



Sveučilište u Zagrebu

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
KINEZIOLOŠKI FAKULTET

Davorin Antić

**UČINCI DVAJU RAZLIČITIH TIPOVA
VISOKO – INTENZIVNOG
INTERVALNOG TRENINGA NA
AEROBNE, ANAEROBNE I MOTORIČKE
SPOSOBNOSTI NOGOMETAŠICA**

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2025.



Sveučilište u Zagrebu
UNIVERSITY OF ZAGREB
FACULTY OF KINESIOLOGY

Davorin AntoniĆ

**THE EFFECTS OF TWO DIFFERENT
TYPES OF HIGH – INTENSITY
INTERVAL TRAINING ON AEROBIC,
ANAEROBIC AND MOTORICAL
ABILITIES OF SOCCER FEMALE
PLAYERS**

DOCTORAL THESIS

Zagreb, 2025.



Sveučilište u Zagrebu

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
KINEZIOLOŠKI FAKULTET

Davorin Antić

**UČINCI DVAJU RAZLIČITIH TIPOVA
VISOKO – INTENZIVNOG
INTERVALNOG TRENINGA NA
AEROBNE, ANAEROBNE I MOTORIČKE
SPOSOBNOSTI NOGOMETAŠICA**

DOKTORSKI RAD

Mentor:

prof. dr. sc. Goran Sporiš

Zagreb, 2025.



Sveučilište u Zagrebu

UNIVERSITY OF ZAGREB
FACULTY OF KINESIOLOGY

Davorin AntoniĆ

**THE EFFECTS OF TWO DIFFERENT
TYPES OF HIGH – INTENSITY
INTERVAL TRAINING ON AEROBIC,
ANAEROBIC AND MOTORICAL
ABILITIES OF SOCCER FEMALE
PLAYERS**

DOCTORAL THESIS

Supervisor:
prof. dr. sc. Goran Sporiš

Zagreb, 2025.

SAŽETAK

Cilj ovog istraživanja je utvrditi učinke četverotjednog HIIT treninga sa i bez promjene smjera na aerobne i anaerobne kapacitete kao i na motoričke sposobnosti kod populacije nogometašica. Utvrditi koja od dvije metode HIIT treninga ima bolje učinke na spomenute parametre. Zahtjevi moderne nogometne igre podrazumijevaju da nogometašice imaju velika unutarnja i vanjska opterećenja tijekom trenažnog procesa i natjecanja. Uspješna izvedba podrazumijeva veliki broj visoko - intenzivnih aktivnosti anaerobnog karaktera, isprekidanih aktivnostima aerobnog karaktera. Mali broj istraživanja objavljen je na ovu temu, a po saznanju autora samo jedna studija usporedila je učinke ovih dvaju tipova treninga u nogometu. S tim u vezi, spomenuta studija obrađivala je jako mali broj varijabli. U sklopu ovog istraživanja, šezdeset nogometašica smo nasumično podijelili u dvije eksperimentalne grupe, koje su radile dvije različite vrste HIIT protokola. Sve ispitanice bile su podvrgnute testiranju testovima aerobnih i anaerobnih te motoričkih sposobnosti u dva navrata, inicijalno, i finalno. Između inicijalnog i finalnog testiranja ispitanice prve eksperimentalne grupe provodile su HIIT protokol bez promjene smjera, dok je druga grupa imala HIIT protokol s promjenom smjera. Primarne varijable kojima opisujemo učinak programa su varijable aerobnih i anaerobnih te motoričkih sposobnosti. Istraživanja su pokazala da COD HIIT uzrokuje veće procese prilagodbe u kardiorespiratornoj kondiciji i aerobnoj snazi, dok nije bilo značajnih razlika između pravocrtnih i COD HIIT protokola u smislu anaerobnog povećanja snage. HIIT protokoli zasigurno su korisni "asistenti" u kondicijskom radu s nogometašicama. Rezultati sugeriraju da i pravocrtni HIIT i COD protokoli mogu biti učinkoviti u poboljšanju fizičkih sposobnosti u timskim sportovima, posebno u sprintu, agilnosti i pliometrijskim sposobnostima, ali primjena odabranog protokola može ovisiti o specifičnim potrebama i ciljevima sportaša i sporta. COD i HIIT protokoli gotovo jednako povećavaju agilnost specifičnu za loptu, no COD HIIT protokoli pokazali su nešto veću primjenjivost. Oba odabrana HIIT protokola mogu se uspješno provoditi u kondicijskoj pripremi nogometašica.

Ključne riječi: HIIT, COD, kondicijska priprema, nogometašice, motoričke sposobnosti, aerobne sposobnosti, anaerobne sposobnosti

SUMMARY

The aim of this study was to determine the effects of four-week HIIT training without turns and with turns on aerobic and anaerobic capacities as well as on motor skills in female football players of senior age and determine which of the two methods of HIIT training has better effects on the aforementioned parameters. The demands of the modern football game imply great internal and external loads during the training process and competition for female footballers. Successful performance implies a large number of high-intensity activities of anaerobic character, punctuated by activities of aerobic character. A small number of studies have been published on this topic, and to the knowledge of the authors, only one study compared the effects of these two types of training in football. In this regard, the aforementioned study dealt with a very small number of variables. As part of this study, we randomly divided sixty female football players into two experimental groups, which did two different types of HIIT protocols. All subjects were tested for aerobic, anaerobic and motor skills on two occasions, initially, and finally. Between the initial and final testing, the first experimental group conducted HIIT without turns, while the second group had a HIIT with turns. The primary variables with which we describe the effect of the program are variables of aerobic, anaerobic and motor skills. Studies have shown that COD HIIT causes greater adaptation processes in cardiorespiratory fitness and aerobic power, while there were no significant differences between linear and COD HIIT protocols in terms of anaerobic increase in power. HIIT protocols are certainly useful "assistants" in the strength and conditioning of senior female football players. The results suggest that both linear HIIT and COD programs may be effective in improving physical abilities in team sports, especially in sprint, agility and plyometric abilities, but the application of the selected program may depend on the specific needs and goals of athletes and sports. COD and HIIT protocols almost equally increase ball-specific agility, however COD HIIT protocols have shown slightly greater applicability. Both selected HIIT protocols can be successfully implemented in the conditioning training of female football players.

Keywords: HIIT, COD, conditioning training, female football players, motor skills, aerobic abilities, anaerobic abilities

ŽIVOTOPIS MENTORA

Prof dr.sc. Goran Sporiš rođen u Zagrebu 6. rujna. 1979. godine. Osnovnu školu završio je 1994. godine te iste godine upisao II. Opću gimnaziju u Zagrebu, koju je završio 1998. godine. Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu upisao je 1998. godine, a diplomirao 30. siječnja s odličnim uspjehom (prosjek 4,51). Dana 1. siječnja 2005. godine postao je asistent iz kolegija *Sistematska Kineziologija* na Sveučilišnom dodiplomskom studiju Kineziološkog fakulteta u Zagrebu. Poslijediplomski studij iz područja odgojnih znanosti grana Kineziologije, modul sport, upisao je 2004. godine, a do 2007. godine položio sve ispite s izvrsnim uspjehom (prosjek 4,9). Na Kineziološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu obranio je doktorsku disertaciju pod naslovom “Efekti situacijskog polistrukturalnog kompleksnog treninga na morfološka, motorička, situacijsko-motorička i funkcionalna obilježja“, da bi 2009. godine bio izabran u zvanje Docenta na kolegijima *Sistematska kineziologija* i *Metodologija kineziologijskih istraživanja*. Godine 2023. izabran je u zvanje redovitog profesor u trajnom izboru na kolegijima *Sistematska kineziologija* i *Metodologija kineziologijskih istraživanja*. Voditelj katedre za *Opću i primijenjenu kineziologiju* postaje 2017. godine. Prof.dr.sc Goran Sporiš član je uredništva i recenzent brojnih međunarodnih časopisa.

SADRŽAJ

1. UVOD	10
2. CILJ I HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA	21
3. MATERIJALI, METODOLOGIJA I PLAN ISTRAŽIVANJA	22
3.1. Uzorak ispitanika.....	22
3.2. Protokol istraživanja.....	23
3.2.1. Učinak HIIT-a na aerobne sposobnosti nogometašica	23
3.2.2. Učinak HIIT-a na anaerobne sposobnosti nogometašica	24
3.2.3. Učinak HIIT-a na motoričke sposobnosti nogometašica	25
3.2.4. Učinak HIIT-a na specifičnu agilnost s loptom	26
3.3. Opis mjernih instrumenata i izmjerenih varijabli.....	27
3.3.1. Varijable za procjenu funkcionalnih sposobnosti	27
3.3.2. Varijable za procjenu motoričkih sposobnosti	32
3.3.3. Varijable za procjenu specifične agilnosti s loptom.....	33
3.3.4. Varijable za procjenu eksplozivne snage tipa skoka	35
3.4. Eksperimentalni program	36
3.5. Program treninga	37
3.6. Metode obrade podataka	38
4. REZULTATI.....	39
4.1. Motoričke sposobnosti (skok iz čučnja).....	39
4.2. Motoričke sposobnosti (skok iz čučnja s pripremom).....	41
4.3. Motoričke sposobnosti (skok iz čučnja s pripremom i slobodnim rukama).....	43
4.4. Motoričke sposobnosti bez lopte (20 jardi – test za provjeru agilnosti).....	45
4.5. Motoričke sposobnosti bez lopte (test agilnosti 505).....	47
4.6. Motoričke sposobnosti bez lopte (test agilnosti 93639).....	48
4.7. Motoričke sposobnosti bez lopte (sprint na 5, 10, 15 i 20 m).....	50
4.8. Motoričke sposobnosti s loptom (20 jardi – test za procjenu agilnosti).....	53
4.9. Motoričke sposobnosti s loptom (505 – test za provjeru agilnosti).....	55
4.10. Motoričke sposobnosti s loptom (test agilnosti 93639).....	57
4.11. Motoričke sposobnosti s loptom (sprint na 5, 10, 15 i 20 m).....	59
4.12. Anaerobne sposobnosti (RAST test).....	62
4.13. Testovi za procjenu anaerobnih kapaciteta (izlazna snaga izračunata RAST testom)....	64
4.14. Testovi za procjenu anaerobnih kapaciteta (30 – 15 IFT test).....	66

4.15. Testovi za procjenu anaerobnih kapaciteta (prijeđena udaljenost u anaerobnim zonama).....	68
4.16. Testovi za procjenu aerobne sposobnosti (maksimalni primitak kisika – VO ₂ max).....	70
4.17. Testovi za procjenu anaerobne sposobnosti (maksimalna brzina trčanja – V _{max}).....	72
4.18. Testovi za procjenu anaerobne sposobnosti (maksimalna frekvencija srca – F _{max}).....	74
4.19. . Razlike u motoričkim, anaerobnim i aerobnim sposobnostima nogometašica između HIIT i COD grupa u završnom mjerenju.....	76
4.20. Razlike između inicialnog i finalnog stanja u funkcionalnim i motoričkim sposobnostima nogometašica unutar eksperimentalne grupe (HIIT).....	79
4.21. Razlike između inicialnog i finalnog stanja u funkcionalnim i motoričkim sposobnostima nogometašica unutar eksperimentalne grupe (COD).....	80
<u>5. RASPRAVA</u>	80
<u>5.1. Učinak HIIT-a na aerobne sposobnosti nogometašica</u>	82
<u>5.2. Učinak HIIT-a na anaerobne sposobnosti nogometašica</u>	84
<u>5.3. Učinak HIIT-a na motoričke sposobnosti nogometašica</u>	87
<u>5.4. Učinak HIIT-a na specifičnu agilnost s loptom</u>	91
<u>6. ZNAČAJ ISTRAŽIVANJA</u>	95
<u>7. ZAKLJUČAK</u>	96
<u>8. LITERATURA</u>	98

1. UVOD

Nogomet je postao jedna od najrazvijenijih i najpopularnijih sportskih igara na svijetu u relativno kratkom vremenskom periodu. Razlog takve globalne popularnosti leži u konstantnom financijskom ulaganju koje omogućuje bolje uvjete za treniranje te laku dostupnost, bilo putem televizije ili na lokalnim terenima. Kontinuirani napredak nogometne igre obuhvaća tehničke, taktičke i psihološke aspekte, a posebno se ističe povećanje fizičkih zahtjeva za igrače tijekom treninga i natjecanja (Marković, 2008).

Suvremeni nogometaši prelaze veće udaljenosti i to bržim tempom u usporedbi s prije desetak ili više godina (Silva i sur., 2024; García-Calvo i sur., 2025). Broj utakmica i treninga koje igrači odrađuju u sezoni konstantno raste, dok se vrijeme za oporavak između njih smanjuje. U jednoj nogometnoj utakmici se izvede između 150 do 200 kratkih intenzivnih aktivnosti (Andrzejewski i sur., 2013; Kubayi, 2019). Stoga, put od početka do uspjeha u nogometu zahtijeva izuzetnu upornost, kontinuirani rad i kvalitetne trenere koji su upoznati s različitim faktorima koji utječu na uspjeh u igri. To uključuje kvalitetne trenažne programe, metode oporavka, mentalnu pripremu, selekciju igrača te detaljno poznavanje intenziteta i obujma treninga (Marković, 2008).

Nogomet je za igrače izazov kako u fiziološkom, tako i u psihološkom smislu. Tehničko-taktički zahtjevi utječu na energetske potrošnje tijekom utakmice, što je istaknuto u radu Šoša, Vučetića i Jozaka (2005). Marković (2008) navodi da su zahtjevi nogometne igre podijeljeni u četiri glavna segmenta: tehnički, taktički, psihološki i fizički. Fizički zahtjevi, koji su naglašeni u ovom radu, predstavljaju ključan aspekt za nogometaše. Ovaj segment će biti detaljnije istražen u kontekstu nogometašica.

Nogomet je dinamičan timski sport koji pripada grupi polistrukturalnih sportskih igara (Sporiš i sur., 2010). U modernom nogometu od nogometašica se očekuje da imaju razvijenu aerobnu i anaerobnu izdržljivost u kombinaciji s agilnošću, kako bi se održao visok stupanj sposobnosti tijekom brzih kretnji (Manson i sur., 2014). Razina metaboličke funkcije kod nogometašica ima vrlo važnu ulogu u doprinosu pri obavljanju tehničko-taktičkih zahtjeva u nogometnoj igri (Idrizović, 2017). Povećanjem maksimalnog primitka kisika (VO₂max) povećava se pređena udaljenost, intenzitet rada i broj sprintova tijekom nogometne utakmice, shodno tome, zahtjevi u nogometu progresivno rastu i zahtijevaju povećanje intenziteta. Nogometašice moraju biti pripremljene za uspješno suočavanje s tjelesnim i emocionalnim stresom koji nosi trening i natjecanje (Djaoui i sur., 2017).

Na temelju pregleda literature o terenskim i laboratorijskim testovima i usporedbi njihovih rezultata, ističe se da rezultati pojedinih testova značajno doprinose poboljšanju sposobnosti i

performansi nogometaša (Milanović, 2009). Neki istraživači su se bavili povezanošću između laboratorijskih i terenskih testova i situacijske efikasnosti nogometaša, pri čemu su analizirali parametre kao što su intenzitet trčanja ili tehničko-taktički elementi nogometne igre. Međutim, iako postoji značajan broj istraživanja, dosad nije pronađeno istraživanje koje se bavi povezanošću rezultata terenskih ili laboratorijskih testova s intenzitetom trčanja nogometašica Prve hrvatske nogometne lige ili drugim sposobnostima nogometašica.

Prvi značajni istraživački radovi o ženskom nogometu počinju se pojavljivati od 2002. godine, a posebno je važno istaknuti četvrti svjetski kongres znanosti i nogometa 2009. godine, kada je prvi put posvećeno cjelovito poglavlje nogometašicama. Objavljena istraživanja uglavnom su se fokusirala na tjelesni sastav profesionalnih igračica, izdržljivost i snagu.

S obzirom na sve dosadašnje tehnologije treninga, intervalni trening trčanja visokog intenziteta (HIIT) predstavlja jedan od vodećih načina rada za poboljšanje kardiorespiratornih sposobnosti sportaša. Kako bi se izazvao optimalan podražaj, nogometašice moraju provesti određeni vremenski period u visokim zonama intenziteta, što podrazumijeva rad u zonama od 90-95% od maksimalnog primitka kisika ili maksimalne frekvencije srca (Buchheit i sur. 2012). Visoko intenzivni intervalni trening predstavlja vremenski učinkovitu strategiju za postizanje adaptivnih ciljeva u trenažnom procesu (Laursen i Buchheit, 2019). S obzirom na karakteristike treninga koje posjeduje, HIIT stvara više podražaja visokog intenziteta, što je blizu zahtjevima igre u sportovima poput nogometa, rukometa i košarke (Laursen i Jenkins, 2002). Kako bi se izabrao odgovarajući oblik visoko intenzivnog intervalnog treninga, koji dovodi do očekivanih fizioloških odgovora, potrebno je uzeti u obzir zahtjeve samog sporta, trenutačno stanje sportašica te očekivane ciljeve i periodizaciju trenažnog ciklusa. U većini slučajeva koriste se četiri tipa visoko intenzivnog intervalnog treninga: najviše zastupljen, HIIT utemeljen na igri (70%), zatim HIIT kratkih intervala (25%), kao i dugih intervala i ponavljanje kratkih sprinta (po 5%) (Buchheit i sur., 2010).

HIIT (High-Intensity Interval Training) je metoda treninga u kojoj se izmjenjuju periodi visokog i niskog intenziteta ili odmora (Bok, 2019). Smatra se jednom od najefikasnijih metoda za poboljšanje kardiorespiratornog i metaboličkog sustava jer obuhvaća kratke intervale visokog intenziteta s fazama odmora ili niskog intenziteta. Ova vrsta treninga razvija snagu, izdržljivost te potiče lučenje testosterona i povećanje mišićne snage (Bok, 2019).

HIIT se opisuje kao napredna forma intervalnog treninga koja uključuje kratkotrajne, visokointenzivne anaerobne faze (85-250% VO_{2max} , trajanje 6 sekundi do 4 minute) izmijenjene s kratkotrajnim, niskointenzivnim aerobnim fazama oporavka (20-40% VO_{2max} , trajanje 10 sekundi do 5 minuta) (Batacan et al., 2017). Ovaj ciklički način rada potiče razvoj

anaerobnog kapaciteta i izdržljivosti, koristeći energiju iz anaerobne razgradnje glikogena i potičući glikolitičke reakcije u tijelu sportaša (Bok, 2019).

HIIT se može implementirati u dva osnovna formata kako bi se maksimiziralo vrijeme provedeno u zoni maksimalnog intenziteta: dugi format (VIIT dugi) i kratki format (HIIT kratki). VIIT dugi format uključuje intervale rada i odmora trajanja od 1 do 6 minuta, često s omjerom rada i odmora 2:1, pri čemu puls doseže između 85% i 90% maksimalnog kapaciteta, a ukupno trajanje treninga obično varira između 20 i 40 minuta. Ova varijacija HIIT-a je iznimno zahtjevnja i obično je rezervirana za vrhunske sportaše.

Ovakav tip treninga postao je izuzetno popularan u fitness centrima posljednjih dvadeset godina jer kombinira kratkotrajne, visokointenzivne anaerobne intervalne aktivnosti s kratkim, niskointenzivnim aerobnim intervalima (Batacan et al., 2017). Ovaj trening potiče razvoj kardiorespiratornog sustava i poboljšava aerobnu funkciju, što značajno utječe na maksimalni kapacitet tijela za iskorištavanje kisika (Norton et al., 2009).

Visoko-intenzivni intervalni trening može se klasificirati prema tome na koji energetske sustav dominantno utječe, uključujući energetske, metabolički i živčano-mišićni fokus.

1. **Energetski fokus** usredotočen je na poboljšanje resinteze kreatin fosfata (CrP-a), anaerobne glikolize ili aerobnih kapaciteta.
2. **Metabolički fokus** obuhvaća poboljšanje tolerancije na laktate, povećanje kapaciteta za pufiranje H⁺ iona te općenito unaprjeđenje metaboličkih funkcija.
3. **Živčano-mišićni fokus** ima za cilj poboljšanje živčane provodljivosti, mišićne aktivacije i mišićne ekscitabilnosti.

HIIT se danas primjenjuje u različitim oblicima i smatra se najučinkovitijim sredstvom za poboljšanje kardiorespiratornih i metaboličkih funkcija. Iako postoje i drugi oblici treninga koji mogu poboljšati fiziološke parametre, znanstvena zajednica visoko cijeni HIIT zbog njegovih brojnih prednosti. Primjena HIIT treninga može prolongirati ili održati pozitivne učinke na tjelesnu pripremljenost tijekom cijele sezone, pogotovo kod VO₂max, što ga čini adekvatnim stimulansom u nogometu (Buchheit i Laursen, 2013).

