFT t@90%FS_{max} – postotak vremena provedenog u zoni $\geq 90\%$ maksimalne frekvencije srca u treningu programiranom koristeći vIFT

Tablica 7. Razlika u akutnoj reakciji kardiorespiratornih parametara opterećenja

Par varijabli	Valjano	T	Z	P
ASR t@90%FS _{max} i IFT t@90%FS _{max}	15	47,00	0,74	0,46

Test normalnosti distribucije pokazao je da varijabla ASR t@90%FS_{max} nije normalno distribuirana, stoga se za usporedbu rezultata koristio Wilcoxonov test usklađenih parova. Rezultati ukazuju da se varijable ASR t@90%FS_{max} i IFT t@90%FS_{max} statistički značajno ne razlikuju $z = 0,74$, $p = 0,46$ (tablica 7.), odnosno ne postoji statistički značajna razlika u kardiorespiratornim parametrima akutne reakcije između VIIT-a dizajniranog koristeći postotak ASR-a i VIIT-a dizajniranog koristeći postotak vIFT-a.

5. Diskusija

Postoje istraživanja koja su proučavala razlike u akutnoj reakciji (Julio i sur., 2019; Bok i sur., 2023) i kroničnoj adaptaciji (Du i Tao, 2023) VIIT-a koji za određivanje intenziteta koriste postotke MAB-a i ASR-a, kao i manji broj istraživanja koja su proučavala razlike u akutnoj reakciji (Collison i sur., 2022) i kroničnoj adaptaciji (Dai i Xie, 2023) treninga koji koriste postotke MAB-a, ASR-a i IFT-a. Međutim ovo istraživanje je direktno usporedilo akutne reakcije dvije metode treninga koje koriste intenzitete iznad MAB-a za programiranje vremenski ograničenog VIIT-a na nogometašima.

Analizom dobivenih podataka vidljivo je da je VIIT dizajniran koristeći postotak vIFT-a rezultirao većom akumulacijom vremena zoni $\geq 90\%$ FS_{max} u odnosu na VIIT dizajniran koristeći kombinaciju postotka ASR-a (slika 4.), međutim navedena razlika nije se pokazala statistički značajnom $p = 0,46$ (tablica 7.). S obzirom na navedene rezultate prva hipoteza se odbacuje.

Iako bez statistički značajne razlike između treninga, oba treninga rezultirala su visokim postotkom (73,18% i 76,19%) vremena provedenog u zoni $\geq 90\%$ FS_{max} (slika 4.). Navedeno potvrđuje dosadašnja istraživanja u kojima se intenzitet treninga koji koristi ASR (Blondel i sur., 2001; Collison i sur., 2022; Julio i sur., 2019; Du i Tao, 2023; Dai i Xie, 2023; Bok i sur., 2023) i vIFT (Buchheit 2008; Buchheit and Laursen, 2013a, Dai i Xie, 2023) pokazao kao učinkovit način za dizajniranje VIIT-a. Vrijeme provedeno u zoni $\geq 90\%$ VO_{2max} smatra se ključnom stavkom koja se koristi za procjenu kardiorespiratorne učinkovitosti VIIT-a (Buchheit i Laursen, 2013a; Bok i sur., 2023). U okviru ovog istraživanja kardiorespiratorna učinkovitost VIIT-a procjenjivala se analizirajući vrijeme provedeno u zoni $\geq 90\%$ FS_{max} . Potrebno je naglasiti kako tijekom intervalnih aktivnosti frekvencija srca i primitak kisika nemaju istu dinamiku promjene, pogotovo kod VIIT-a kratkog formata. Frekvencija srca ima sporiji akutni odgovor u odnosu na primitak kisika, odnosno na početku treninga joj je potrebno više vremena da dostigne vrijednosti trenutnog opterećenja, pa će u odnosu na primitak kisika postići manje vrijednosti (Bok, 2021). S druge strane primitak kisika ima puno brži odgovor na promjenu u intenzitetu, naime frekvencija srca nakon nekoliko intervala rada postiže svoje maksimalne vrijednosti, međutim s obzirom na sporu dinamiku promjene frekvencije srca, a istovremeno kratko trajanje intervala odmora, frekvencija srca će i tijekom intervala odmora prikazivati vrlo

visoko kardiovaskularno opterećenje. Ukoliko se frekvencija srca koristi za procjenu vremena provedenog u zoni $\geq 90\%$ VO_{2max} prilikom interpretacije rezultata treba biti vrlo oprezan s obzirom da ista u nekim dijelovima VIIT-a kratkog formata može podcijeniti, a u nekima precijeniti vrijeme provedeno u zoni $\geq 90\%$ VO_{2max} . Preporuka za sljedeća istraživanja je direktno mjerenje primitka kisika uz pomoć prijenosnog spiroergometrijskog uređaja.