Veliko zanimanje za HIIT potaknuto je dokazima da tri sesije tjedno temeljenog na Wingateu (ponavljanje 30-sekundnih biciklističkih napora s 4/4,5 minuta oporavka), rezultiraju sličnim poboljšanjima performansi kao gotovo deset puta veći obujam treninga koji se izvodi u tradicionalnom kontinuiranom stilu. Studije provedene od strane Gibala i suradnika (2012) pokazuju da je ukupno vrijeme potrebno za HIIT bilo otprilike tri puta kraće od tradicionalnog kontinuiranog treninga. Ova činjenica je posebno važna jer se nedostatak vremena često navodi kao glavna prepreka redovitom vježbanju. Iako je HIIT temeljen na Wingateu sprinterske

prirode, prilagodbe u izdržljivosti su značajne već nakon nekoliko tjedana (2-6). Ovo uključuje povećanje kapaciteta oksidacije mišića, kapaciteta transporta glukoze, te poboljšanu osjetljivost na inzulin i kontrolu glikemije, uz kardiovaskularne prilagodbe. Sličnosti u metaboličkim prilagodbama između HIIT-a i tradicionalnog treninga izdržljivosti sugeriraju da se ove promjene djelomično postižu istim signalnim putevima koji su obično povezani s izdržljivošću, uključujući povećanje koaktivatora receptora γ aktiviranog peroksizom 1 α (PGC-1 α). Povećanje PGC-1 α naglašava potencijalne zdravstvene prednosti HIIT-a, uključujući pozitivne učinke na oksidativni kapacitet, unos glukoze, antioksidativnu obranu te otpornost na sarkopeniju povezanu s dobi (Gibala i sur., 2012). Ipak, trening temeljen na Wingateu zahtjevan je i može biti neprikladan ili manje privlačan za neke pojedince zbog njegovog visokog intenziteta i specifičnosti.

Manje ekstremni i praktičniji formati HIIT-a sve se više koriste u istraživanjima i uspoređuju s tradicionalnim kontinuiranim treningom, često na izokaloričnoj osnovi. Ovi formati pokazuju superiornost HIIT-a u promicanju zdravstvenih koristi kako kod zdravih osoba tako i kod oboljele populacije (Gibala i sur., 2012; Weston i sur., 2014). Meta-analiza koja je usporedila HIIT i kontinuirani trening u bolesnika s kardiometaboličkim bolestima otkrila je gotovo dvostruko veće povećanje kardiorespiratorne kondicije (mjereno vršnim vrijednostima VO₂max) nakon HIIT-a u usporedbi s kontinuiranim treningom (Weston i sur., 2014). Ovo bi trebalo rezultirati smanjenjem rizika od oboljenja i smrtnosti od svih uzroka. Osim povećanja kardiorespiratorne treniranosti, HIIT je pokazao brojne druge zdravstvene prednosti uključujući smanjenje krvnog tlaka, poboljšanu osjetljivost na inzulin, povećanu dostupnost dušikovog oksida, bolji metabolizam lipida te povećanje razine PGC-1 α . Unatoč snažnoj učinkovitosti HIIT-a, istraživanja imaju metodološka ograničenja. Često se spominje mogućnost statističke pogreške tipa II zbog relativno kratke duljine treninga, malih uzoraka i dizajna između subjekata koji se često koristi u studijama HIIT-a (Weston i sur., 2014).

Nedavna studija MacInnis i suradnika (2016) istraživala je učinke HIIT-a na mitohondrijske prilagodbe skeletnih mišića uspoređujući ga s usklađenim kontinuiranim treningom umjerenog intenziteta (MICT). Kvaliteta gore-navedenog istraživanja je bila u randomiziranom, odnosno slučajno odabranom uzorku raspodijeljenom u dvije grupe, te detaljno prikupljanje osnovnih trenažnih informacija ispitanika i kontroliranje za iste u analizama, kako bi se smanjila razina statističke pogreške tipa II u longitudinalnim istraživanjima HIIT-a. U studiji su deseterici zdravih mladića dodijeljene dvije različite vrste treninga za jakost nogu: jedna noga je trenirana HIIT-om, dok je druga trenirana MICT-om. HIIT sesije su uključivale 4 intervala od 5 minuta pri 65% maksimalne snage s intervalima od 2,5 minuta pri 20% maksimalne snage, dok su

MICT sesije bile kontinuirano vježbanje od 30 minuta pri 50% maksimalne snage. Obje vrste treninga izvodile su se u razmaku od 10 minuta istog dana tijekom 2 tjedna. Metodološki, ova studija je eliminirala potrebu za razdobljima odmora između treninga, što je poboljšalo statističku snagu istraživanja. Rezultati su pokazali da je HIIT izazvao veće povećanje aktivnosti citratne sintaze i kapaciteta oksidativne fosforilacije specifičnih za masu (kompleksi I i I+II) u usporedbi s MICT-om. Međutim, sadržaj proteina citokrom c oksidaze IV povećao se na sličan način u oba modaliteta treninga. Unatoč ovim pozitivnim prilagodbama u mitohondrijima, nije se primijetilo povećanje vršnih vrijednosti VO_2 niti u jednom modalitetu vježbanja, što je moglo biti posljedica nižeg kardiorespiratornog podražaja tijekom biciklizma s jednom nogom. Ovo sugerira da je intenzitet vježbanja možda bio veći tijekom HIIT-a zbog različitog obrasca kontrakcija i većeg relativnog intenziteta. Studija je također istaknula da su ocjene percipiranog napora, dispneje, otkucaja srca i laktata u krvi bile značajno više tijekom HIIT sesija u usporedbi s MICT-om, što ukazuje na veći ukupni napor tijekom HIIT-a. To može dovesti do pitanja o tome koliko je HIIT praktičan i podnošljiv u dugoročnom korištenju s obzirom na veći stres koji može izazvati. Fiziološki, pristup biciklizma s jednom nogom omogućio je veće prilagodbe u skeletnim mišićima u usporedbi s biciklizmom s obje noge, vjerojatno zbog većeg relativnog intenziteta vježbanja. Važno je napomenuti da je primjenjivost jednonožnog biciklizma ograničena na istraživanje fizioloških prilagodbi poput mitohondrijskih promjena te da ne pruža dokaze o prijenosu adaptacija s jedne noge na drugu. Ovaj pristup se često koristi u istraživanjima kako bi se bolje razumjele specifične fiziološke promjene nakon kratkotrajnih programa treninga. Ovi rezultati upućuju na zaključak da HIIT može izazvati superiornije mitohondrijske prilagodbe u usporedbi s MICT-om, unatoč sličnom ukupnom trajanju treninga. Međutim, važno je uzeti u obzir da se ta prednost može djelomično objasniti većim intenzitetom i različitim obrascem kontrakcija, što čini HIIT zahtjevnijim oblikom treninga u usporedbi s kontinuiranim treningom.

Razmatranje superiornosti HIIT-a u odnosu na kontinuirani trening često je obilježeno metodološkim izazovima i potrebom za uravnoteženim pristupom radu. Mnoge studije koje su uspoređivale ova dva modaliteta vježbanja koristile su usklađeni pristup radu, što znači da su se trudile postići jednak ukupni napor ili potrošnju energije u oba tipa treninga. Međutim, postoji zabrinutost da ovakav pristup može biti pristran u korist HIIT-a zbog razlika u percepciji napora i drugim faktorima. S druge strane, vježbanje umjerenog intenziteta može biti preferiranije za neke pojedince zbog smanjenog napora i veće prihvatljivosti. Ipak, intenzivno vježbanje ima svoje prednosti u stimuliranju zdravstvenih prilagodbi koje su povezane s jačanjem kardiorespiratornog sustava i drugih fizioloških benefita. U kontekstu promicanja

redovite tjelesne aktivnosti, ključno je razmotriti modalitete treninga koji smanjuju percepciju napora dok istovremeno osiguravaju adekvatan fiziološki poticaj za prilagodbom. To bi moglo uključivati prilagodbu HIIT-a kako bi se smanjio percipirani napor ili povećala prihvatljivost za širu populaciju. Sveukupno, pristup treningu trebao bi biti individualiziran kako bi se osigurala dugoročna učinkovitost i pridržavanje vježbanja kod pojedinaca.

Anaerobni kapaciteti i aerobna sposobnost igraju ključnu ulogu u nogometnim performansama (Arazi i sur., 2017). U istraživanju su analizirani učinci dvije vrste programa visokointenzivnog intervalnog treninga (HIIT) na funkcionalne sposobnosti nogometašica na regionalnoj razini. Ispitanice su nasumično podijeljene u HIIT ($n = 8$, dob 23.4 ± 1.1 godina) i HIIT skupine bazirane na brzini ($n = 8$, dob 23.4 ± 1.3 godina) te su trenirale tri dana tjedno tijekom šest tjedana. Performanse su ocijenjene prije i nakon treninga korištenjem Hoffovog testa, 30-15 Intermittent Fitness Test (VIFT) i Repeated Sprint Ability Test (RAST). Mjerene su VO_{2max} te snaga i umor procjenjivani su neizravno. Analiza rezultata pokazala je značajna poboljšanja u snazi, indeksu umora i VO_{2max} u obje eksperimentalne skupine nakon treninga ($p < 0.05$). Posebno se ističe da je skupina koja je bazirana na brzini postigla značajno bolje rezultate u minimalnoj snazi (Effect Size (ES): 3.99 vs. 0.75), prosječnoj snazi (ES: 2.23 vs. 0.33) i indeksu umora (ES: 2.53 vs. 0.17) u usporedbi s HIIT skupinom baziranom na brzini otkucaja srca ($p < 0.05$). Zaključeno je da je HIIT skupina bazirana na brzini postigla značajno povećanje snage, VO_{2max} -a i smanjenja umora, dok je skupina bazirana na brzini otkucaja srca postigla bolje rezultate u indeksu unosa i umora.

Sposobnost izvođenja intenzivnih aktivnosti tijekom 90-minutne nogometne utakmice povezana je s visokom razinom aerobnog kapaciteta. Međutim, osim aerobnog kapaciteta, izvođenje kratkotrajnih i maksimalno intenzivnih kretnji u nogometu ovisi i o razvijenosti anaerobnih kapaciteta budući da igrači u obje ekipe kumulativno izvedu prosječno između 1000 do 1400 takvih kretnji tijekom igre. Stoga, anaerobni kapaciteti i aerobna sposobnost mogu biti ključne za nogometne performanse.

Guilherme i suradnici (2005) uspoređivali su lokomotorni profil brazilskih elitnih nogometašica koje se natječu u različitim dobnim skupinama (U17, U20 i seniorke) tijekom sedam međunarodnih utakmica. Mjerili su ukupno prijeđene udaljenosti različitim intenzitetom, uključujući visoki intenzitet (HID), udaljenost sprintom, broj ubrzanja (acc) i usporavanja (dec). Starije igračice (seniorke) prešle su veće ukupne udaljenosti, imale više ubrzanja i usporavanja u usporedbi s igračicama U20, te su na veznim pozicijama i obrane bile uspješnije u ukupnom kretanju visokim intenzitetom i sprintu. Također, starije igračice pokazale su bolje vrijednosti u aktivnostima sprinta bez obzira na igračku poziciju.

Istraživanje kondicijske pripremljenosti nogometašica starosne dobi između 12 i 21 godine, provedeno od strane Vescovija i suradnika (2011), obuhvatilo je ukupno 414 nogometašica u testovima sprinta, skoka i agilnosti. Nogometašice su bile podijeljene u tri grupe: 12-13 godina, 14-17 godina i 18-21 godina. Rezultati su pokazali da su nogometašice iz grupe 14-17 godina imale bolje rezultate u usporedbi s onima iz grupe 12-13 godina. Autori su zaključili kako su najveća povećanja bila postignuta u udaljenostima prijeđenima visokim intenzitetom i kratkog trajanja koja nastaju do 15. i 16. godine te se nakon tog razdoblja sposobnost prevladavanja kratkih udaljenosti visokog intenziteta može smanjiti, što ukazuje na potrebu mogućnosti razvoja ili retencije (održavanja) anaerobnih kapaciteta na visokoj razini.

U jednom istraživanju je utvrđeno da test ponavljajućeg sprinta pokazuje dobru sposobnost razlikovanja između vrhunskih i prosječnih nogometašica (Gabbett, 2008). Istraživanje je uključilo stvaranje specifičnog testa ponavljajućeg sprinta za nogometašice, gdje je devetnaest sudionica izvodilo test koji se sastojao od šest sprintova po 20 metara u 15-sekundnim intervalima. Nakon svakog sprinta, sudionice su izvodile kratke aktivnosti za oporavak, uključujući usporavanje i lagano trčkanje. Valjanost testa je procijenjena tako da je deset nogometašica izvodilo test u dva različita termina s razmakom od tjedan dana. Rezultati su pokazali visoku unutarnju konzistenciju ($ICC=0.91$) između dva vremenska mjerenja te značajne razlike u rezultatima između vrhunskih i manje vrhunskih nogometašica, što ukazuje na dobru sposobnost testa da razlikuje dvije skupine.

Drugo istraživanje (Upton i Ross, 2011) je istaknulo da nogometašice tijekom trajanja utakmice izvode između 1000 do 1500 pokreta, od čega je oko 700 direktnih promjena smjera s okretima i kutovima do 180 stupnjeva. Pokretljivost je ključna motorička sposobnost kod nogometašica, posebno za vrijeme ubrzavanja, usporavanja i ponovnog ubrzavanja. Autori su istaknuli da je za nogometašice važnija sposobnost ubrzanja u zonama 2 i 3, nego maksimalna brzina, s obzirom da su uobičajene duljine sprinta između 5 i 10 metara. Istraživanje je također pokazalo da trening s otporom može značajno poboljšati snagu, a asistirani trening može dovesti do poboljšanja kratkih ubrzanja i ubrzanja s direktnim promjenama smjera. Neurološke prilagodbe su također doprinijele poboljšanju maksimalne brzine kod nogometašica.

Druga studija (Mohr i sur., 2002) je dokumentirala opadanje sprinterskih performansi nogometaša tijekom nogometne utakmice s posebnim naglaskom na značajno smanjenje udaljenosti pretrčane sprintom u drugom poluvremenu u odnosu na prvo. Isto opadanje performansi je uočeno i kod prosječnih nogometašica, što ukazuje na važnost kondicijske pripreme za očuvanje visoke razine izvedbe tijekom čitave utakmice. Igračice višeg ranga pokazuju 28% veću aktivnost visokog intenziteta i 24% više sprintaju u usporedbi s igračicama

nižeg ranga (Datson, 2014). Elitne nogometašice prosječno pređu oko 10 km tijekom utakmice, od čega je 1,7 km u visokim brzinama (> 18 km/h). Primijećeno je kako se udaljenost prijeđena visokim intenzitetom značajno razlikuje između dva poluvremena, što sugerira izazove u održavanju visokog intenziteta aktivnosti.

U longitudinalnoj studiji provedenoj tijekom 15 godina (1995.-2010.), uspoređena je izvedba sprinta i kretanja unazad sa skokom između norveških konkurentskih nogometašica (194 ispitanica, prosječna dob 22 ± 4.1 godina, težina 63 ± 5.6 kg) prema razini izvedbe, poziciji na terenu i dobi (Haugen i sur., 2012). Analizirani su rezultati testova 40m sprinta i CMJ (kretanje unazad sa skokom) na platformi za procjenu mjerenja eksplozivne snage. Utvrđene su umjerene do velike razlike u brzini između različitih kategorija igračica i pozicija na terenu.

Bajramović i suradnici (2018) istraživali su razlike u morfološkim značajkama, brzinskim sposobnostima i aerobnoj izdržljivosti među elitnim nogometašicama prema igračkim pozicijama. U istraživanju su sudjelovale 18 nogometašice podijeljene u obrambene ($n = 7$), vezne ($n = 6$) i napadačice ($n = 5$). Ispitani su sprintovi na 0-5m, 0-10m, 0-20m, 0-30m te Beep test. Rezultati su pokazali značajne razlike u morfološkim karakteristikama, brzinskim sposobnostima i aerobnoj izdržljivosti među različitim pozicijama, što govori o važnostima implementacije specifičnog treninga na promjenu u antropološkom statusu s obzirom na igračke pozicije. Dok su neka istraživanja ukazala na razlike između spolova u aerobnom kapacitetu zbog razlika u sastavu tijela, druga istraživanja su istaknula važnost snage i izdržljivosti kao ključnih elemenata nogometne igre, naročito u anaerobnim aktivnostima poput sprinta i skokova.

Metodologija Miloševića i Nemec (2017) bila je usmjerena na poboljšanje aerobne izdržljivosti kod vrhunskih sportašica kroz individualno programirani aerobni trening. Rezultati su pokazali značajan napredak u VO_{2max} , brzini i Cooper testu nakon 24 tjedna treninga.

U primjeru elitnih nogometašica izmjerene su sljedeće vrijednosti: VO_{2max} od 49.4 do 57.6 ml/kg/min-1, Yo-Yo testa na razini 2 (YYIE2) je iznosio 1774 ± 532 m (prosjeak $\pm$ standardna devijacija), a testa na 20 m sprint s vremenom 3.17 ± 0.03 s (Datson, 2014). Autorica ističe da je popularnost i profesionalizam ženskog nogometa u proteklm godinama značajno porasla, a elitne igračice sve više igraju na profesionalnoj razini.

Povećani fiziološki zahtjevi u ženskom nogometu zahtijevaju češća istraživanja fizičkih performansi i uzroka ozljeda. Istraživani su fizički zahtjevi, uzimajući u obzir čimbenike poput standarda natjecanja, položaja igračice i umora. Također je primijećeno smanjenje ukupne prijeđene udaljenosti s visokim intenzitetom između dva poluvremena, što može ukazivati na poteškoće u održavanju aktivnosti visokog intenziteta tijekom utakmice.

Studija Milioni i suradnici (2019) istraživala je utjecaj suplementacije β -alanina tijekom programa visokog intenzivnog intervalnog treninga (HIIT) na izvedbu ponovljene sposobnosti sprinta (RSA) kod muškaraca. Ovo randomizirano, dvostruko slijepo placebo kontrolirano istraživanje provedeno je na 18 sudionika. Na početku istraživanja, svi se sudionici prošli test za procjenu $VO_2\max$ i nastavili su s 4-tjednim programom HIIT-a bez suplementacije β -alanina. Nakon ovog razdoblja, sudionici su nasumično dodijeljeni u dvije skupine: eksperimentalnu skupinu koja je uzimala β -alanin i kontrolnu skupinu koja je dobivala dekstrozu kao placebo. Obje skupine su nastavile s HIIT protokolom tijekom sljedećih 6 tjedana. Rezultati su pokazali da je $VO_2\max$ poboljšan u obje skupine tijekom 6-tjednog protokola HIIT-a, što je očekivano s obzirom na prirodu treninga. Međutim, eksperimentalna skupina koja je konzumirala β -alanin pokazala je statistički značajno povećanje sadržaja karnozina u mišićima u usporedbi s placebom. Karnozin je poznat po svojoj ulozi u smanjenju neuromuskularnog umora i poboljšanju tolerancije na biokemijske promjene unutar mišića koje se javljaju tijekom HIIT vježbanja. Ovi rezultati sugeriraju da suplementacija β -alanina može imati potencijalne ergogene učinke u kontekstu HIIT protokola treninga. To bi moglo biti od koristi osobama koje se bave visokointenzivnim intervalnim treningom kako bi poboljšale svoju izvedbu i prilagodbe mišića na stresne uvjete vježbanja.

Valjan i suradnici (2019) provela su randomizirano kontrolirano istraživanje na 30 pretilih adolescenata u dobi od 12 do 18 godina kako bi se usporedio utjecaj visoko intenzivnog intervalnog treninga (HIIT) uz dijetu s konvencionalnim aerobnim treningom (KAT) na poboljšanje aerobnih sposobnosti. Sudionici su podijeljeni u dvije skupine: eksperimentalnu (HIIT uz dijetu) i kontrolnu (KAT uz dijetu), svaka po 15 ispitanika. Obje skupine provodile su treninge u jutarnjim satima tijekom 2 tjedna, a evaluirane su inicijalno i nakon toga finalno u sljedećim parametrima: tjelesna masa, indeks tjelesne mase (ITM), vrijeme modificiranog Astrand testa na pokretnoj traci, procijenjeni maksimalni primitak kisika nakon modificiranog Astrand testa, frekvencija srca nakon modificiranog Astrand testa te frekvencija srca nakon 3-minutnog Step testa. Rezultati studije pokazali su da su oba programa treninga bila učinkovita u poboljšanju aerobnih sposobnosti kod pretilih adolescenata. Postojala je statistički značajna razlika između inicijalnih i finalnih mjerenja u gotovo svim varijablama koje su bile obuhvaćene istraživanjem. Naglasak je stavljen na značajno poboljšanje maksimalnog primitka kisika u HIIT skupini. Zaključno, autori su preporučili da je HIIT trening prikladan oblik tjelesne aktivnosti za pretilu, ali inače zdravu adolescentnu populaciju, s obzirom na njegove povoljne učinke na parametre aerobne sposobnosti.