Glavni cilj bilo kojeg treninga je što učinkovitije postići željene adaptacije određenih organskih sustava, odnosno postići najveće moguće benefite uz najmanji mogući stres. Stoga je cilj VIIT-a unaprjeđenje kardiorespiratornih parametara uz što manji metabolički i percepcijski stres. VIIT dizajniran koristeći postotak ASR-a uzrokovao je manju prosječnu vrijednost subjektivne ocjene opterećenja treninga, te veću prosječnu vrijednost laktata u usporedbi s VIIT-om koji je dizajniran koristeći postotak vIFT-a (slika 2. i 3.). Međutim obradom podataka prikazane razlike nisu se pokazale statistički značajnom, $p = 0,07$ (tablica 6.), te $p = 0,58$ (tablica 5.) te se shodno tome druga i treća hipoteza se također odbacuju. Odnosno VIIT-i dizajnirani koristeći postotak vIFT-a, te kombinaciju postotka ASR-a rezultiraju metaboličkim i percepcijskim stresom koji se statistički ne razlikuje.

Analizom akutne reakcije vidljivo je da nema razlike u kardiorespiratornim, metaboličkim i percepcijskim parametrima između VIIT-a koji su dizajnirani koristeći postotak vIFT-a i kombinaciju postotka ASR-a. Takvi rezultati su u suglasnosti sa pretpostavkom Buchheita i suradnika (2021) koji zahtijevaju dodatna istraživanja kako bi se utvrdila prednost jedne metode nad drugom, međutim autori odmah navode kako u teoriji očekuju slične rezultate. Rezultati ovog istraživanja podudaraju se i sa dosadašnjim istraživanjima, naime Collison i suradnici (2022) uspoređivali su akutnu reakciju VIIT programa u kojem je intenzitet treninga određen koristeći postotak vIFT-a, MAB-a, te kombinaciju postotka ASR-a. Autori navode da se vrijeme potrebno za postizanje potpune iscrpljenosti, odnosno „otkaza“ statistički značajno ne razlikuje ($p = 0,58$) između korištenih metoda. Nadalje Dai i Xie (2023) navode značajna unaprjeđenja VO_{2max} i drugih parametara centralne komponente aerobnih sposobnosti nogometaša nakon 6 tjedana VIIT programa koji koriste postotke vIFT-a, MAB-a i kombinaciju postotka ASR-a, također bez statistički značajne razlike u promjeni između sve tri metode.

Razlog slične akutne reakcije vjerojatno je vIFT koji uzima u obzir proporciju MAB-a i MBS-a, odnosno ASR-a (Buchheit i Laursen, 2013a; Buchheit i sur., 2021). Na taj način treninzi zapravo koriste slične proporcije metodičkih točki koje su povezane s različitim fiziološkim platoima (Sanford i sur., 2021; Collison i sur., 2022). S obzirom da se VIIT provodi intenzitetom iznad MAB-a, jasno je da za njegovu uspješnu izvedbu osim aerobnih mehanizama ključnu ulogu imaju i anaerobni mehanizmi stvaranja energije. Međutim s obzirom da se prilikom programiranja oba treninga, iako na različite načine, kvalitetno uvrstio i postotak anaerobnog kapaciteta, oba treninga su programirana uvažavajući individualne karakteristike nogometaša, odnosno njihove različite lokomotorne profile. Nadalje intenzitet vIFT-a je 15 do 25% veći od intenziteta MAB-a (Buchheit, 2008), a u ovom istraživanju su se koristio intenzitet 95% vIFT-a, te intenzitet MAB + 20% ASR-a. Upravo je korištenje navedenih relativno sličnih intenziteta istih metodičkih točki omogućilo sličnu akutnu reakciju na VIIT. Glavna ideja superiornosti metode VIIT-a koja koristi kombinaciju postotka ASR-a je u korištenju dvije metodičke točke koje daju informaciju o cjelokupnom lokomotornom profilu igrača (Buchheit i Laursen, 2013a). Pa bi tako informacija o MAB-u i MBS-u, odnosno ASR-u trebala omogućiti individualiziraniji pristup programiranju treninga, te iskorištavanje maksimalnog potencijala nogometaša (Buchheit i Laursen, 2013a). Međutim s obzirom da vIFT također sadrži informacije o MAB-u, MBS-u i ASR-u, superiornost metode koja koristi postotak ASR-a nad metodom koja koristi postotak vIFT-a u smislu dizajniranja treninga teško može biti izražena na taj način (Buchheit i sur., 2021). Nadalje u ovom istraživanju su većim dijelom (12 od 15) sudjelovali nogometaši istog kluba na samom kraju nogometne sezone. Odnosno ispitanici su cijele sezone provodili iste treninge, te su slične razine kondicijske pripremljenosti. U idućim istraživanjima bi se trebalo uključiti više nogometaša različitih klubova.