Studija Meng i suradnici (2022) provela je randomizirano kontrolirano istraživanje s ciljem ispitivanja učinaka visoko-intenzivnog intervalnog treninga na sastav tijela, kardiorespiratornu kondiciju i kardiometaboličke markere kod 45 pretilih dječaka adolescenata u dobi od 10 do 13 godina. Sudionici su podijeljeni u tri skupine: HIIT, skupina s kontinuiranim treningom umjerenog intenziteta (MICT) te kontrolna skupina. Tijekom 12 tjedana programa treninga tri puta tjedno, oba su programa pokazala značajno smanjenje indeksa tjelesne mase i tjelesne težine kod pretilih dječaka. HIIT je bio posebno učinkovit u poboljšanju aerobne sposobnosti, što je mjereno povećanjem VO₂max za 15% u usporedbi s MICT skupinom. Također, HIIT je značajno smanjio visceralno masno tkivo, ukazujući na njegovu važnost u smanjenju rizika od kardiovaskularnih bolesti kod pretilih adolescenata. U timskim sportovima kao što je nogomet, ključni čimbenik za postizanje uspjeha je primjena visoko intenzivnih radnji kao što su ubrzavanja, usporavanja, skokovi i brze promjene smjera kretanja na natjecanju (Haugen i sur., 2014). Stoga, nogometašice trebaju optimalno razvijati kondicijske sposobnosti, tempirajući optimalnu razinu aerobne i anaerobne izdržljivosti, kao i agilnosti (Morcillo i sur., 2014). Većina aktivnosti visokog intenziteta odvija se tijekom ključnih trenutaka, kod natjecanja za loptu, ofanzivnih i defanzivnih akcija, kao i prilika za postizanje pogodaka (Lloyd i Oliver, 2012). Nekolicina autora smatra da je HIIT važna komponenta za optimalnu progresiju razvoja nogometašica, čiji sportovi zahtijevaju kombinaciju dugotrajne izdržljivosti i motoričke sposobnosti brzine, tipa sprinta (Iaia i sur., 2009).

Uz pravocrtno kretanje često se vrši i kretanje s promjenom smjera (COD). HIIT trening s promjenom smjera kretanja smatra se važnom komponentom razvoja sposobnosti jer se prilagođava zahtjevima igre zbog izmjene niskog i visokog intenziteta (Buchheit i Laursen, 2013). Analiza je pokazala da kombinacija HIIT i COD treninga dovodi do poboljšanja aerobnih i anaerobnih sposobnosti jer stvara veće fiziološko opterećenje (Loturco i sur., 2020). Kod promjene smjera kretanja obavezno je smanjiti udaljenost na kojoj se trči zbog gubitka vremena prilikom promjena pravca, kako bi opterećenje bilo slično trčanju bez promjene pravca. (Buchheit i sur., 2010). U dosadašnjim istraživanjima analizirani su efekti HIIT-a na aerobne, anaerobne i motoričke sposobnosti nogometaša (Dupont i sur., 2004; Ilianditis i sur., 2013; Howard i Stanvrinaeas, 2017; Belegišanin i sur., 2017; Cipryan i sur., 2017).

Istraživanjem učinaka programa visoko intenzivnog intervalnog treninga sa i bez promjene smjera na spomenute varijable, bez dodatnih vrsta treninga, omogućit će prave informacije o učincima ovih vrsta treninga. Također, broj varijabli koji će se obraditi ovim istraživanjem omogućit će velik broj informacija za daljnju primjenu i razvoj sposobnosti populaciji nogometašica i samog trenažnog procesa. Cilj ovog istraživanja je utvrditi učinke

četverotjednog HIIT treninga s i bez promjena smjera na aerobni i anaerobni kapacitet kao i na motoričke sposobnosti nogometašica.

2. CILJ I HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA

Glavni cilj ovog istraživanja je utvrditi ostvaruje li visoko-intenzivni intervalni trening (COD) prednost u odnosu na HIIT bez promjena smjera (HIIT) i koje će učinke imati spomenuti tipovi visoko-intenzivnog treninga na parametre aerobne i anaerobne izdržljivosti te motoričkih sposobnosti nogometašica,

Na osnovu glavnog cilja moguće je utvrditi četiri specifična cilja:

- Utvrditi učinke dvije vrste četverotjednog HIIT treninga na aerobne sposobnosti nogometašica.
- Utvrditi učinke dvije vrste četverotjednog HIIT treninga na anaerobne sposobnosti nogometašica.
- Utvrditi učinke dvije vrste četverotjednog HIIT treninga na motoričke sposobnosti nogometašica.
- Utvrditi učinke dvije vrste četverotjednog HIIT treninga na motoričke sposobnosti nogometašica sa loptom

Glavne hipoteze ovih istraživanja su:

Hipoteza 1: Program visoko intenzivnog intervalnog treninga s okretima ima veće učinke na parametre aerobne, anaerobne i motoričke sposobnosti u odnosu na visoko intenzivni intervalni trening bez okreta sa loptom i bez lopte.

Hipoteza 2: Postoji statistički značajna razlika u aerobnim, anaerobnim i motoričkim sposobnostima nogometašica između eksperimentalnih grupa (HIIT i COD) na finalnom mjerenju.

Hipoteza 3: Postoji statistički značajna razlika između inicialnog i finalnog stanja u aerobnim, anaerobnim i motoričkim sposobnostima nogometašica između eksperimentalne grupe (HIIT)

Hipoteza 4: Postoji statistički značajna razlika između inicialnog i finalnog stanja u aerobnim, anaerobnim i motoričkim sposobnostima nogometašica između eksperimentalne grupe (COD)

3. MATERIJALI, METODOLOGIJA I PLAN ISTRAŽIVANJA

Presjekom dosadašnje literature može se ustanoviti da u nogometu aerobna i anaerobna sposobnost igraju ključnu ulogu u postizanju vrhunskih performansi. Igrači moraju ponavljati visoko intenzivne aktivnosti tijekom čitave utakmicu što zahtijeva izuzetnu izdržljivost, snagu i brzinu. Intervalni trening visokog intenziteta (HIIT) prepoznat je kao učinkovit način za poboljšanje ovih sposobnosti, prilagođavajući se specifičnim zahtjevima igre. Dok pravocrtni HIIT protokoli tradicionalno dominiraju nogometnim treninzima, rastući interes za HIIT protokole s promjenama smjera otvara pitanja o njihovoj relativnoj učinkovitosti. Prethodna istraživanja ukazala su na značajnu ulogu aerobnog kapaciteta i anaerobne snage u nogometnim performansama, ali nedostaju detaljne studije koje bi usporedile učinke različitih HIIT protokola na seniorske nogometašice. Ovaj rad ima za cilj popuniti tu prazninu, istražujući kako pravocrtni HIIT i HIIT s promjenama smjera utječu na aerobnu i anaerobnu izdržljivost te specifične motoričke sposobnosti, poput reaktivne okretnosti i brzine trčanja s loptom kod seniorskih nogometašica. U konačnici, rezultati ovog istraživanja mogu pružiti vrijedne smjernice za trenere i sportaše u optimizaciji trening programa i poboljšanju sportskih performansi.

Istraživanje hipoteza provedeno je unutar zajedničkog motoričkog prostora, ali s različitim ciljevima. Svaki aspekt istraživanja analizirao je jedan od odnosa unutar antropoloških karakteristika nogometašica.

3.1. Uzorak ispitanika

Analizirani ispitanici za ovo istraživanje bili su $n = 60$ nogometašica seniorskog uzrasta ($AS = 17.5 - 34$ godine), nasumično podijeljenih u dvije eksperimentalne skupine: 1) visoko-intenzivni intervalni trening (HIIT) ($n=30$) i 2) visoko-intenzivni intervalni trening s promjenama smjera kretanja (COD) ($n=30$). Sudionici su bili odrasli kada je istraživanje provedeno, a pisani pristanak dan je *a priori* za bilo koji eksperimentalni rad. Etičko odobrenje za ovo istraživanje dobiveno je u okviru projekta Hrvatske zaklade za znanost (IP-2020-02-3366), koji je odobrilo Etičko povjerenstvo, a u skladu je s Etičkim kodeksom Hrvatske zaklade za znanost. Istraživanje je provedeno prema načelima Helsinške deklaracije.

3.2. Protokol istraživanja

3.2.1. Učinak HIIT-a na aerobne sposobnosti nogometašica

U treningu nogometaša i nogometašica se primjenjuje mnogo HIIT protokola, a različiti oblici HIIT-a postoje s obzirom na specifične ciljeve sportaša. U nogometu, međutim, treneri obično koriste pravocrtne HIIT protokole. Strukturno, govoreći o kretanju cijelog tijela u nogometu, postoje dva glavna obrasca kretanja - pravocrtno kretanje i promjenjive promjene smjera ovisne o situaciji. Sigurno, znajući prirodu nogometne igre, čini se da je promjena smjera HIIT treninga specifičnija za nogometne performanse jer se većina aktivnosti kroz nogometnu igru odvija u uvjetima bez lopte (Rampinini i sur., 2009). Pokazalo se da su sposobnost ubrzanja, mišićna snaga i građa tijela prediktori sposobnosti promjene smjera (COD) u populaciji nogometaša na elitnoj razini (Chaouachi i sur., 2012).

Studije o nogometašicama već su dokazale da trening snage povećava aerobne i anaerobne sposobnosti (Sporiš i sur., 2011). Tako je utvrđeno da su mjere aerobne izdržljivosti značajno povezane s pravocrtnim sprintom u intervalima od 0–40 m i 20–40 m, najbržim vremenom ponovljene sposobnosti sprinta (RSA), ukupnim vremenom, te prosječnim vremenom ostvarenim u sprintu kod nogometašica (Shalfawi i sur., 2014). Nadalje, nedavni pregled (Stanković i sur., 2023) zaključio je da HIIT ima značajne učinke na VO₂max, RSA, promjenu brzine smjera, brzine i eksplozivne snage u ženskim timskim sportovima, bez obzira na razinu natjecanja. Još uvijek nema dokaza o mogućim razlikama u pravocrtnim i COD HIIT učincima treninga na aerobnu snagu u odnosu na populaciju nogometašice.

Stoga je cilj ovog istraživanja utvrditi koji HIIT protokol treninga ima bolju korisnost u pogledu povećanja aerobne sposobnosti, motoričkih sposobnosti, te anaerobnih kapaciteta kod populacije nogometašica.

Uzorak varijabli

Varijable za procjenu aerobne sposobnosti

1) Procjena maksimalnog primitka kisika na pokretnom sagu - VO₂max (Šentija i sur., 2007).

3.2.2. Učinak HIIT-a na anaerobne sposobnosti nogometašica

Ova studija stoga ima za cilj utvrditi kakve učinke dva različita HIIT protokola, a) pravocrtna i b) promjena smjera imaju na anaerobnu izdržljivost kod seniorske populacije nogometašica. Drugi cilj je odrediti razliku u koristi između ova dva protokola.

Uzorak varijabli

Razine anaerobnih kapaciteta procijenjene su uz pomoć sljedećih varijabli:

Varijable za procjenu anaerobnih sposobnosti

- 1) Kumulativna prijeđena udaljenost u anaerobnim zonama 4 i 5 – (m)
- 2) Running-based anaerobic sprint test (RAST) – (s)
- 3) Maksimalna brzina u testu 30 – 15 IFT - (km/h)
- 4) Maksimalna brzina na pokretnom sagu – (km/h)
- 5) Maksimalna frekvencija srca – (otkucaja/min)

Anaerobni parametri snage bili su glavni cilj istraživanja, a autori su ga procijenili pomoću trake za trčanje (*hp cosmos model Mercury 150x50, hp cosmos, Njemačka; TechnoGym, Excite Run 1000 LED Treadmill, 150x50, Italija*) kroz protokol KF1 (Vučetić 2005), uzimajući iz protokola anaerobno laktatni prag kroz mjerenja na traci za trčanje i ergospirometrijskog mobilnog uređaja MetaMax 3b (Cortex Biophysik GmbH, Njemačka). Važne varijable bile su prijeđena udaljenost u anaerobnim zonama 4 i 5 (dAT).

3.2.3. Učinak HIIT-a na motoričke sposobnosti nogometašica

S obzirom na karakteristike HIIT treninga, može stvoriti odgovarajuće podražaje visokog intenziteta, što je vrlo blizu zahtjevima igara u sportovima kao što su nogomet, rukomet i košarka (Laursen i Jenkins, 2002). Nogometna igra često uključuje mnoge promjene u tempu igre dok igrači koriste kratke aktivnosti niskog intenziteta kao što su stajanje i sporo hodanje kako bi se brzo oporavili za sljedeće aktivnosti visokog intenziteta, baš kao u HIIT-u. Neki autori vjeruju da je HIIT važna komponenta za optimalni razvoj sposobnosti nogometašica, čiji sport zahtijevaju kombinaciju dugoročne izdržljivosti i sprinterskih aktivnosti (Iaia i sur., 2009). HIIT trening s promjenom smjera kretanja smatra se važnom komponentom razvoja sposobnosti jer se prilagođava zahtjevima igre zbog promjene niskog i visokog intenziteta (Buchheit i Laursen, 2013).

Prethodna istraživanja analizirala su učinke HIIT-a na aerobne, anaerobne i motoričke sposobnosti nogometaša (Dupont i sur., 2004; Lambrick i sur., 2016; Howard i Stanvrinaeas, 2017), ipak je manjak istraživanja o promjeni smjera HIIT na motoričke sposobnostima populaciji nogometašica.

Stoga je jedan od glavnih ciljeva ovog istraživanja utvrditi učinke dva različita HIIT protokola na motoričke sposobnosti na populaciji nogometašica.

Variable za procjenu motoričkih sposobnosti

Testovi za procjenu motoričkih sposobnosti agilnosti, eksplozivne snage i brzine odabrane su prema zahtjevima nogometne izvedbe. Startna brzina mjerena je fotoćelijama (Microgate, *Witty photocell, Italija*) izvođenjem sprintova na 5, 10, 15 i 20 metara (S5m; S10m; S15m; S20m).

Variable za procjenu agilnosti

- 1) Test 9-3-6-3-9 (Sporiš i sur., 2010).
- 2) Test za procjenu agilnosti 505 (Berber i sur., 2015).
- 3) 20 jardi - test za procjenu agilnosti (Milanović, 2003).

Variable za procjenu eksplozivne snage tipa skoka

Senzorske LED letve od 1m (*Optojump Next 1m, Microgate, Bolzano, Italija*) korištene su za procjenu eksplozivne snage kroz skokove (Marković i sur., 2004). Izvedena su tri različita skoka:

- 1) Skok s pripremom (CMJ)
- 2) Skok iz čučnja (SJ)
- 3) Slobodni skok (FJ)

Varijable za procjenu brzine (startne i maksimalne)

- 1) Sprint na 5 m (s)
- 2) Sprint na 10 m (s)
- 3) Sprint na 15 m (s)
- 4) Sprint na 20 m (s)

3.2.4. Učinak HIIT-a na specifičnu agilnost s loptom

U nogometu se praktična upotreba agilnosti često javlja u različitim situacijama koje uključuju loptu. Nažalost, postoji očigledan nedostatak studija koje uključuju testiranje performansi (sprint, pliometrija, agilnost) s loptom. Neki od poznatih generičkih *agility* testova modificirani su samo nogometnom loptom kako bi se dobilo okruženje slično stvarnoj igri (Sporiš i sur., 2010). Na primjer, u nogometnoj verziji testa 505 s loptom, igrači su dužni driblati loptu kroz slalomsku stazu čunjeva, na kraju brzo skrenuti i sprintati natrag do početne točke. Ovaj test ne samo da procjenjuje sposobnost igrača da brzo promijeni smjer i zadrži kontrolu nad loptom, već i simulira situacije slične igri u kojima se igrači trebaju kretati kroz braniče i izvršavati brze promjene smjera uz zadržavanje posjeda. Međutim, do danas postoji jako mali broj istraživanja koja su utvrdila utjecaj HIIT protokola na moguće ishode agilnosti povezane s loptom kod nogometašica. Potencijalan razlog nedovoljnog broja istraživanja može se objasniti zbog nedovoljne količine vremena za implementacijom HIIT treninga sprinta s promjenom smjera kretanja i pravocrnog kretanja, zbog velikog trenažnog opterećenja u pripremnom i natjecateljskom razdoblju. Naime, svakodnevni treninzi i najčešće igranje utakmica tijekom vikenda onemogućuju kondicijskim trenerima dodatno implementiranje dodatnog sustava treninga i mjerenje ishoda kroz motoričke i funkcionalne sposobnosti. Budući da je distribucija žena u nogometu značajno manja nego kod muškaraca, te je manji postotak žena koje se profesionalno bave nogometom, često nema dovoljan broj igračica koje bi mogle ispuniti kriterije uključenja u istraživanje. Također, igra u ženskom nogometu je drugačija nego u muškom, te postoje potencijalni drugačiji zahtjevi funkcionalnih sposobnosti, gdje one imaju manji broj brzih sprinterskih aktivnosti na kraćim udaljenostima (Mohr i sur., 2008; Mäkinen i sur., 2023).

Do sada, ova studija ima jedan od glavnih ciljeva za istražiti mogu li vježbe COD HIIT poboljšati sposobnosti agilnosti specifične za nogomet s loptom učinkovitije od pravocrtnog HIIT-a kod populacije nogometašica.

Uzorak varijabli

Varijable za procjenu specifične agilnosti s loptom

- a) Test 9-3-6-3-9 (Sporiš i sur., 2010).
- b) Test za procjenu agilnosti 505 (Berber i sur., 2015).
- c) 20 jardi - test za procjenu agilnosti (Milanović, 2003).

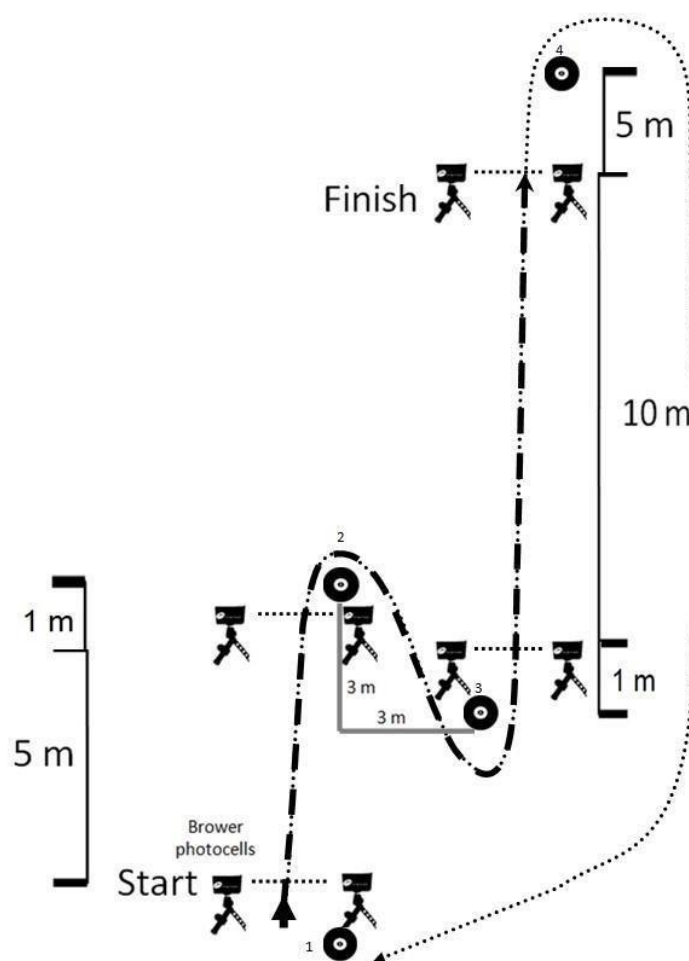
Motoričke manifestacije povezane s agilnošću odabrane su prema zahtjevima nogometne izvedbe, gdje specifični zadaci koji uključuju loptu mogu imati važnu ulogu u konačnom uspjehu. Varijacije agilnosti s loptom procijenjene su kroz tri testa: Modificirani test 9-3-6-3-9 (M93639) (Sporiš i sur., 2010), *Agility test 505* (M505) (Nimphius i sur., 2017) i test agilnosti od 20 metara (M20 jardi) (Nimphius i sur., 2017). Fotoelektrične ćelije (*Witty photocell*, *Microgate*, *Bolzano*, *Italija*) korištene su za otkrivanje preciznih vrijednosti. Provođenje ovih testova strukturno je isto kao i izvorni, ali u ovom slučaju sudionici moraju voditi nogometnu loptu tijekom izvedbe.

3.3. Opis mjernih instrumenata i izmjerenih varijabli

3.3.1. Varijable za procjenu funkcionalnih sposobnosti

Ponavljajuće sprint sposobnosti (RAST) (Buchheit i sur., 2010)

Sposobnost ponavljanja pravocrtnih sprintova (eng. Repeated sprint ability): 6 x 35 m; 20 s, ovo testiranje uključuje izvođenje 6 maksimalnih sprintova na udaljenosti od 35 metara, pri čemu se novi sprint započinje svakih 20 sekundi. RSA je definiran kao najmanje 2 uzastopna sprinta duža od 1 sekunde, s najviše 15 (RSS15), 30 (RSS30), 45 (RSS45) ili 60 (RSS60) sekundi oporavka između njih (tj. brzina kretanja ≤ 19 km/h ili $\leq 61\%$ pojedinačne fotonaponske energije). Izlazne varijable RAST testa uključuju vrijeme koje je potrebno da ispitanik prijeđe svaku pojedinu dužinu od 35 m mjereno u sekundama. Druga varijabla koja se koristila kao ishod anaerobnih kapaciteta je bila vršna vrijednost izlazne snage dobivena uz pomoć formule: izlazna snaga (W) = masa (kg) * pređena udaljenost (m)² / vremenom³ (Buchheit i sur., 2010).



Slika 2. Ponavljajuće sprint sposobnosti (RSA)

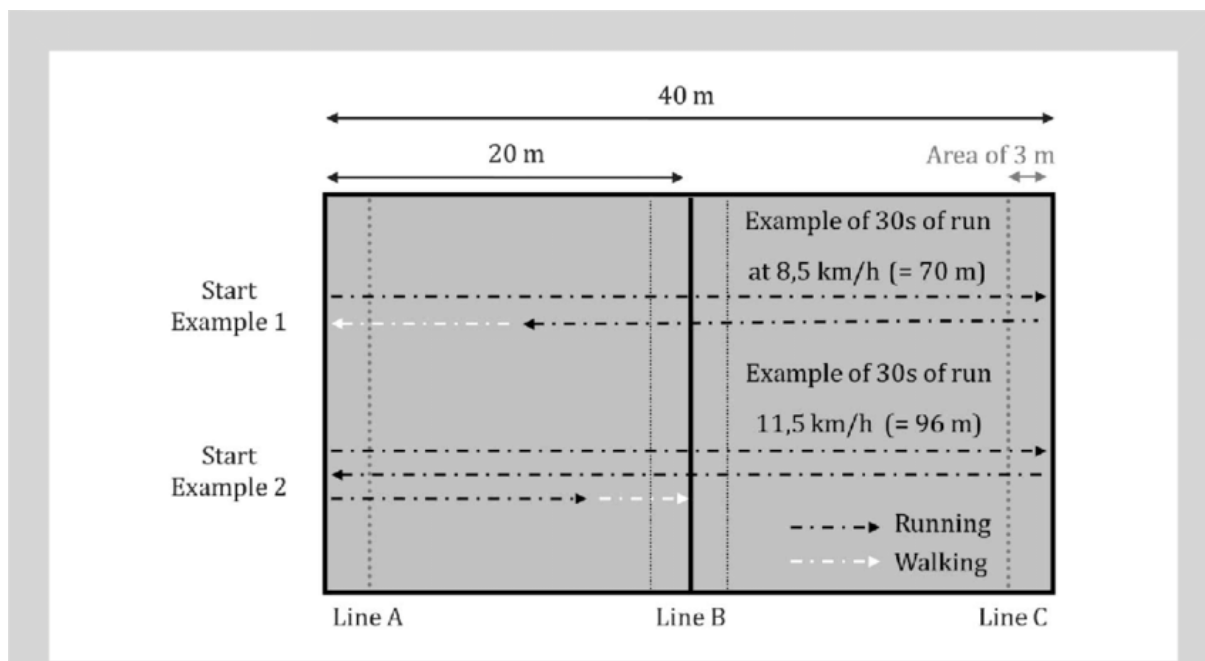
30-15 Intermittentni fitnes test (Buchheit, M. (2008))

Uzevši u obzir sve dosadašnje tehnologije treninga, intervalni trening trčanja visokog intenziteta jedan je od najefikasnijih načina za poboljšanje kardiorespiratornih sposobnosti sportaša. Da bi se postigao optimalan stimulans i očekivana adaptacija, igrači moraju provesti određeno vrijeme u "crvenoj zoni", što znači rad u zoni od 90-95% VO_{2max} ili maksimalne frekvencije srca (Buchheit, 2012). Postoji nekoliko pristupa za kontrolu i individualizaciju brzine sportaša kako bi se osiguralo da treniraju na navedenom intenzitetu. Najjednostavniji pristup je subjektivna procjena sportaša. Dugo vremena, brzina povezana s VO_{2max} (vVO_{2max}) bila je ključna komponenta za kreiranje visoko intenzivnog treninga (HIIT). Međutim, pri primjeni ove metode važno je uzeti u obzir da dva sportaša sličnog maksimalnog primitka kisika mogu imati različite anaerobne sposobnosti, sposobnosti oporavka ili sposobnosti promjene smjera, što može dovesti do različitog razvoja tih sposobnosti. Potrebno

je uzeti u obzir individualne karakteristike svakog sportaša proučavanjem njegovog fiziološkog profila. Zbog tih nedostataka, razvijen je *ponavljajući fitness test* (Buchheit, 2012). IFT je dizajniran da procijeni maksimalnu frekvenciju srca i maksimalni primitak kisika, ali također i anaerobne kapacitete, te sposobnost oporavka. Krajnja brzina postignuta na testu, VIFT, predstavlja složenu brzinu koja uzima u obzir sve fiziološke varijable uključene u HIIT, uključujući promjene smjera. Drugim riječima, IFT je vrlo specifičan test, ne za određeni sport, nego za trening protokole često korištene u ponavljajućim aktivnostima.

30-15 ponavljajući fitness test sastoji se od 30 sekundi trčanja koje se izmjenjuju s 15 sekundi oporavka, koje je najčešće okarakterizirano kao lagano trčanje između intervala. Početna brzina je 8 km/h za prvih 30 sekundi trčanja, a zatim se povećava za 0,5 km/h svakih 30 sekundi (dobro utrenirani sportaši mogu početi na 10-12 km/h radi uštede vremena). Od igrača se zahtijeva da trče naprijed-nazad između dvije linije udaljene 40 metara tempom koji određuje ranije snimljeni zvučni signal (slika 3.).

Taj zvučni signal omogućava sportašu da prilagodi brzinu kako bi stigao na vrijeme u zadani prostor veličine 3 metra na svakom kraju i u sredini polja. Tijekom 15 sekundi oporavka, igrači se kreću naprijed prema najbližoj liniji, bilo u sredinu ili na krajeve, ovisno o prethodnom startu. Ta linija predstavlja sljedeći start. Od igrača se traži da izdrže što više razina mogu, a test završava kada sportaš više nije u stanju održavati i pratiti brzinu testa te tri puta zaredom ne uspije stići na vrijeme u označeno područje od 3 metra. Brzina na posljednjoj postignutoj razini označava igračevu VIFT.



Slika 3. 30-15 intermitentni fitness test

Maksimalni primitak kisika (VO_{2max})

Procjena VO_{2max} se procijenila koristeći traku za trčanje (*hp cosmos*, Njemačka, *Technogym*, Italija) uzimajući rezultate kroz dijagnostički protokol KF1 aerobnog ispitivanja na traci za trčanje (Vučetić, 2005). Na pokretnoj traci nema otpora zraka, koji bi se u vanjskim uvjetima povećavao s brzinom trčanja. Iako se unos kisika s brzinom na otvorenom ne povećava potpuno pravocrtно, linearan model ipak dobro opisuje odnos VO_2 i brzine do 18 km/h. Stoga se preporučuje blag nagib trake od 1–2% kako bi se nadoknadilo smanjeno opterećenje zbog odsutnosti otpora zraka. Na taj način fiziološki parametri (srčana frekvencija, ventilacija i VO_2) tokom trčanja na traci vjerno simuliraju uvjete trčanja vani. Kod testova s većim nagibom, opterećenje je teško usporediti s trčanjem po ravnoj stazi zbog povećane energetske potrošnje i promjena u biomehanici pokreta, kao što su koraci, amplituda i kutna brzina zglobova te aktivacija mišićnih skupina. Standardni protokoli za procjenu aerobnog kapaciteta (VT_1), koji se provode uključuju progresivne testove na pokretnoj traci (protokoli KF1, KF05 i KF4). (Šentija, Vučetić 2005). U protokolima KF1 svaka razina (step) traje 30 sekundi s povećanjem brzine od 0,5 km/h (KF1) gdje s progresivnim nastavkom testa dolazimo do anaerobnog laktatnog praga (VT_2). Samo izvođenje testa radi se do otkaza, sve dok ispitanik ne postane iscrpljen i ne može završiti trenutni stupanj. Protokol započinje s minutnom relaksacijom, druge dvije minute ispitanik hoda na brzini od 5 km/h i nakon toga test KF1 kreće sa svojom

progresijom od 0,5 km/h svakih 30 sek mijenjajući brzinu pokretne trake. Protokol završava s 3 minutnim oporavkom ispitanika. Ispitanike mjerimo s mobilnim ergospirometrijskim uređajem MetaMax 3b, (Cortex Biophysik GmbH, Njemačka), gdje smo već unaprijed postavili parametre brzine, vrijeme, VO₂, VO₂max, frekvencije disanja (BF), razmjena plinova (RER), ekvivalent VO₂/CO₂, te srčana frekvencija (SF). Kod Techogym- ove pokretne trake koja nije imala komunikaciju sa ergospirometrom u programu (software-u) od ergospirmetra MetaStudio postoji protokol koji oponaša pokretnu traku sa zadanim protokolom tako da smo uz pomoć mjeritelja ručno unosili pravovremeno brzine zadane brzine kod progresije stupnjeva. Važne varijable bile su: *maksimalna brzina trčanja na traci za trčanje (V_{max})*, *prijeđena udaljenost u anaerobnoj zoni (dAT)*, *maksimalna frekvencija srca (FS_{max})* i *VO₂max*. Vrijednosti VO₂max procijenjene su pomoću Wassermann protokola 9 -plot (Wassermann 2008). Wassermann je poznat po razvoju dijagnostičkog alata poznatog kao "Wassermannov plot," koji se koristi za analizu rezultata ergometrijskih testova. Ovaj plot pomaže u vizualizaciji različitih energetske kapaciteta sportaša, uključujući aerobnu i anaerobnu izdržljivost. Osnovne karakteristike Wassermannovog plota: grafički prikaz prikazuje odnos između intenziteta vježbe (obično na x-osi) i različitih fizioloških parametara (poput potrošnje kisika ili laktata) na y-osi.

Anaerobni laktatni prag, za razliku od ventilacijskog, obično se definira intenzitetom aktivnosti pri kojem koncentracija mliječne kiseline u krvi doseže 4 mmol/l. Ipak, u sportskoj literaturi spominju se vrijednosti od 3 do čak 6,8 mmol/l, pa je za procjenu treniranosti vrhunskih sportaša ključno utvrditi individualni laktatni prag. Većina sportaša može održavati taj intenzitet oko 60 minuta (Viru, 1995). Kod ovog istraživanja nismo uzimali laktate.



Slika 4. *hp cosmos,Mercury, Njemačka; Technogym Excite Run 1000 LED Treadmill, Italija)*

3.3.2. Varijable za procjenu motoričkih sposobnosti (bez i s loptom)

Startna brzina

Za procjenu sprinta korišten je test na 20 metara, pri čemu su se mjerila vremena za prolazak na udaljenostima od 5 metara, 10 metara, 15 metara i 20 metara. Testovi su se odvijali na nogometnom terenima, na umjetnoj travi ŽNK Čakovec u Čakovcu, ŽNK Agram u Zagrebu i ŽNK Mura u Murskoj Soboti. Rezultati izmjerenih vremena zabilježeni su pomoću telemetrijskog sustava fotočelija Witty fotočelija, Microgate, Italija. Prije početka testa, ispitanik je zauzeo poziciju visokog atletskog starta iza startne linije. Vrijeme je počelo mjeriti kada je ispitanik samostalno startao i prošao kroz prvu fotočeliju. Na dionici sprinta od 20 metara, ispitanicima su zabilježena prolazna vremena na 5, 10,15 i 20 metara. Svi ispitanici su izveli test sprinta tri puta, s pasivnom pauzom od dvije minute između svakog sprinta. U analizu rezultata uključene su prosječne vrijednosti dobivene iz tri mjerenja.



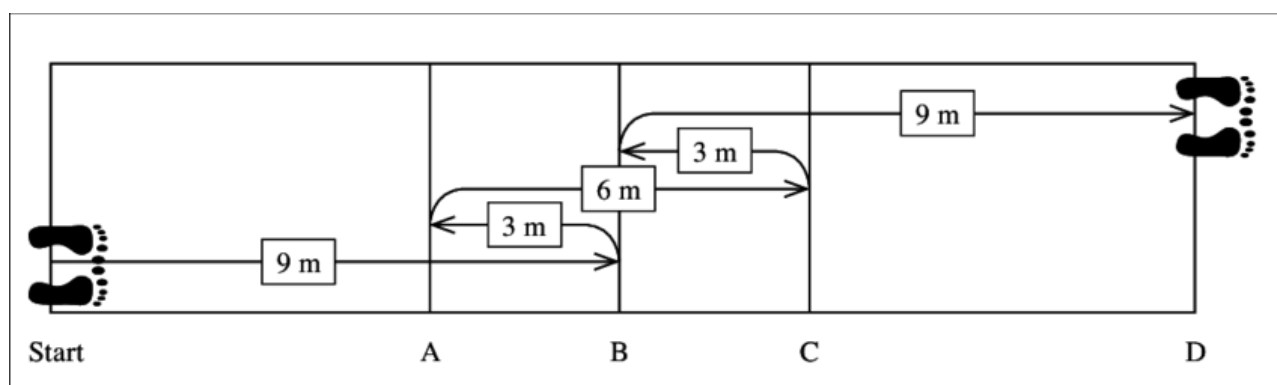
Slika 5. *Witty Microgate sustav fotočelija*

3.3.3. Varijable za procjenu specifične agilnosti (bez i s loptom)

Fotoelektrične ćelije (*Witty photocell, Microgate, Bolzano, Italija*) korištene su za precizno mjerenje vrijednosti. Provođenje ovih testova strukturno je isto kao i izvorni testovi, ali u ovom slučaju sudionici su morali voditi nogometnu loptu tijekom izvedbe.

Test 9-3-6-3-9 (Sporiš i sur., 2010)

Test 9-3-6-3-9 konstruiran je sa uskim ciljem mjerenja specifične agilnosti. Dužina staze ovog testa je 18 metara. Osim označene startne linije i ciljne linije koja se nalazi na udaljenosti od 18 metara, postoje još tri linije paralelne sa startnom linijom, udaljene 6, 9 i 12 metara. Kada je spreman, nogometaš iz pozicije visokog starta kreće sprintom do prve linije koja je na udaljenosti od 9 metara. Kada stopalom prijeđe liniju, okreće se za 180 stupnjeva i trči natrag do linije udaljene 6 metara od starta. Nakon što dotakne tu liniju stopalom, ponovno se okreće i trči do linije na udaljenosti od 12 metara, gdje ponavlja okret za 180 stupnjeva te se vraća na liniju udaljenu 9 metara. Posljednji zadatak ispitanika je, nakon okreta na toj liniji, sprintom istrčati do ciljne linije koja je udaljena 18 metara od startne pozicije. Test završava u trenutku kada ispitanik pređe ciljnu liniju. Kao i prethodni testovi, ovaj test se može mjeriti štopericom ili fotoćelijama. Test se izvodi tri puta. Između ponavljanja, ispitaniku je potrebno dati dovoljno vremena za odmor kako bi se kvalitetno oporavio za novi pokušaj. Postoji još jedna verzija ovog testa, u kojoj se ispitanik umjesto promjene smjera za 180 stupnjeva vraća trčanjem unatrag.

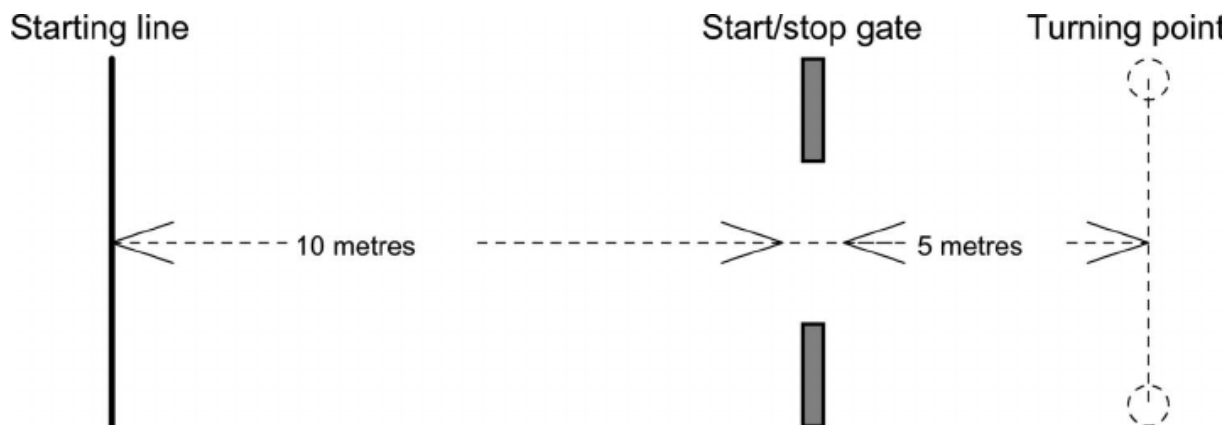


Slika 6. Test 9-3-6-3-9

Test agilnosti 505 (Berber i sur., 2015)

Test 505 COD (Change of Direction) zahtijeva od ispitanika da sprintaju pet metara, okrenu se za 180° i sprintaju daljnjih pet metara. Izvodi se na dva načina: leteći start, koji omogućava

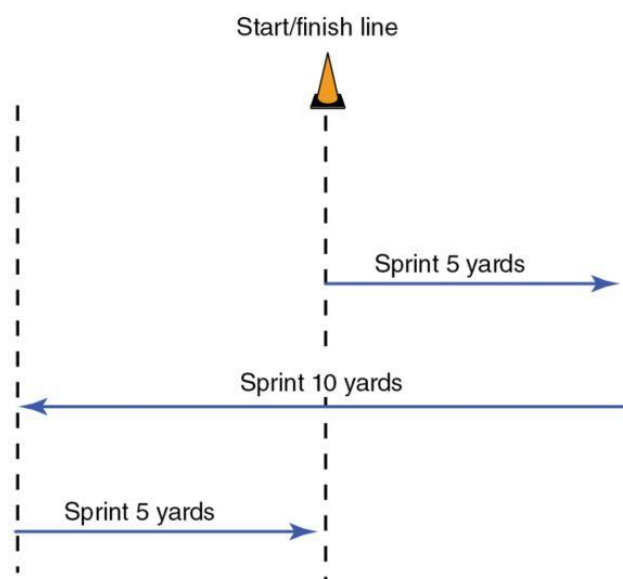
subjektu da trči 10 metara prije prelaska startne linije i započinjanja mjerenja vremena, i stacionarni start, koji zahtijeva statički položaj starta 0,5 metara iza startne linije kako bi se spriječilo rano aktiviranje vremenskih vrata. Ispitanicima je rečeno da koriste svoju dominantnu nogu za okret nakon skretanja.



Slika 7. Test agilnosti 505

20 jardi - test za procjenu agilnosti (Milanović, 2003)

Testiranje ne reaktivne agilnosti provedeno je na terenima ŽNK Čakovec, ŽNK Agram te ŽNK Mura na umjetnoj travi. Na igralištu su postavljene dvije paralelne crte međusobno udaljene 10 jarda, središnja crta se nalazi točno na sredini između njih (1 jard = 0,9144 metara, 5 jarda = 4,57 metara). Svaka crta široka je jedan metar. Za mjerenje vremena korišten je telemetrijski sustav Microgate Witty fotočelija, s parom čelija postavljenih na središnjoj liniji i oznakom startne pozicije 0,5 metara od središnje linije, gdje se ispitanik nalazio bližom nogom. Ispitanik kreće iz pozicije visokog starta na samostalni signal i ponavlja test tri puta. Kretanje započinje sprintom do bočne crte koju dotiče stopalom (prelazeći 5 jarda), zatim sprinta do druge bočne crte koju također mora dotaknuti stopalom (prelazeći 10 jarda), te na kraju sprinta natrag do središnje crte (prelazeći 5 jarda) gdje se vrijeme zaustavlja. Kao rezultat uzeta je prosječna vrijednost triju mjerenja.



Slika 8. 20 jardi - test za procjenu agilnosti

3.3.4. Varijable za procjenu eksplozivne snage tipa skoka

Za potrebe mjerenja skoka s pripremom (CMJ), skoka iz čučnja (SJ) i slobodnog skoka (FJ) korišten je sustav Microgate OPTOJUMP Next 1m.



Slika 9. Microgate Optojump Next 1m sustav za mjerenje skokova

Skok s pripremom (CMJ)

Pri testiranju skoka s pripremom (CMJ), sportaš stoji u početnoj poziciji s rukama na kukovima kako bi se izolirala njihova uloga u izvedbi pokreta koji se testira. Sportaš stoji uspravno nekoliko sekundi, zatim se spušta u polu čučanj do kuta od otprilike 90 stupnjeva između

natkoljenice i potkoljenice. Bez zaustavljanja u donjoj poziciji, iz točke promjene smjera kretanja izvodi maksimalni vertikalni skok, nakon čega slijedi doskok s laganim savijanjem koljena. Na kraju, sportaš se ponovno uspravlja u početnu poziciju što označava kraj testa. Pri ovakvom skoku koristi se potencijalna energija elastičnosti koja se akumulira tijekom ekscentrične faze spuštanja i koristi se u koncentričnoj fazi skoka. Test se ponavlja tri puta, a za analizu rezultata uzima se prosječna vrijednost od tri izvedbe.