Metode dizajniranja VIIT-a korištene u ovom istraživanju rezultirale su kardiorespiratornim, metaboličkim i percepcijskim stresom koji se statistički značajno ne razlikuje, međutim metoda dizajniranja VIIT-a koja koristi vIFT posjeduje određene praktične prednosti. Naime vIFT zahtjeva provedbu samo jednog testa, dok ASR zahtjeva provedbu testa za procjenu MAB-a i MBS-a. Nadalje nogometaši 30 – 15 IFT doživljavaju kao „sport specifičan“ i manje bolan test u odnosu na kontinuirane testove (Buchheit, 2008). Takva percepcija nogometaša može rezultirati većom motivacijom tijekom testiranja i većom šansom da nogometaši ulože maksimalan napor, te posljedično postignu bolje rezultate (Buchheit i sur., 2021). vIFT također sadrži i informaciju o promjeni smjera kretanja, premda se VIIT u okviru ovog istraživanja provodio pravocrtnim trčanjem, bez promjene smjera kretanja, te shodno

tome navedena informacija ne igra značajnu ulogu. Međutim pretpostavka je da bi rezultati ovog istraživanja pokazali superiornost metode koja koristi vIFT ukoliko bi se VIIT-i provodili uz promjenu smjera kretanja s obzirom da vIFT uzima u obzir i promjenu smjera kretanja za razliku od metode koja koristi ASR (Buchheit i sur., 2021). Preporuka za buduća istraživanja je korištenje istih metoda programiranja treninga, ali u VIIT-u koji uključuje promjenu smjera kretanja. Na kraju treba spomenuti da je VIIT dizajniran koristeći postotak vIFT-a rezultirao manjim CV u svim promatranim varijablama ($t@90\%FS_{max}$, SPOt i LA) (tablica 4.). To ukazuje na homogeniju akutnu reakciju u odnosu na VIIT dizajniran uz pomoć kombinacije postotka ASR-a. Potencijalno homogenijom akutnom reakcijom kondicijski treneri mogu biti sigurniji da će svi nogometaši imati relativno isti kardiorespiratorni, metabolički i percepcijski stres, te da bi shodno tome trebali postići slične fiziološke adaptacije. Rezultati ovog istraživanja ukazuju da se obje metode mogu koristiti za učinkovito dizajniranje intenziteta VIIT-a kratkog formata, ali i da između testiranih metoda ne postoji superiorna.

6. Zaključak

Obje metode programiranja VIIT-a rezultirale su visokim postotkom vremena provedenog u zoni maksimalnog aerobnog napora. Vrijednosti kardiorespiratornih, metaboličkih i percepcijskih parametara nisu se statistički značajno razlikovale između treninga. Razlog slične akutne reakcije vjerojatno leži u tome što oba treninga zapravo koriste slične proporcije metodičkih točki koje su povezane sa različitim fiziološkim platoima. Naime vIFT sadrži informaciju o MAB-u i MBS-u, odnosno ASR-u, te na taj način onemogućuje postizanje manje superiornih efekata u usporedbi sa treningom koji je dizajniran koristeći kombinaciju postotka ASR-a.