Skok iz čučnja (SJ)

Skok iz čučnja je vertikalni skok u kojem nema prethodnog pomaka u suprotnom smjeru, već se pokret izvodi koncentričnom kontrakcijom. Ispitanik se nalazi u položaju čučnja s rukama na bokovima unutar područja opremljenog sustavom fotočelija. Iz tog položaja maksimalno se odrazi u zrak, a mjeri se vrijeme provedeno u zraku u tri pojedinačna mjerenja s razmakom od 20 sekundi. Za daljnju obradu rezultata uzima se srednja vrijednost izmjerenih vremena.

Slobodni skok (FJ)

Ispitaniku je dozvoljeno da skoči na način koji mu najviše odgovara korištenjem ruku, s ciljem postizanja maksimalne visine.

3.4. Eksperimentalni program

Dvije eksperimentalne skupine bile su uključene u specifične HIIT protokole tijekom četiri tjedna, dva puta tjedno, utorkom i četvrtkom. Programi treninga izvedeni su pod nadležnošću njihovih nogometnih trenera i ostatka stožera, dok su početna terenska mjerenja organizirana na četiri lokacije: Kineziološkom fakultetu u Zagrebu i nogometnim igralištima ŽNK Čakovec iz Čakovca, ŽNK Agram iz Zagreba te ŽNK Mura iz Murske Sobote.

. Glavni podaci sastojali su se od motoričkih i funkcionalnih sposobnosti, gdje su primarno testovi za procjenu agilnosti bili izmjereni sa i bez lopte. Mjerenja su provedena u *Laboratoriju za primijenjenu kineziologiju Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Hrvatska, EU te nogometnim igralištima ŽNK Čakovec iz Čakovca, ŽNK Agram iz Zagreba i ŽNK Mura iz Murske Sobote*. U procesu mjerenja i analize podataka sudjelovali su samo diplomirani kineziolozi.

Program nakon početne faze testiranja uključivao je 15x15 sekundi HIIT treninga na 100% MAV-a individualiziranim intenzitetom nogometašica, u četiri serije s 8x tijekom prva dva tjedna. Drugi dvotjedni program prilagođen je tako da je broj ponavljanja povećan na 10x i 4 serije. U završnoj fazi ispitanice su ponovno testirani kako bi se otkrile moguće razlike u

učincima pravocrtnih i promjena smjera HIIT protokola obuke prema anaerobnoj snazi odabranih subjekata. Ispitanice su kretale sa svojom dominantnom nogom iz polu visokog ili srednjeg starta dok je kod skupine koja je radila promjenu smjera bio naizmjeničan s dominantnom nogom pa slabijom nogom.

3.5. Program treninga

Program treninga za istraživanje kod nogometašica (ukupan broj ispitanika $n = 60$), bile su procesom randomizacije podijeljene u dvije eksperimentalne grupe (HIIT = 30) i (COD = 30). Naime, metodom slučajnog odabira i korištenjem generatora slučajnih brojeva, dodijeljeni broj određenoj nogometašici označavao je grupu koja će primijeniti HIIT ili COD trening. Eksperimentalne grupe bile su aktivne tijekom pripremnog razdoblja i radile su program u trajanju od četiri tjedna. Treninzi obje grupe odvijali su se dva puta tjedno (utorak i četvrtak). Prva grupa (HIIT) radila je pravocrtni HIIT (bez promjene smjera), dok je druga grupa (COD) radila HIIT s promjenom smjera. Nakon testa za procjenu aerobnih sposobnosti 30-15 intermitentnog fitnes testa, izračunate su za sve ispitanice maksimalna aerobna brzina (MAS) i na osnovu toga je dozirano opterećenje kod svih ispitanica u eksperimentalnim grupama tijekom trajanja četverotjednog programa, povećavajući opterećenje kako su ispitanice uspješnije savladavale zadatke.

S tim u vezi, kod druge grupe dužina distance koja se trebala pretrčati za određeno vrijeme smanjena je zato što je dokazano da promjena smjera za 180 stupnjeva zahtijeva dodatnu energiju. Stoga je preporuka da se višak utroška energije kompenzira smanjenjem distance za 2% do 3% za svaku promjenu smjera (Laursen & Buchheit, 2019).

Testiranja su se provodila na terenima iza Kineziološkog fakulteta u Zagrebu te na nogometnim igralištima ŽNK Čakovec iz Čakovca, ŽNK Agram iz Zagreba i ŽNK Mura iz Murske Sobote.

Za početak protokola u obje grupe se provodilo zagrijavanje po FIFA 11+ protokolu:

- vježbe trčanja u trajanju 8min,
- vježbe snage, pliometrije i ravnoteže u trajanju 10min,
- vježbe trčanja za kraj zagrijavanja u trajanju 2min.

Prva grupa nogometašica HIIT odrađivala je HIIT, sprint pravocrtno u trajanju 8x 15+15 sec. 100% MAS (15 sec rad/ 15 sec odmor-hod). Pravocrtno trčanje se izvodi preko cijelog terena, a kretalo se 10m iza gol crte s dominantnom nogom iz visokog starta. Protokol se ponavlja 8 puta i ponavljaju se 4 serije s odmorom od 4min. između serija. Nogometašice tijekom odmora

rade dodavanje u paru unutarnjom stranom hrpta stopala uz lagani niski skip u mjestu. Protokol se mijenja za 3. i 4. tjedan tj. broj ponavljanja se povećava za dva po seriji što iznosi ukupno 10 puta 15+15sec.

Druga grupa nogometašica COD je provodila HIIT protokol na 10m 15x15sec. 100% MAS (15 sec rad/ 15sec odmor-hod) s promijenom smjera. Trčanje se izvodi na dionici od 10m koliko se stigne u 15 sec. Protokol se ponavlja 8 puta i ponavljaju se 4 serije s odmorom od 4min. između serija. Nogometašice tijekom odmora rade dodavanje u paru unutarnjom stranom hrpta stopala uz lagani niski skip u mjestu. Protokol se mijenja za 3. i 4. tjedan tj. broj ponavljanja se povećava za dva po seriji što iznosi ukupno 10 puta 15x15sec. Važno je napomenuti, kako je ovaka sustav treninga bio zaseban trening, a ne dio njihovog nogometnog treninga.

Neposredno nakon odrađenog protokola u obje grupe radilo se na smirivanju frekvencije srca koristeći lagano trčanje niskim intenzitetom u trajanju od 5 min.

3.6. Metode obrade podataka

Statistička analiza obrađena je statističkim paketom Statistica 14.0. Srednja vrijednost $\pm$ standardna devijacija izračunata je za sve varijable. Ukoliko je distribucija podataka testirana Kolmogorov-Smirnovljevim testom bila normalna, u daljoj obradi korišteni su parametarski postupci. Za utvrđivanje razlike na inicijalnom i finalnom mjerenju između grupa korišten je T-test za nezavisne uzorke. Razlike između dvije eksperimentalne grupe na inicijalnom i finalnom mjerenju utvrđene su primjenom analize varijance (ANOVA). Metodologija dokazivanja Hipoteze 1, koja glasi da program visoko intenzivnog intervalnog treninga s promjenom smjera ima veće učinke na parametre aerobne, anaerobne i motoričke sposobnosti u odnosu na visoko intenzivni intervalni trening bez promjena smjera s loptom i bez lopte, dokazana je T-testom za nezavisne uzorke kao i Hipoteza 2. Metodologija dokazivanja Hipoteza 3 i 4, da postoji statistički značajna razlika između inicijalnog i finalnog stanja u aerobnim, anaerobnim i motoričkim sposobnostima nogometašica između eksperimentalnih grupa (HIIT) i (COD), dokazana je s finalnim mjerenjem analizom varijance (ANOVA).

Za utvrđivanje veličine učinka dobivene analizom varijance za ponovljena mjerenja, koristio se parcijalna kvadrirana eta vrijednost (η^2). Ona se koristi kao mjera kvantifikacije proporcije u varijanci kod zavisne varijable (grupa), koja se može objasniti nezavisnom varijablom (motoričke i funkcionalne sposobnosti), te se najčešće interpretira na sljedeći način: i) 0.01 – mali učinak, ii) 0.06 – srednji učinak, te iii) 0.14 – veliki učinak.

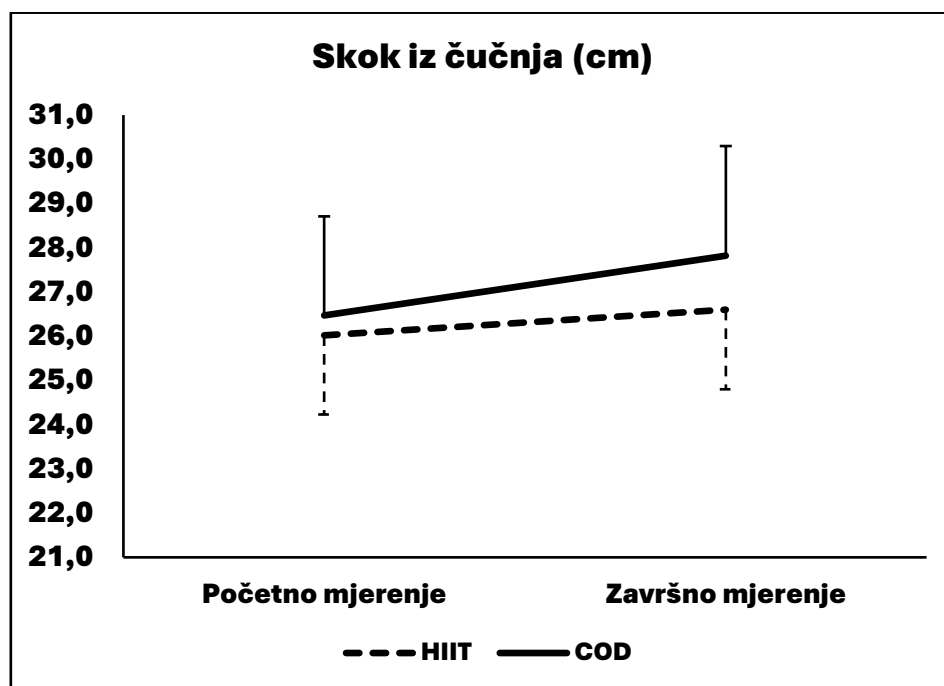
4. REZULTATI

Učinci visoko intenzivnog intervalnog treninga s okretima i visoko intenzivnog intervalnog trening bez okreta na parametre aerobne, anaerobne i motoričke sposobnosti s loptom i bez lopte

4.1. Motoričke sposobnosti eksplozivne snage tipa skočnosti (skok iz čučnja)

Grafički prikaz promjena u vrijednostima u skoku iz čučnja kod HIIT i COD grupe se nalaze u prikazu 1.

Prikaz 1. Promjene u skoku iz čučnja kod HIIT i COD grupa



Tablica 1. Anova za ponovljena mjerenja između HIIT i COD grupa s obzirom na početno i završno mjerenje skoka iz čučnja (cm)

Grupe	Početno mjerenje	Završno mjerenje	Δ (%)	Glavni učinci; p (η^2)	
	AS $\pm$ SD	AS $\pm$ SD		Vrijeme	Vrijeme x grupa
HIIT	26.02 $\pm$ 1.79	26.60 $\pm$ 1.80	2.23%	< 0.001 (0.53)	0.002 (0.16)
COD	26.47 $\pm$ 2.24	27.82 $\pm$ 2.48	5.10%		

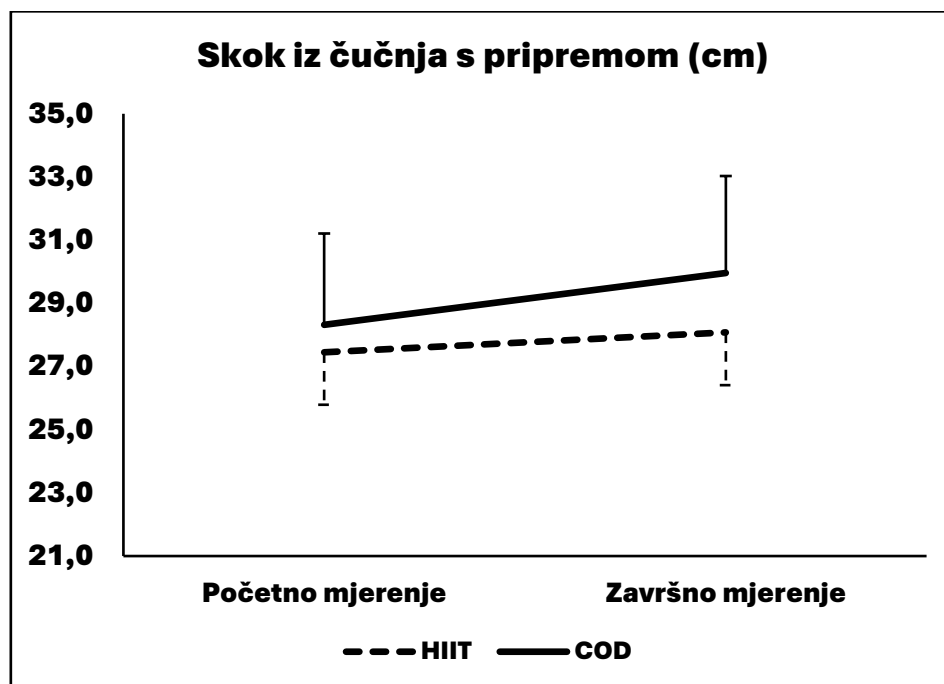
$p < 0.05$

Analiza varijance za ponovljena mjerenja je pokazala, kako postoje značajne vremenske promjene u vrijednostima skoka iz čučnja, gdje su nogometašice ostvarile značajno više rezultate u završnom mjerenju (27.21 ± 2.23 cm) nasuprot početnog mjerenja (26.25 ± 2.02 cm). Također se pokazalo, kako postoje značajni glavni učinci u interakciji ‘vremena i grupe’, gdje je COD grupa ostvarila značajno veće vremenske pomake nakon intervencije u trajanju od 4 tjedna, dok su promjene u HIIT grupi u vrijednostima skoka iz čučnja bile značajno manje (tablica 1). Kada se sagledaju veličine učinka mjerene parcijalnom kvadranom eta vrijednošću (η^2), učinak intervencije se u interakciji ‘vremena i grupe’ može opisati kao *veliki*.

4.2. Motoričke sposobnosti eksplozivne snage tipa skočnosti (skok iz čučnja s pripremom)

Grafički prikaz promjena u vrijednostima u skoku iz čučnja s pripremom kod HIIT i COD grupe se nalaze u prikazu 2.

Prikaz 2. Promjene u skoku iz čučnja s pripremom kod HIIT i COD grupa



Tablica 2. Anova za ponovljena mjerenja između HIIT i COD grupa s obzirom na početno i završno mjerenje skoka iz čučnja s pripremom (cm)

Grupe	Početno mjerenje	Završno mjerenje	Δ (%)	Glavni učinci; p (η^2)	
	AS $\pm$ SD	AS $\pm$ SD		Vrijeme	Vrijeme x grupa
HIIT	27.45 $\pm$ 2.06	28.08 $\pm$ 1.67	2.39%	< 0.001 (0.63)	< 0.001 (0.25)
COD	28.32 $\pm$ 2.89	29.96 $\pm$ 3.07	5.79%		

$p < 0.05$

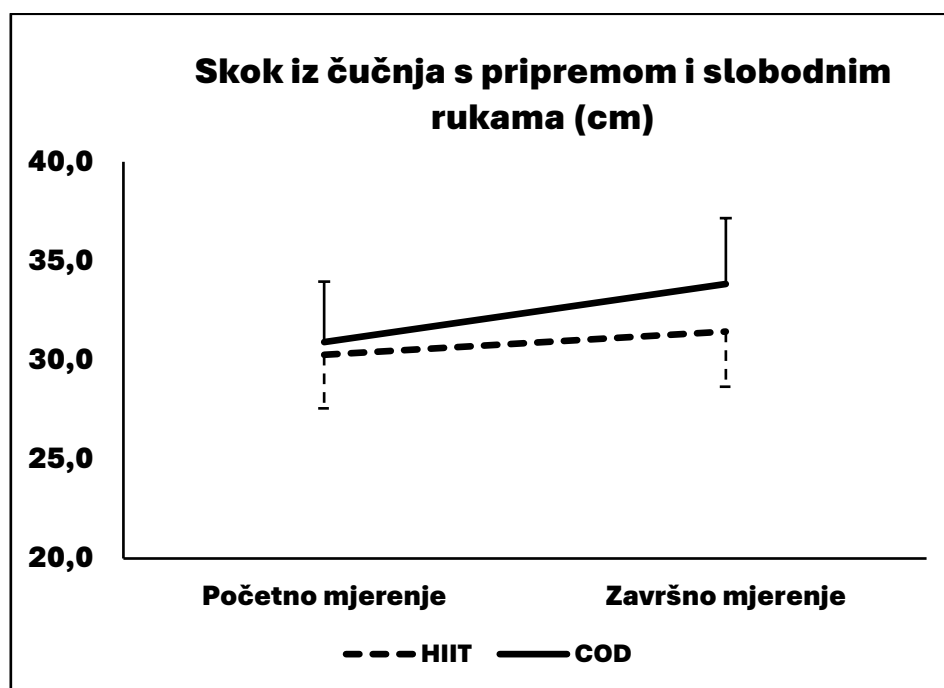
S obzirom na značajne vremenske promjene, analiza varijance za ponovljena mjerenja je pokazala, kako su nogometašice ostvarile značajno više rezultate u završnom mjerenju (29.02 ± 2.63 cm) nasuprot početnog mjerenja (27.88 ± 2.38 cm). Značajni glavni učinci dobiveni su u interakciji 'vremena i grupe', gdje je COD grupa ostvarila značajno veće vremenske pomake nakon intervencije u trajanju od 4 tjedna, dok su promjene u HIIT grupi u vrijednostima skoka

iz čučnja s pripremom bile značajno manje (tablica 2). Kada se sagledaju veličine učinka (η^2), učinak intervencije se u interakciji ‘vremena i grupe’ može opisati kao *veliki*.

4.3. Motoričke sposobnosti eksplozivne snage tipa skočnosti (skok iz čučnja s pripremom i slobodnim rukama)

Grafički prikaz promjena u vrijednostima u skoku iz čučnja s pripremom i slobodnim rukama kod HIIT i COD grupe se nalaze u prikazu 3.

Prikaz 3. Promjene u skoku iz čučnja s pripremom i slobodnim rukama kod HIIT i COD grupa



Tablica 3. Anova za ponovljena mjerenja između HIIT i COD grupa s obzirom na početno i završno mjerenje skoka iz čučnja s pripremom i slobodnim rukama (cm)

Grupe	Početno mjerenje	Završno mjerenje	Δ (%)	Glavni učinci; p (ηp^2)	
	AS $\pm$ SD	AS $\pm$ SD		Vrijeme	Vrijeme x grupa
HIIT	30.27 $\pm$ 2.70	31.44 $\pm$ 2.78	3.87%	< 0.001 (0.63)	< 0.001 (0.24)
COD	30.91 $\pm$ 3.05	33.84 $\pm$ 3.32	9.48%		

$p < 0.05$

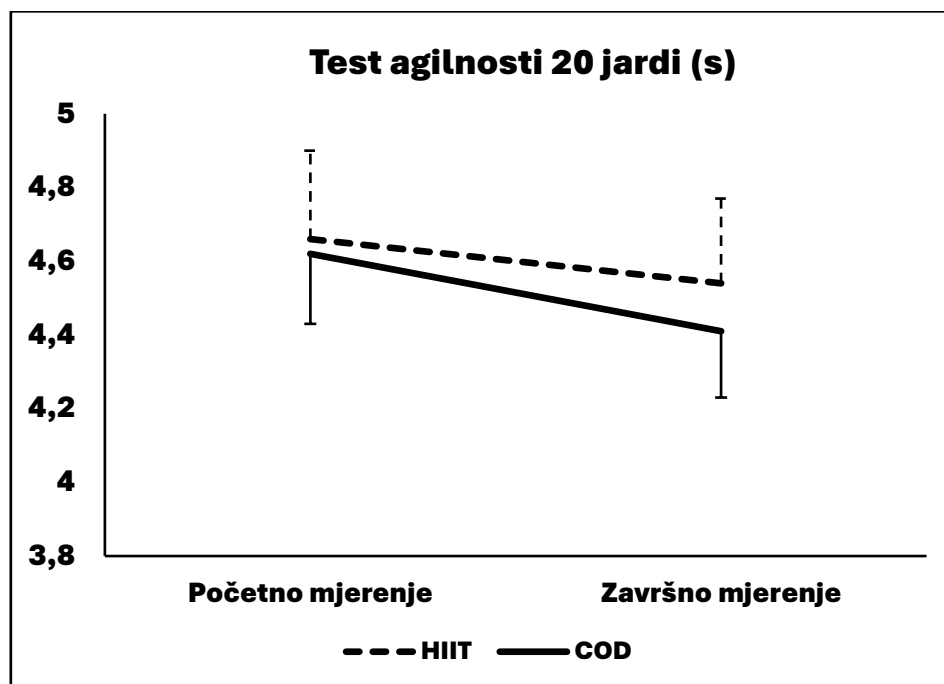
Analiza varijance za ponovljena mjerenja je utvrdila značajne promjene u vremenu između početnog i završnog mjerenja, gdje su nogometašice ostvarile značajno više rezultate u završnom (32.64 ± 3.27 cm) nasuprot početnog mjerenja (30.59 ± 2.87 cm). Interakcija 'vremena i grupe' se pokazala značajna, gdje je COD grupa ostvarila značajno veće vremenske

pomake nakon intervencije u trajanju od 4 tjedna, dok su promjene u HIIT grupi u vrijednostima skoka iz čučnja s pripremom i slobodnim rukama bile značajno manje (tablica 3). Kada se sagledaju veličine učinka (η^2), učinak intervencije se u interakciji ‘vremena i grupe’ može opisati kao *veliki*.

4.4. Motoričke sposobnosti za procjenu agilnosti bez lopte (20 jardi – test)

Grafički prikaz promjena u vrijednostima u testu agilnosti 20 jardi kod HIIT i COD grupe se nalaze u prikazu 4.

Prikaz 4. Promjene u testu agilnosti 20 jardi kod HIIT i COD grupa



Tablica 4. Anova za ponovljena mjerenja između HIIT i COD grupa s obzirom na početno i završno mjerenje testa agilnosti 20 jardi (s)

Grupe	Početno mjerenje	Završno mjerenje	Δ (%)	Glavni učinci; p (η^2)	
	AS $\pm$ SD	AS $\pm$ SD		Vrijeme	Vrijeme x grupa
HIIT	4.66 $\pm$ 0.24	4.54 $\pm$ 0.23	-2.58%	< 0.001 (0.87)	< 0.001 (0.31)
COD	4.62 $\pm$ 0.19	4.41 $\pm$ 0.18	-4.55%		

$p < 0.05$

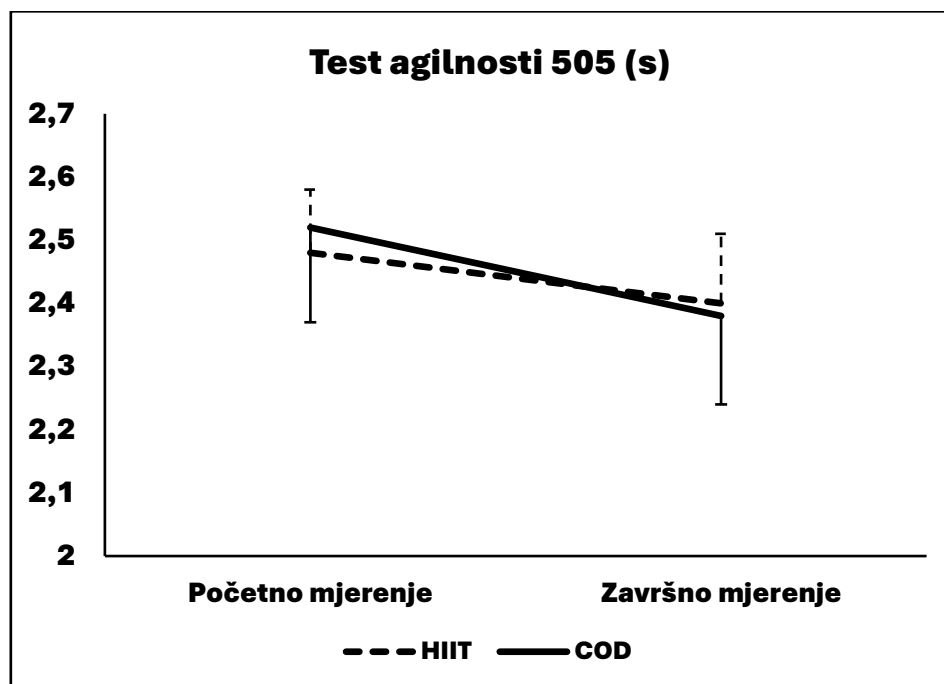
Rezultati su pokazali, kako postoje značajne vremenske promjene i poboljšanja vrijednosti u testu za procjenu agilnosti 20 jardi u završnom ($.48 \pm 0.22$ s) nasuprot početnog vremena (4.64 ± 0.21 s). Značajni glavni učinci u interakciji ‘vremena i grupe’ su pokazali, kako je COD grupa ostvarila značajno veće vremenske pomake nakon intervencije u trajanju od 4 tjedna, dok su promjene u HIIT grupi u vrijednostima testa agilnosti 20 jardi bile značajno manje (tablica 4).

Kada se sagledaju veličine učinka (η^2), učinak intervencije se u interakciji 'vremena i grupe' može opisati kao *veliki*.

4.5. Motoričke sposobnosti za procjenu agilnosti bez lopte (test 505)

Grafički prikaz promjena u vrijednostima u testu agilnosti 505 kod HIIT i COD grupe se nalaze u prikazu 5.

Prikaz 5. Promjene u testu agilnosti 505 kod HIIT i COD grupa



Tablica 5. Anova za ponovljena mjerenja između HIIT i COD grupa s obzirom na početno i završno mjerenje testa agilnosti 505 (s)

Grupe	Početno mjerenje	Završno mjerenje	Δ (%)	Glavni učinci; p (η^2)	
	AS $\pm$ SD	AS $\pm$ SD		Vrijeme	Vrijeme x grupa
HIIT	2.48 $\pm$ 0.10	2.40 $\pm$ 0.11	-3.23%	< 0.001 (0.84)	< 0.001 (0.31)
COD	2.52 $\pm$ 0.15	2.38 $\pm$ 0.14	-5.56%		

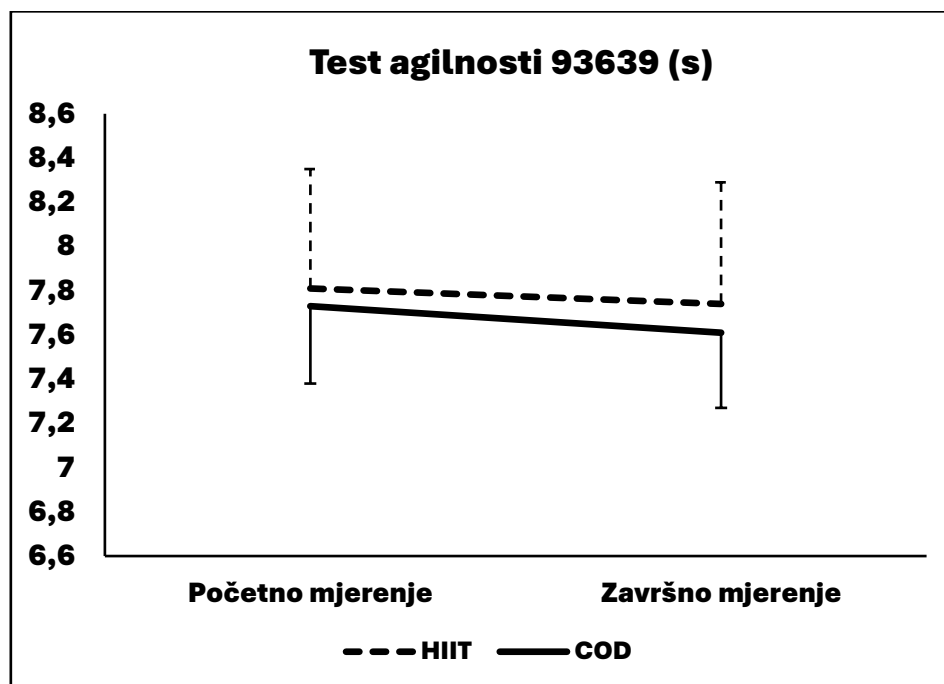
$p < 0.05$

Analiza varijance za ponovljena mjerenja je utvrdila značajne vremenske promjene u vrijednostima testa agilnosti 505, u završnom mjerenju (2.39 ± 0.12 s) nasuprot početnog mjerenja (2.50 ± 0.13 s). Interakcijski učinak 'vremena i grupe' je pokazao, kako je COD grupa ostvarila značajno veće vremenske pomake nakon intervencije u trajanju od 4 tjedna, dok su promjene u HIIT grupi u vrijednostima testa agilnosti 505 bile značajno manje (tablica 5). Kada se sagledaju veličine učinka (η^2), učinak intervencije se u interakciji 'vremena i grupe' može opisati kao *veliki*.

4.6. Motoričke sposobnosti za procjenu agilnosti bez lopte (test 93639)

Grafički prikaz promjena u vrijednostima u testu agilnosti 93639 kod HIIT i COD grupe se nalaze u prikazu 6.

Prikaz 6. Promjene u testu agilnosti 93639 kod HIIT i COD grupa



Tablica 6. Anova za ponovljena mjerenja između HIIT i COD grupa s obzirom na početno i završno mjerenje testa agilnosti 93639 (s)

Grupe	Početno mjerenje	Završno mjerenje	Δ (%)	Glavni učinci; p (η^2)	
	AS $\pm$ SD	AS $\pm$ SD		Vrijeme	Vrijeme x grupa
HIIT	7.81 $\pm$ 0.54	7.74 $\pm$ 0.55	-3.23%	< 0.001 (0.86)	< 0.001 (0.35)
COD	7.73 $\pm$ 0.35	7.61 $\pm$ 0.34	-5.56%		

$p < 0.05$

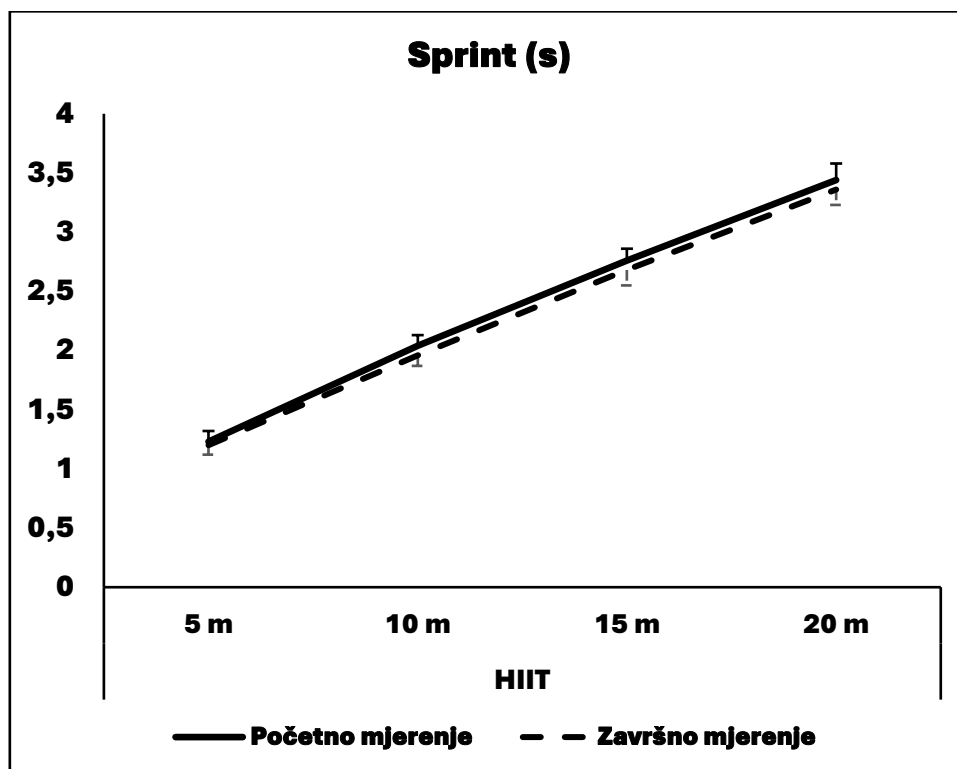
Analiza varijance za ponovljena mjerenja je pokazala, kako postoje značajne vremenske promjene u vrijednostima testa agilnosti 93639, gdje su nogometašice ostvarile značajno bolje rezultate u završnom mjerenju (7.68 ± 0.46 s) nasuprot početnog mjerenja (7.77 ± 0.45 s). Također se pokazalo, kako postoje značajni glavni učinci u interakciji 'vremena i grupe', gdje je COD grupa ostvarila značajno veće vremenske pomake nakon intervencije u trajanju od 4 tjedna, dok su promjene u HIIT grupi u vrijednostima testa agilnosti 93639 bile značajno manje

(tablica 6). Kada se sagledaju veličine učinka (η^2), učinak intervencije se u interakciji ‘vremena i grupe’ može opisati kao *veliki*.

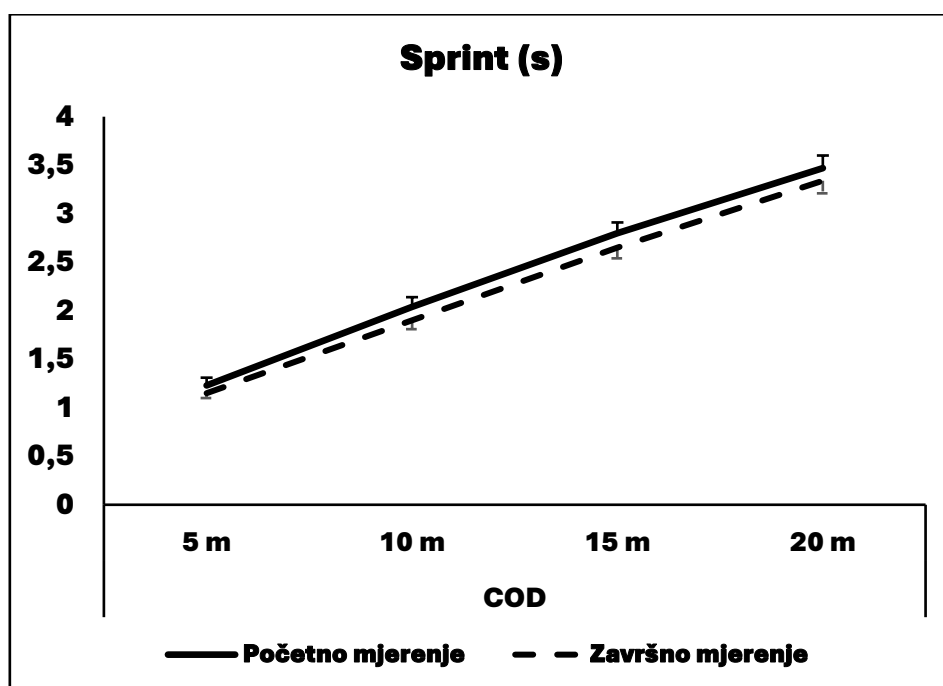
4.7. Motoričke sposobnosti za procjenu startne brzine bez lopte (sprint na 5, 10, 15 i 20 m)

Grafički prikaz promjena u vrijednostima u testu sprinta na 5, 10, 15 i 20 m kod HIIT grupe se nalaze u prikazu 7.

Prikaz 7. Promjene u testu sprinta na 5, 10, 15 i 20 m kod HIIT grupe



Grafički prikaz promjena u vrijednostima u testu sprinta na 5, 10, 15 i 20 m kod COD grupe se nalaze u prikazu 8.

Prikaz 8. Promjene u testu sprinta na 5, 10, 15 i 20 m kod COD grupe**Tablica 7.** Anova za ponovljena mjerenja između HIIT i COD grupa s obzirom na početno i završno mjerenje testa sprinta na 5, 10, 15 i 20 m (s)

Grupe	Početno mjerenje	Završno mjerenje	Δ (%)	Glavni učinci; p (η^2)	
Sprint 5 m	AS $\pm$ SD	AS $\pm$ SD		Vrijeme	Vrijeme x grupa
HIIT	1.23 $\pm$ 0.09	1.20 $\pm$ 0.08	-2.44%	< 0.001 (0.42)	< 0.001 (0.18)
COD	1.23 $\pm$ 0.08	1.15 $\pm$ 0.05	-6.50%		
Sprint 10 m					
HIIT	2.04 $\pm$ 0.09	1.96 $\pm$ 0.09	-3.92%	< 0.001 (0.68)	0.002 (0.15)
COD	2.04 $\pm$ 0.10	1.90 $\pm$ 0.09	-6.86%		
Sprint 15 m					
HIIT	2.76 $\pm$ 0.10	2.68 $\pm$ 0.13	-2.90%	< 0.001 (0.66)	0.003 (0.15)
COD	2.80 $\pm$ 0.11	2.65 $\pm$ 0.11	-5.36%		
Sprint 20 m					
HIIT	3.44 $\pm$ 0.14	3.36 $\pm$ 0.13	-2.33%	< 0.001 (0.77)	0.002 (0.16)
COD	3.47 $\pm$ 0.13	3.34 $\pm$ 0.13	-3.75%		

$p < 0.05$

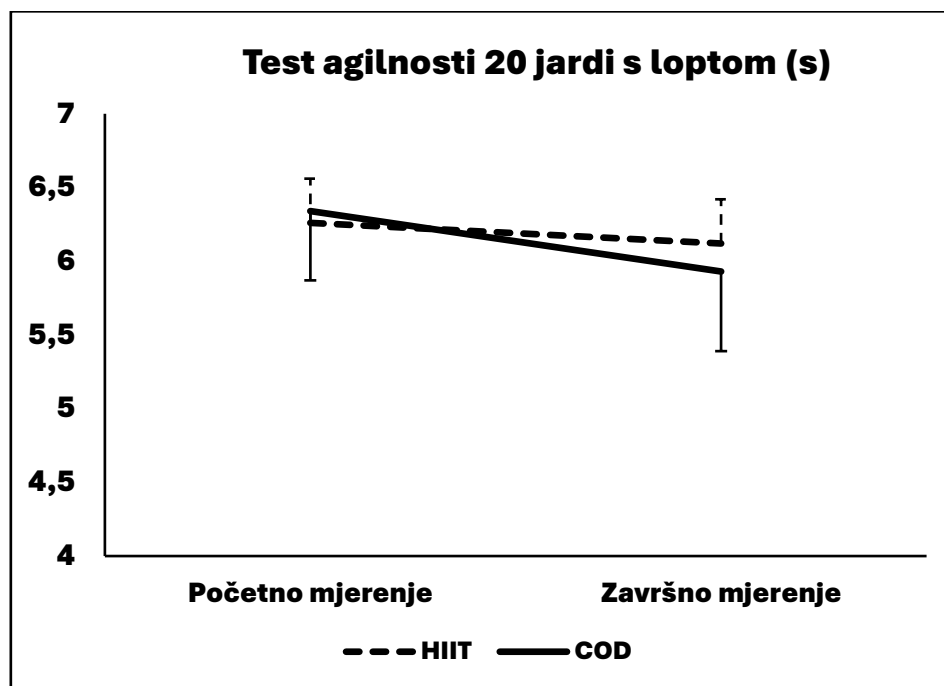
Faktor vremena je pokazao , kako postoje značajne promjene u vrijednostima testa sprinta na 5, 10, 15 i 20 m, gdje su nogometašice ostvarile značajno bolje rezultate u završnom mjerenju (5 m = 1.18 $\pm$ 0.07 s; 10 m = 1.93 $\pm$ 0.09 s; 15 m = 2.66 $\pm$ 0.12 s; 20 m = 3.35 $\pm$ 0.13 s) nasuprot početnog mjerenja (5 m = 1.23 $\pm$ 0.08 s; 10 m = 2.04 $\pm$ 0.10 s; 15 m = 2.78 $\pm$ 0.11 s; 20 m =

3.45 ± 0.14 s). Interakcijski učinak ‘vremena i grupe’ je pokazao, gdje je COD grupa ostvarila značajno veće vremenske pomake nakon intervencije u trajanju od 4 tjedna u svim testovima sprinta, dok su promjene u HIIT grupi u vrijednostima testa sprinta na 5, 10, 15 i 20 m bile značajno manje (tablica 7). Kada se sagledaju veličine učinka (η^2), učinak intervencije se u interakciji ‘vremena i grupe’ može opisati kao *veliki*.

4.8. Motoričke sposobnosti za procjenu agilnosti s loptom (20 jardi test)

Grafički prikaz promjena u vrijednostima u testu agilnosti 20 jardi s loptom kod HIIT i COD grupe se nalaze u prikazu 9.