VIIT dizajniran uz pomoć vIFT-a izaziva manji koeficijent varijacije u varijablama $t@90\%FS_{max}$, SPO₂ i LA ukazujući na moguću veću homogenost akutne reakcije u odnosu na trening dizajniran koristeći kombinirani postotak ASR-a. Time ostavlja manji prostor za pogrešku, odnosno veću šansu za postizanje očekivane akutne reakcije, te naposljetku i željene kronične adaptacije pojedinih organskih sustava.

Imajući na umu da je testiranje 30 – 15 IFT-a jednostavnije, te da isti test nogometaši doživljavaju „specifičnijim“ i manje bolnim u odnosu na kontinuirane testove, kondicijski treneri ne moraju testirati MAB i MBS, već će sama informacija o vIFT-u pružiti jednako kvalitetne informacije o profilu sportaša potrebne za programiranje VIIT-a kratkog formata.

Zaključno obje metode određivanja intenziteta treninga mogu se koristiti za učinkovito programiranje individualiziranog vremenski ograničenog VIIT-a kratkog formata u nogometu.

7. Literatura

- Blondel, N., Berthoin, S., Billat, V. i Linsel, G. (2001). Relationship between run times to exhaustion at 90, 100, 120, and 140% of vVO_{2max} and velocity expressed relatively to critical velocity and maximal velocity. *International journal of sports medicine*, 22(1), 27–33. <https://doi.org/10.1055/s-2001-11357>
- Bok, D. (2019a). Analiza sadržaja i trenažnih programa u kondicijskoj pripremi sportaša: zašto je akutna reakcija važna? U L. Milanović, V. Wertheimer i I. Jukić (ur.), *Zbornik radova 17. godišnje međunarodne konferencije "Kondicijska priprema sportaša"* (str. 53-62). Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Udruga kondicijskih trenera Hrvatske.
- Bok, D. (2019b). Visokointenzivni intervalni trening: čaroban trening za zdraviji život. *Medicus*, 28(2), 155-165.
- Bok, D. (2021). Dinamika akutnog fiziološkog odgovora na različita opterećenja. U L. Milanović, V. Wertheimer i I. Jukić (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. i Foster, C. (2021). Applicability of field aerobic fitness tests in soccer: which one to choose? *Journal of functional morphology & kinesiology*, 6(3), 1–23. <https://doi.org/10.3390/jfmk6030069>
- Bok, D., Gulin, J., Škegro, D., Šalaj, S. i 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. <https://doi.org/10.1111/sms.14411>

- Bok, D., Rakovac, M. i Foster, C. (2022). An examination and critique of subjective methods to determine exercise intensity: the talk test, feeling scale, and rating of perceived exertion. *Sports medicine*, 52(9), 2085–2109.
<https://doi.org/10.1007/s40279-022-01690-3>
- Buchheit M. (2008). The 30-15 intermittent fitness test: accuracy for individualizing interval training of young intermittent sport players. *Journal of strength and conditioning research*, 22(2), 365–374. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3181635b2e>
- Buchheit, M. i Laursen, P. B. (2013a). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part II: anaerobic energy, neuromuscular load and practical applications. *Sports medicine*, 43(10), 927-954–954.
<https://doi.org/10.1007/s40279-013-0066-5>
- Buchheit, M. i Laursen, P. B. (2013b). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: cardiopulmonary emphasis. *Sports medicine*, 43(5), 313-338. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0029-x>
- Buchheit, M., Dikmen, U. i Vassallo, C. (2021). The 30-15 intermittent fitness test - two decades of learnings. *Sport performance and science reports*, 1(148), 1-13.
- Collison, J., Debenedictis, T., Fuller, J. T., Gerschwitz, R., Ling, T., Gotch, L., Bishop, B., Sibley, L., Russell, J., Hobbs, A. i Bellenger, C. R. (2022). Supramaximal interval running prescription in Australian rules football players: a comparison between maximal aerobic speed, anaerobic speed reserve, and the 30-15 intermittent fitness test. *Journal of strength and conditioning research*, 36(12), 3409–3414.
<https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000004103>
- Dai, L. i Xie, B. (2023). Adaptations to optimized interval training in soccer players: a comparative analysis of standardized methods for individualizing interval interventions. *Journal of sports science and medicine*, 22(4), 760–768. <https://doi.org/10.52082/jssm.2023.760>