Prikaz 9. Promjene u testu agilnosti 20 jardi s loptom kod HIIT i COD grupa



Tablica 8. Anova za ponovljena mjerenja između HIIT i COD grupa s obzirom na početno i završno mjerenje testa agilnosti 20 jardi s loptom (s)

Grupe	Početno mjerenje	Završno mjerenje	Δ (%)	Glavni učinci; p (η^2)	
	AS $\pm$ SD	AS $\pm$ SD		Vrijeme	Vrijeme x grupa
HIIT	6.26 $\pm$ 0.30	6.12 $\pm$ 0.30	-2.24%	< 0.001 (0.42)	0.002 (0.15)
COD	6.34 $\pm$ 0.47	5.93 $\pm$ 0.54	-6.47%		

$p < 0.05$

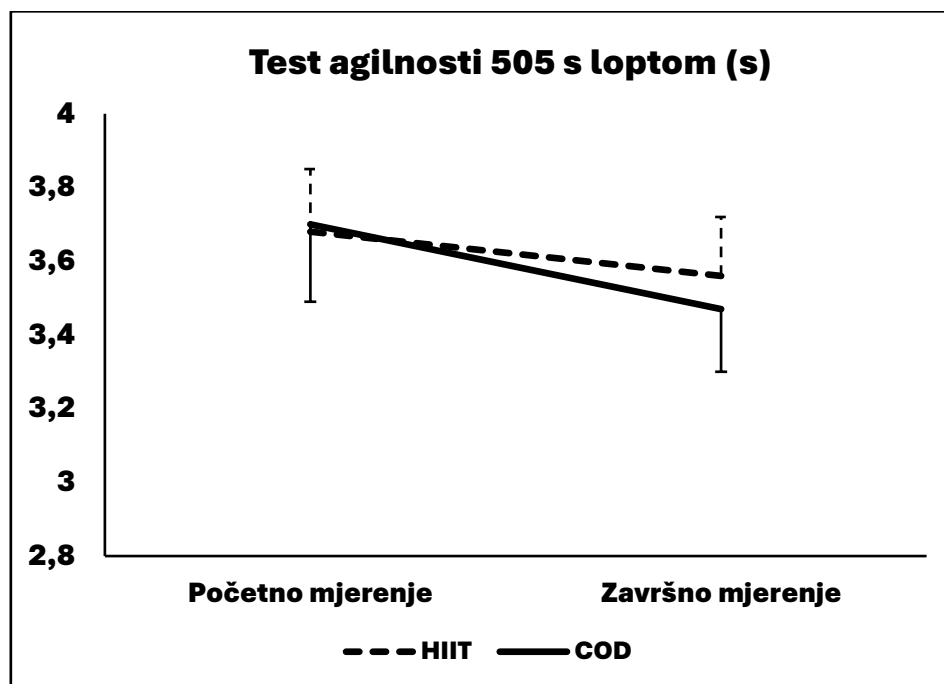
Analiza varijance za ponovljena mjerenja je utvrdila značajne promjene u vremenu između početnog i završnog mjerenja, gdje su nogometašice ostvarile značajno bolje rezultate u završnom (6.02 ± 0.44 s) nasuprot početnog mjerenja (6.30 ± 0.39 s). Značajni glavni učinci u interakciji 'vremena i grupe' su pokazali, kako je COD grupa ostvarila značajno veće vremenske pomake nakon intervencije u trajanju od 4 tjedna, dok su promjene u HIIT grupi u vrijednostima testa agilnosti 20 jardi s loptom bile značajno manje (tablica 8). Kada se sagledaju

veličine učinka (ηp^2), učinak intervencije se u interakciji 'vremena i grupe' može opisati kao *veliki*.

4.9. Motoričke sposobnosti za procjenu agilnosti s loptom (test 505)

Grafički prikaz promjena u vrijednostima u testu agilnosti 505 s loptom kod HIIT i COD grupe se nalaze u prikazu 10.

Prikaz 10. Promjene u testu agilnosti 505 s loptom kod HIIT i COD grupa



Tablica 9. Anova za ponovljena mjerenja između HIIT i COD grupa s obzirom na početno i završno mjerenje testa agilnosti 505 s loptom (s)

Grupe	Početno mjerenje	Završno mjerenje	Δ (%)	Glavni učinci; p (η^2)	
	AS $\pm$ SD	AS $\pm$ SD		Vrijeme	Vrijeme x grupa
HIIT	3.68 $\pm$ 0.17	3.56 $\pm$ 0.16	-3.26%	< 0.001 (0.77)	0.002 (0.26)
COD	3.70 $\pm$ 0.21	3.47 $\pm$ 0.17	-6.22%		

$p < 0.05$

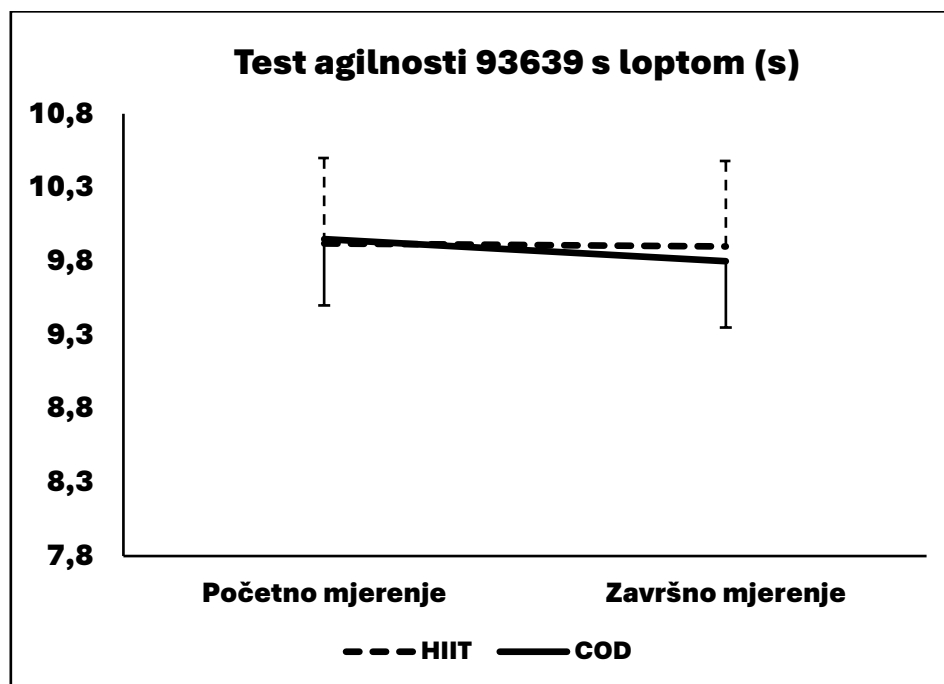
S obzirom na značajne vremenske promjene, analiza varijance za ponovljena mjerenja je pokazala, kako su nogometašice ostvarile značajno bolje rezultate u završnom mjerenju (3.52 ± 0.17 s) nasuprot početnog mjerenja (3.69 ± 0.19 s). Značajni glavni učinci u interakciji ‘vremena i grupe’ su pokazali, kako je COD grupa ostvarila značajno veće vremenske pomake nakon intervencije u trajanju od 4 tjedna, dok su promjene u HIIT grupi u vrijednostima testa

agilnosti 505 s loptom bile značajno manje (tablica 9). Kada se sagledaju veličine učinka (η^2), učinak intervencije se u interakciji ‘vremena i grupe’ može opisati kao *veliki*.

4.10. Motoričke sposobnosti za procjenu agilnosti s loptom (test 93639)

Grafički prikaz promjena u vrijednostima u testu agilnosti 93639 s loptom kod HIIT i COD grupe se nalaze u prikazu 11.

Prikaz 11. Promjene u testu agilnosti 93639 s loptom kod HIIT i COD grupa



Tablica 10. Anova za ponovljena mjerenja između HIIT i COD grupa s obzirom na početno i završno mjerenje testa agilnosti 93639 s loptom (s)

Grupe	Početno mjerenje	Završno mjerenje	Δ (%)	Glavni učinci; p (η^2)	
	AS $\pm$ SD	AS $\pm$ SD		Vrijeme	Vrijeme x grupa
HIIT	9.92 $\pm$ 0.58	9.90 $\pm$ 0.58	-0.20%	< 0.001 (0.29)	0.002 (0.20)
COD	9.95 $\pm$ 0.45	9.80 $\pm$ 0.45	-1.51%		

$p < 0.05$

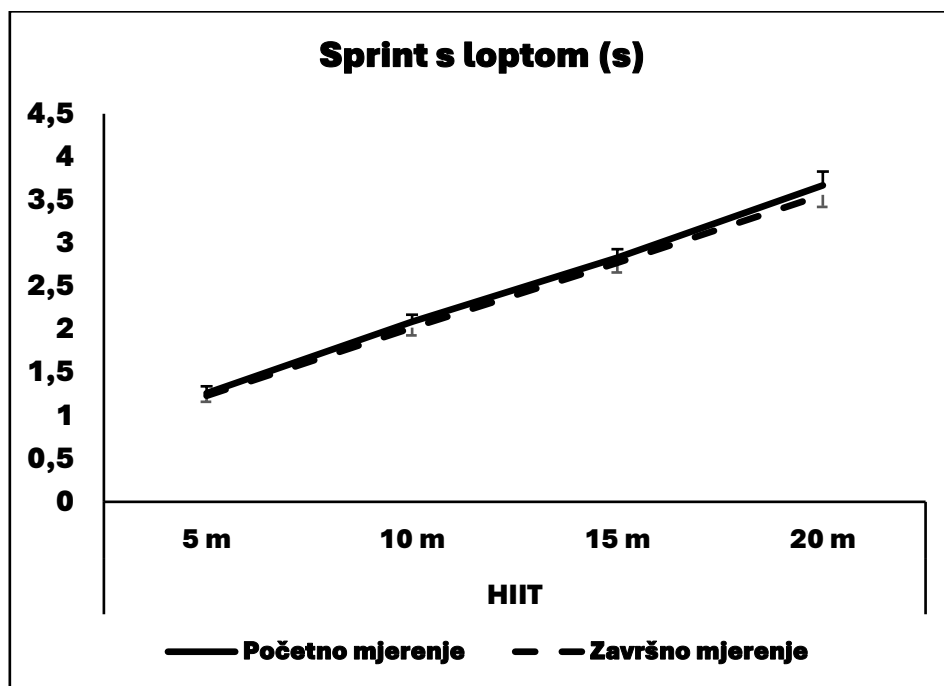
S obzirom na značajne vremenske promjene, analiza varijance za ponovljena mjerenja je pokazala, kako su nogometašice ostvarile značajno brže rezultate u završnom mjerenju (9.85 ± 0.52 s) nasuprot početnog mjerenja (9.93 ± 0.51 s). Značajni glavni učinci u interakciji 'vremena i grupe' su utvrdili kako je COD grupa ostvarila značajno veće vremenske pomake nakon intervencije u trajanju od 4 tjedna, dok su promjene u HIIT grupi u vrijednostima testa

agilnosti 93639 s loptom bile značajno manje (tablica 10). Kada se sagledaju veličine učinka (η^2), učinak intervencije se u interakciji ‘vremena i grupe’ može opisati kao *veliki*.

4.11. Motoričke sposobnosti za procjenu startne brzine s loptom (sprint na 5, 10, 15 i 20 m)

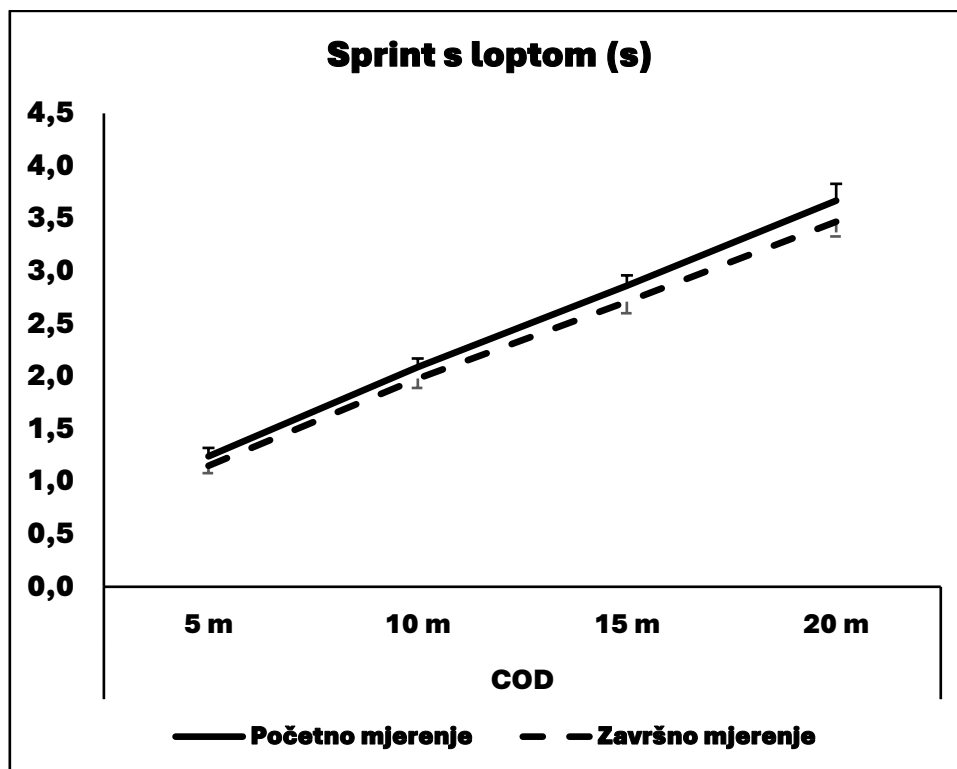
Grafički prikaz promjena u vrijednostima u testu sprinta na 5, 10, 15 i 20 m s loptom kod HIIT grupe se nalaze u prikazu 12.

Prikaz 12. Promjene u testu sprinta na 5, 10, 15 i 20 m s loptom kod HIIT grupe



Grafički prikaz promjena u vrijednostima u testu sprinta na 5, 10, 15 i 20 m s loptom kod COD grupe se nalaze u prikazu 13.

Prikaz 13. Promjene u testu sprinta na 5, 10, 15 i 20 m s loptom kod COD grupe



Tablica 11. Anova za ponovljena mjerenja između HIIT i COD grupa s obzirom na početno i završno mjerenje testa sprinta na 5, 10, 15 i 20 m s loptom (s)

Grupe	Početno mjerenje	Završno mjerenje	Δ (%)	Glavni učinci; p (η^2)	
				Vrijeme	Vrijeme x grupa
Sprint 5 m	AS $\pm$ SD	AS $\pm$ SD			
HIIT	1.26 $\pm$ 0.06	1.23 $\pm$ 0.07	-2.38%	< 0.001 (0.58)	< 0.001 (0.24)
COD	1.24 $\pm$ 0.08	1.15 $\pm$ 0.07	-7.26%		
Sprint 10 m					
HIIT	2.09 $\pm$ 0.11	2.02 $\pm$ 0.11	-3.35%	< 0.001 (0.71)	0.006 (0.12)
COD	2.09 $\pm$ 0.08	1.98 $\pm$ 0.09	-5.26%		
Sprint 15 m					
HIIT	2.83 $\pm$ 0.13	2.77 $\pm$ 0.14	-2.12%	< 0.001 (0.58)	< 0.001 (0.17)
COD	2.86 $\pm$ 0.10	2.71 $\pm$ 0.11	-5.24%		
Sprint 20 m					
HIIT	3.67 $\pm$ 0.19	3.56 $\pm$ 0.18	-3.00%	< 0.001 (0.82)	< 0.001 (0.31)
COD	3.67 $\pm$ 0.16	3.47 $\pm$ 0.14	-5.45%		

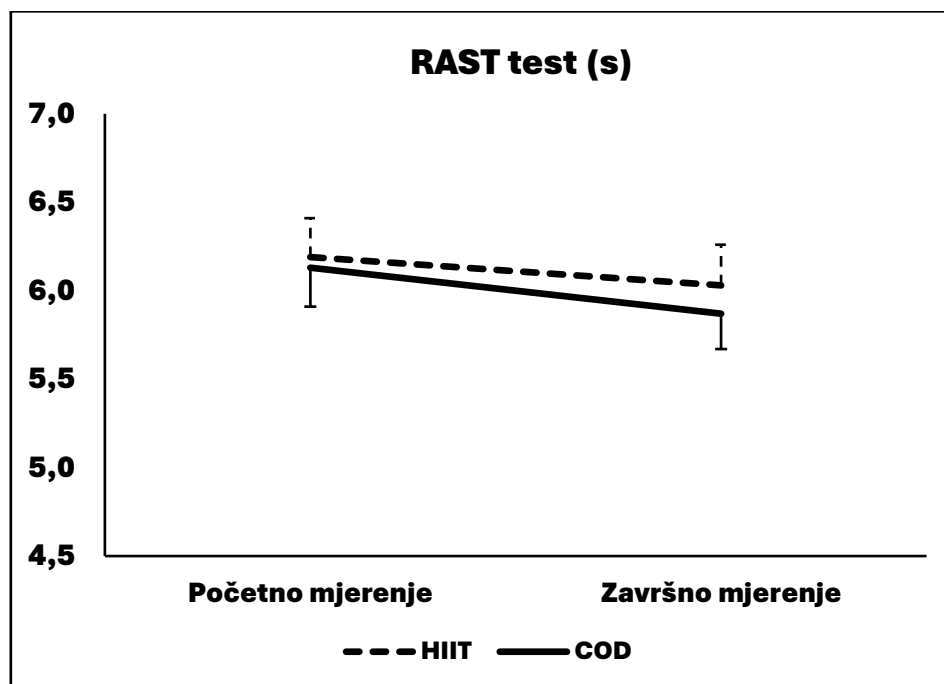
$p < 0.05$

Značajne vremenske promjene su dobivene u vrijednostima testa sprinta na 5, 10, 15 i 20 m s loptom, gdje su nogometašice ostvarile značajno brže rezultate u završnom mjerenju (5 m = 1.19 ± 0.08 s; 10 m = 2.00 ± 0.11 s; 15 m = 2.74 ± 0.13 s; 20 m = 3.51 ± 0.17 s) nasuprot početnog mjerenja (5 m = 1.25 ± 0.07 s; 10 m = 2.09 ± 0.10 s; 15 m = 2.85 ± 0.12 s; 20 m = 3.67 ± 0.17 s). Interakcijski učinak ‘vremena i grupe’ je pokazao, kako je COD grupa ostvarila značajno veće vremenske pomake nakon intervencije u trajanju od 4 tjedna u svim metrima sprinta, dok su promjene u HIIT grupi u vrijednostima testa sprinta na 5, 10, 15 i 20 m s loptom bile značajno manje (tablica 11). Kada se sagledaju veličine učinka (η^2), učinak intervencije se u interakciji ‘vremena i grupe’ može opisati kao *veliki*.

4.12. Testovi za procjenu anaerobnih sposobnosti (RAST test)

Grafički prikaz promjena u vrijednostima u RAST testu kod HIIT i COD grupa se nalaze u prikazu 14.

Prikaz 14. Promjene u RAST testu kod HIIT i COD grupa



Tablica 12. Anova za ponovljena mjerenja između HIIT i COD grupa s obzirom na početno i završno mjerenje RAST testa (s)

Grupe	Početno mjerenje	Završno mjerenje	Δ (%)	Glavni učinci; p (η^2)	
	AS $\pm$ SD	AS $\pm$ SD		Vrijeme	Vrijeme x grupa
HIIT	6.19 $\pm$ 0.22	6.03 $\pm$ 0.23	-2.58%	< 0.001 (0.82)	< 0.001 (0.21)
COD	6.13 $\pm$ 0.22	5.87 $\pm$ 0.20	-4.24%		

$p < 0.05$

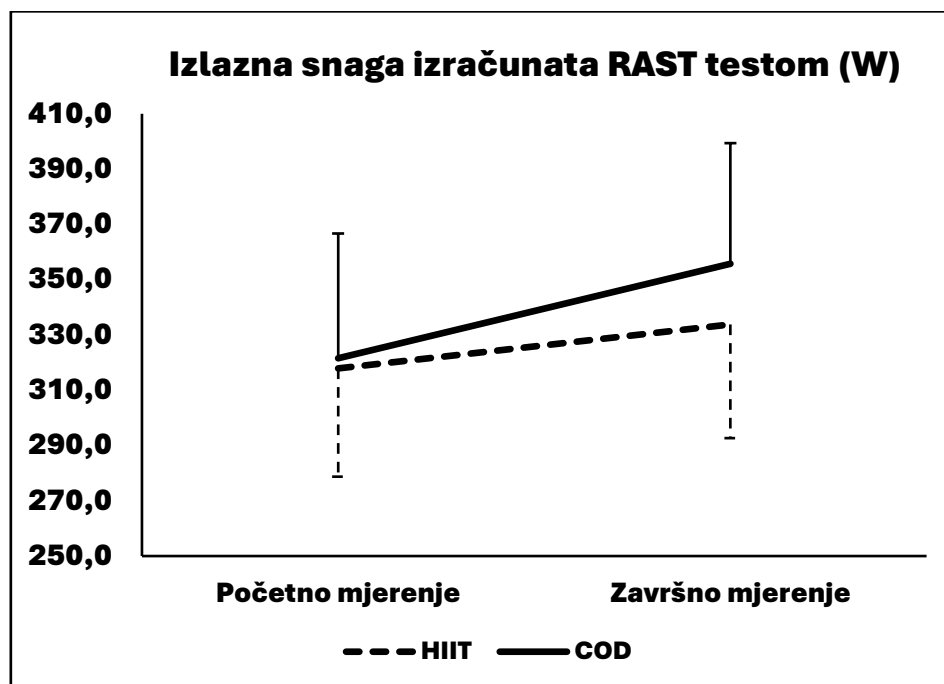
Analiza varijance za ponovljena mjerenja je pokazala, kako postoje značajne vremenske promjene u vrijednostima RAST testa, gdje su nogometašice ostvarile značajno brže rezultate u završnom mjerenju (5.95 ± 0.23 s) nasuprot početnog mjerenja (6.16 ± 0.22 s). Također se pokazalo, kako postoje značajni glavni učinci u interakciji ‘vremena i grupe’, gdje je COD grupa ostvarila značajno veće vremenske pomake nakon intervencije u trajanju od 4 tjedna, dok

su promjene u HIIT grupi u vrijednostima RAST testa bile značajno manje (tablica 12). Kada se sagledaju veličine učinka (η^2), učinak intervencije se u interakciji ‘vremena i grupe’ može opisati kao *veliki*.