- Du, G. i Tao, T. (2023). Effects of a paddling-based high-intensity interval training prescribed using anaerobic speed reserve on sprint kayak performance. *Frontiers in physiology*, 13, 1077172. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.1077172>
- Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., Doleshal, P. i Dodge, C. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *Journal of strength and conditioning research*, 15(1), 109–115.
- Gulin, J. (2023). Analiza metaboličkih zahtjeva različitih smjerova trčanja (doktorska disertacija). Kineziološki fakultet, Zagreb.
- Jamnick, N. A., Pettitt, R. W., Granata, C., Pyne, D. B. i Bishop, D. J. (2020). An examination and critique of current methods to determine exercise intensity. *Sports medicine*, 50(10), 1729–1756. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01322-8>
- Julio, U. F., Panissa, V. L. G., Paludo, A. C., Alves, E. D., Campos, F. A. D. i Franchini, E. (2019). Use of the anaerobic speed reserve to normalize the prescription of high-intensity interval exercise intensity. *European journal of sport science*, 20(2), 166–173. <https://doi.org/10.1080/17461391.2019.1624833>
- Léger, L. i Boucher, R. (1980). An indirect continuous running multistage field test: the Université de Montréal track test. *Canadian journal of applied sport sciences. Journal canadien des sciences appliquees au sport*, 5(2), 77–84.
- MacInnis, M. J. i Gibala, M. J. (2017). Physiological adaptations to interval training and the role of exercise intensity. *The Journal of physiology*, 595(9), 2915–2930. <https://doi.org/10.1113/JP273196>
- Mann, T., Lamberts, R. P. i Lambert, M. I. (2013). Methods of prescribing relative exercise intensity: physiological and practical considerations. *Sports medicine*, 43(7), 613–625. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0045-x>
- Maršić, T., Dizdar, D. i Šentija, D. (2008). Osnove treninga izdržljivosti i brzine. Zagreb, Udruga "Tjelesno vježbanje i zdravlje".

- McKay, A. K. A., Stellingwerff, T., Smith, E. S., Martin, D. T., Mujika, I., Goosey-Tolfrey, V. L., Sheppard, J. i Burke, L. M. (2022). Defining training and performance caliber: a participant classification framework. *International journal of sports physiology and performance*, 17(2), 317–331. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2021-0451>
- Mendez-Villanueva, A., Buchheit, M., Kuitunen, S., Poon, T. K., Simpson, B. i Peltola, E. (2010). Is the relationship between sprinting and maximal aerobic speeds in young soccer players affected by maturation?. *Pediatric exercise science*, 22(4), 497–510. <https://doi.org/10.1123/pes.22.4.497>
- Mohr, M., Krstrup, P. i Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of sports sciences*, 21(7), 519–528. <https://doi.org/10.1080/0264041031000071182>
- Ortiz, J. G., de Lucas, R. D., Teixeira, A. S., Mohr, P. A. i Guglielmo, L. G. A. (2024). The effects of a supramaximal intermittent training program on aerobic and anaerobic running measures in junior male soccer players. *Journal of human kinetics*, 90, 253–267. <https://doi.org/10.5114/jhk/170755>
- Sandford, G. N., Laursen, P. B. i Buchheit, M. (2021). Anaerobic speed/power reserve and sport performance: scientific basis, current applications and future directions. *Sports medicine*, 51(10), 2017–2028. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01523-9>
- Svensson, M. i Drust, B. (2005). Testing soccer players. *Journal of sports sciences*, 23(6), 601–618. <https://doi.org/10.1080/02640410400021294>
- Taylor, J. B., Wright, A. A., Dischiavi, S. L., Townsend, M. A. i Marmon, A. R. (2017). Activity demands during multi - directional team sports: a systematic review. *Sports medicine*, 47(12), 2533–2551. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0772-5>
- Wang, X. i Zhao, L. (2023). Adaptive responses of cardiorespiratory system and hormonal parameters to individualized high-intensity interval training using anaerobic power reserve in well-trained rowers. *Frontiers in physiology*, 14, 1177108. <https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1177108>