4.13. Testovi za procjenu anaerobnih sposobnosti (izlazna snaga izračunata RAST testom)

Grafički prikaz promjena u vrijednostima u izlaznoj snazi izračunate RAST testom kod HIIT i COD grupa se nalaze u prikazu 15.

Prikaz 15. Promjene u izlaznoj snazi izračunate RAST testom kod HIIT i COD grupa



Tablica 13. Anova za ponovljena mjerenja između HIIT i COD grupa s obzirom na početno i završno mjerenje izlazne snage izračunate RAST testom (W)

Grupe	Početno mjerenje	Završno mjerenje	Δ (%)	Glavni učinci; p (η^2)	
	AS $\pm$ SD	AS $\pm$ SD		Vrijeme	Vrijeme x grupa
HIIT	317.89 $\pm$ 39.17	333.79 $\pm$ 41.13	5.00%	< 0.001 (0.72)	< 0.001 (0.26)
COD	321.55 $\pm$ 45.14	355.74 $\pm$ 43.64	10.63%		

$p < 0.05$

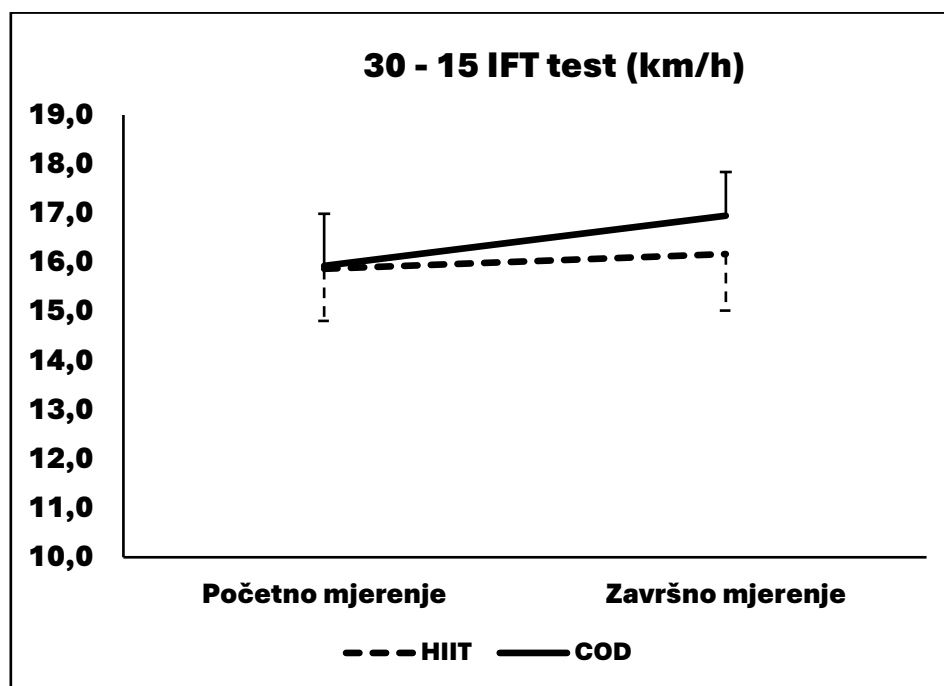
Faktor vremena u vrijednostima izlazne snage izračunate RAST testom se pokazao značajan, gdje su nogometašice ostvarile značajno veće vrijednosti u završnom mjerenju (344.76 ± 43.47 W) nasuprot početnog mjerenja (319.72 ± 41.94 W). U interakciji ‘vremena i grupe’ je COD grupa ostvarila značajno veće vremenske pomake nakon intervencije u trajanju od 4 tjedna, dok su promjene u HIIT grupi u vrijednostima izlazne snage izračunate RAST testom bile značajno

manje (tablica 13). Kada se sagledaju veličine učinka (η^2), učinak intervencije se u interakciji ‘vremena i grupe’ može opisati kao *veliki*.

4.14. Testovi za procjenu anaerobnih sposobnosti (maksimalna ostvarena brzina trčanja - 30 – 15 IFT test)

Grafički prikaz promjena u vrijednostima u 30 – 15 IFT testa kod HIIT i COD grupa se nalaze u prikazu 16.

Prikaz 16. Promjene u 30 – 15 IFT testu kod HIIT i COD grupa



Tablica 14. Anova za ponovljena mjerenja između HIIT i COD grupa s obzirom na početno i završno mjerenje 30 – 15 IFT testa (km/h)

Grupe	Početno mjerenje	Završno mjerenje	Δ (%)	Glavni učinci; p (η^2)	
	AS $\pm$ SD	AS $\pm$ SD		Vrijeme	Vrijeme x grupa
HIIT	15.87 $\pm$ 1.06	16.17 $\pm$ 1.15	1.89%	< 0.001 (0.49)	< 0.001 (0.22)
COD	15.93 $\pm$ 1.06	16.95 $\pm$ 0.89	6.40%		

$p < 0.05$

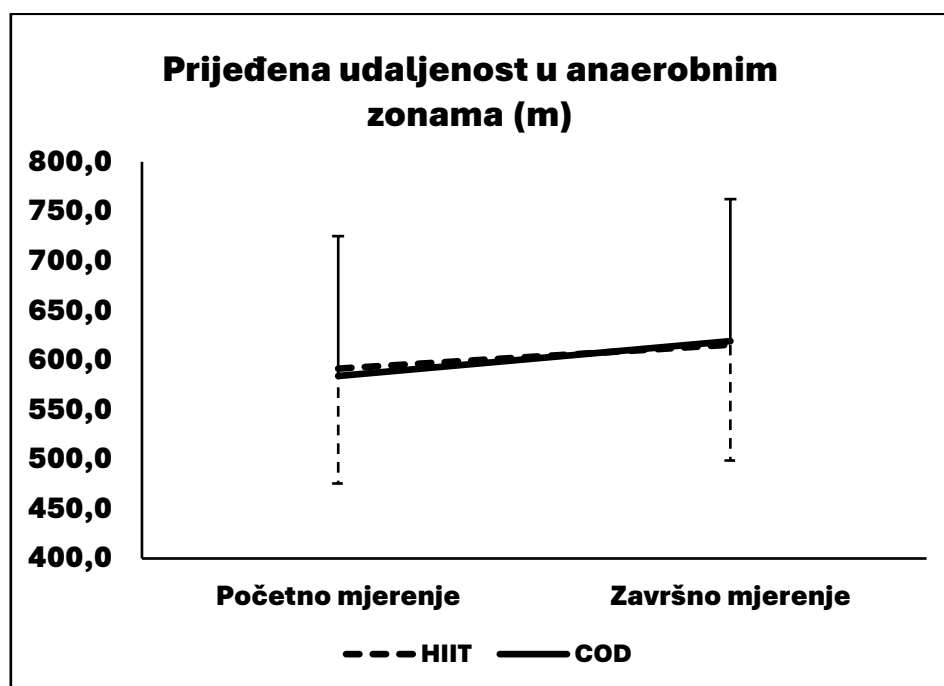
Analiza je pokazala značajne vremenske promjene u vrijednostima 30 – 15 IFT testa, gdje su nogometašice ostvarile značajno veće vrijednosti u završnom mjerenju (16.56 ± 1.09 km/h) nasuprot početnog mjerenja (15.90 ± 1.05 km/h). Kada se u obzir stavila interakcija ‘vremena i grupe’, COD grupa je ostvarila značajno veće vremenske pomake nakon intervencije u trajanju od 4 tjedna, dok su promjene u HIIT grupi u vrijednostima 30 – 15 IFT testa bile značajno

manje (tablica 14). Kada se sagledaju veličine učinka (η^2), učinak intervencije se u interakciji ‘vremena i grupe’ može opisati kao *veliki*.

4.15. Testovi za procjenu anaerobnih sposobnosti (prijeđena udaljenost u anaerobnim zonama)

Grafički prikaz promjena u vrijednostima prijeđene udaljenosti u anaerobnim zonama kod HIIT i COD grupa se nalaze u prikazu 17.

Prikaz 17. Promjene u vrijednostima prijeđene udaljenosti u anaerobnim zonama kod HIIT i COD grupa



Tablica 15. Anova za ponovljena mjerenja između HIIT i COD grupa s obzirom na početno i završno mjerenje prijeđene udaljenosti u anaerobnim zonama (m)

Grupe	Početno mjerenje	Završno mjerenje	Δ (%)	Glavni učinci; p (ηp²)	
	AS ± SD	AS ± SD		Vrijeme	Vrijeme x grupa
HIIT	591.43 ± 115.83	615.57 ± 116.81	4.08%	< 0.001 (0.78)	0.010 (0.11)
COD	584.03 ± 141.03	619.17 ± 143.19	6.02%		

$p < 0.05$

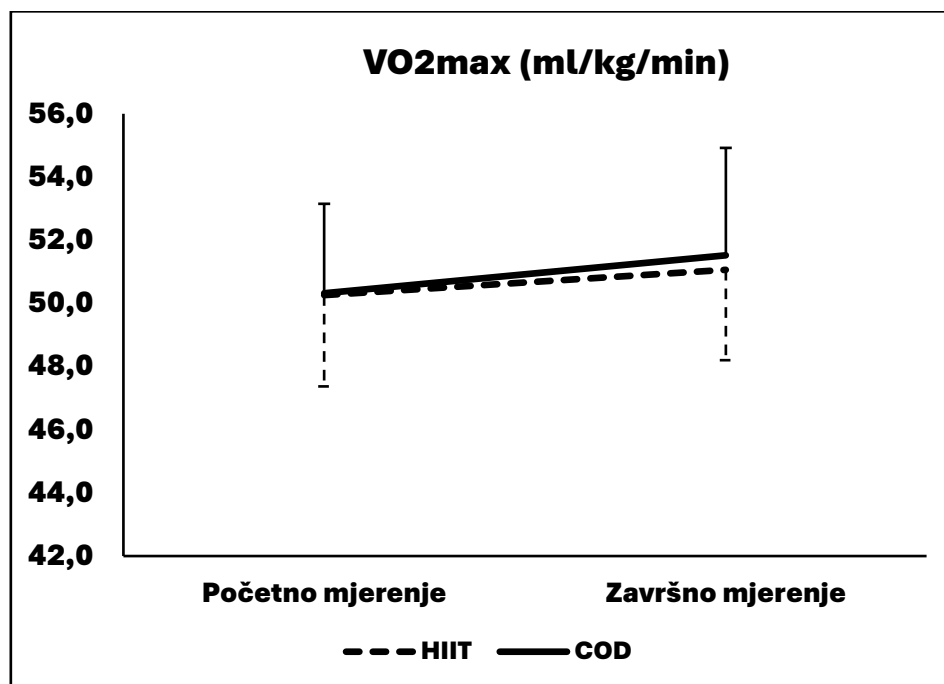
Analiza varijance za ponovljena mjerenja je pokazala, kako postoje značajne vremenske promjene u vrijednostima prijeđene udaljenosti u anaerobnim zonama, gdje su nogometašice ostvarile značajno veće vrijednosti u završnom mjerenju (617.37 ± 129.57 m) nasuprot početnog mjerenja (587.73 ± 128.00 m). Također se pokazalo, kako postoje značajni glavni

učinci u interakciji ‘vremena i grupe’, gdje je COD grupa ostvarila značajno veće vremenske pomake nakon intervencije u trajanju od 4 tjedna, dok su promjene u HIIT grupi u vrijednostima prijedene udaljenosti u anaerobnim zonama bile značajno manje (tablica 15). Kada se sagledaju veličine učinka (η^2), učinak intervencije se u interakciji ‘vremena i grupe’ može opisati kao *srednji*.

4.16. Testovi za procjenu aerobne sposobnosti (maksimalni primitak kisika – VO₂max)

Grafički prikaz promjena u vrijednostima u VO₂max kod HIIT i COD grupa se nalaze u prikazu 18.

Prikaz 18. Promjene u VO₂max kod HIIT i COD grupa



Tablica 16. Anova za ponovljena mjerenja između HIIT i COD grupa s obzirom na početno i završno mjerenje VO₂max (ml/kg/min)

Grupe	Početno mjerenje	Završno mjerenje	Δ (%)	Glavni učinci; p (η^2)	
	AS $\pm$ SD	AS $\pm$ SD		Vrijeme	Vrijeme x grupa
HIIT	50.26 $\pm$ 2.89	51.06 $\pm$ 2.89	1.59%	< 0.001 (0.26)	0.363 (0.01)
COD	50.32 $\pm$ 2.83	51.52 $\pm$ 3.40	2.38%		

$p < 0.05$

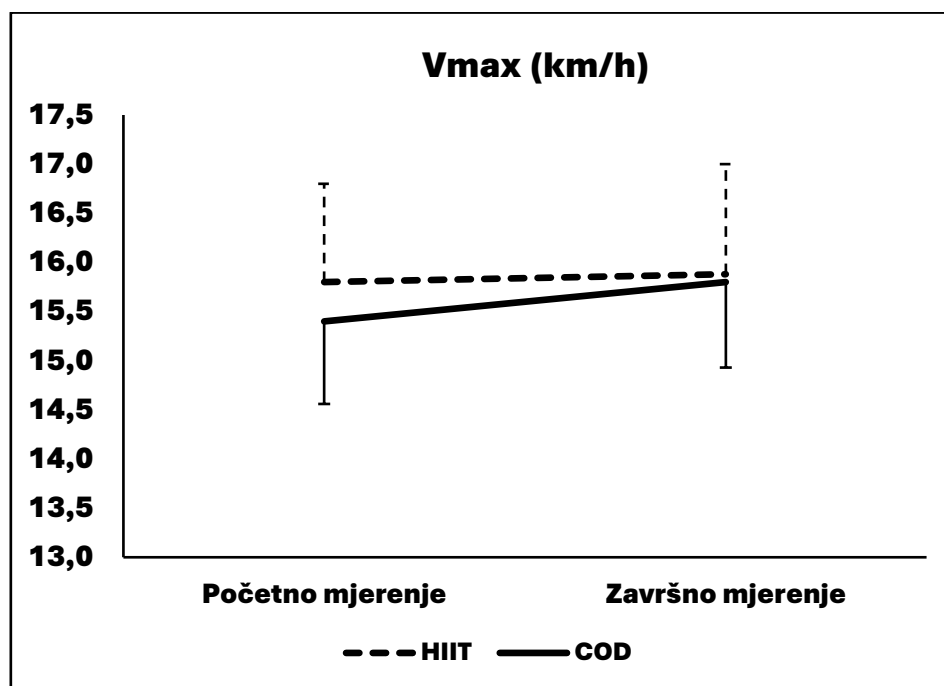
Vremenske promjene u vrijednostima VO₂max su bile značajne, gdje su nogometašice ostvarile veće vrijednosti u završnom mjerenju (51.29 ± 3.14 ml/kg/min) nasuprot početnog mjerenja (50.29 ± 2.83 ml/kg/min). Međutim, rezultati su pokazali kako ne postoje značajni glavni učinci u interakciji 'vremena i grupe', gdje su obje grupe ostvarila slične i statistički neznačajne vremenske pomake nakon intervencije u trajanju od 4 tjedna (tablica 16). Kada se sagledaju

veličine učinka (ηp^2), učinak intervencije se u interakciji ‘vremena i grupe’ može opisati kao *mali*.

4.17. Testovi za procjenu anaerobnih sposobnosti (maksimalna ostvarena brzina trčanja na pokretnom sagu - V_{max})

Grafički prikaz promjena u vrijednostima u V_{max} kod HIIT i COD grupa se nalaze u prikazu 19.

Prikaz 19. Promjene u V_{max} kod HIIT i COD grupa



Tablica 17. Anova za ponovljena mjerenja između HIIT i COD grupa s obzirom na početno i završno mjerenje V_{max} (km/h)

Grupe	Početno mjerenje	Završno mjerenje	Δ (%)	Glavni učinci; p (ηp^2)	
	AS $\pm$ SD	AS $\pm$ SD		Vrijeme	Vrijeme x grupa
HIIT	15.80 $\pm$ 1.00	15.88 $\pm$ 1.12	0.51%	< 0.001 (0.18)	0.024 (0.09)
COD	15.40 $\pm$ 0.84	15.80 $\pm$ 0.87	2.60%		

$p < 0.05$

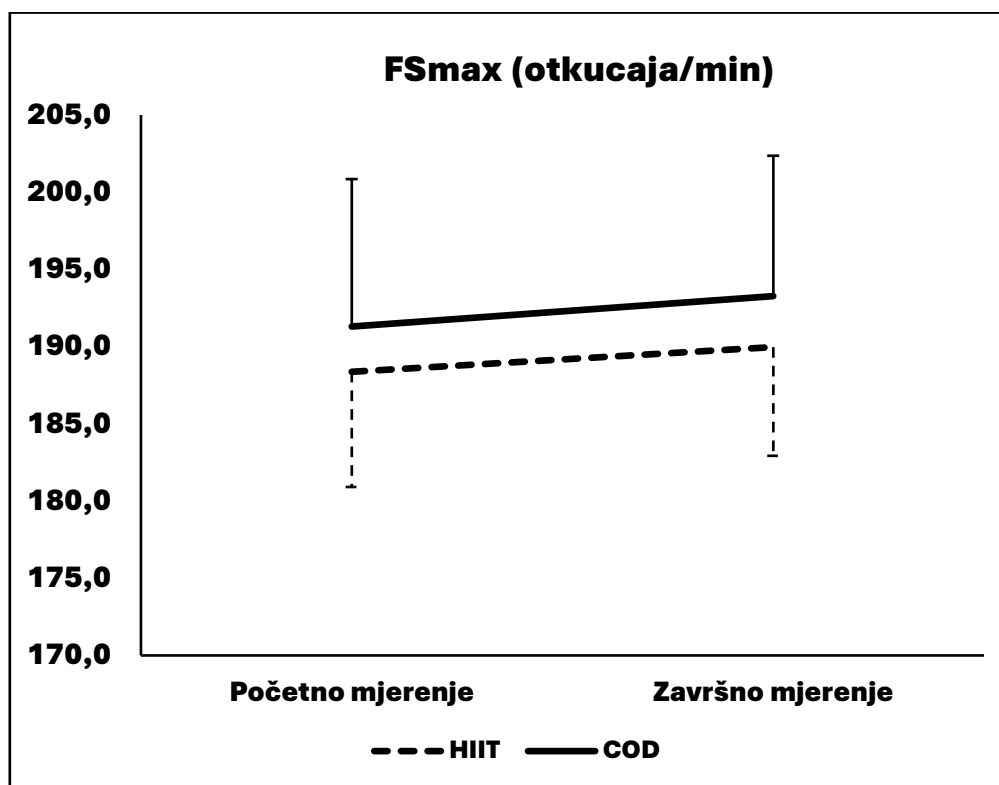
Analiza varijance za ponovljena mjerenja je pokazala, kako postoje značajne vremenske promjene u vrijednostima V_{max} , gdje su nogometašice ostvarile značajno veće vrijednosti u završnom mjerenju (15.84 ± 0.99 km/h) nasuprot početnog mjerenja (15.60 ± 0.94 km/h). Također se pokazalo, kako postoje značajni glavni učinci u interakciji 'vremena i grupe', gdje je COD grupa ostvarila značajno veće vremenske pomake nakon intervencije u trajanju od 4 tjedna, dok su promjene u HIIT grupi u vrijednostima V_{max} bile značajno manje (tablica 17).

Kada se sagledaju veličine učinka (η^2), učinak intervencije se u interakciji 'vremena i grupe' može opisati kao *srednji*.

4.18. Testovi za procjenu anaerobnih sposobnosti (maksimalna ostvarena frekvencija srca na pokretnom sagu - FSmax)

Grafički prikaz promjena u vrijednostima u FSmax kod HIIT i COD grupa se nalaze u prikazu 20.

Prikaz 20. Promjene u FSmax kod HIIT i COD grupa



Tablica 18. Anova za ponovljena mjerenja između HIIT i COD grupa s obzirom na početno i završno mjerenje FSmax (otkucaja/min)

Grupe	Početno mjerenje	Završno mjerenje	Δ (%)	Glavni učinci; p (η^2)	
	AS $\pm$ SD	AS $\pm$ SD		Vrijeme	Vrijeme x grupa
HIIT	188.37 $\pm$ 7.46	189.97 $\pm$ 7.04	0.85%	< 0.001 (0.20)	0.699 (0.003)
COD	191.30 $\pm$ 9.55	193.27 $\pm$ 9.09	1.03%		

$p < 0.05$

Iako su se ostvarile značajne vremenske promjene u vrijednostima FSmax, gdje su nogometašice ostvarile značajno veće vrijednosti u završnom mjerenju (191.62 ± 8.23 otkucaja/min) nasuprot početnog mjerenja (189.83 ± 8.62 otkucaja/min), nisu postojali značajni

glavni učinci u interakciji ‘vremena i grupe’, gdje su obje grupe ostvarila slične i statistički neznčajne vremenske pomake nakon intervencije u trajanju od 4 tjedna (tablica 18). Kada se sagledaju veličine učinka (η^2), učinak intervencije se u interakciji ‘vremena i grupe’ može opisati kao *trivijalan*.

4.19. Razlike u funkcionalnim i motoričkim sposobnostima nogometašica između eksperimentalnih grupa (HIIT i COD) na finalnom mjerenju

Razlike u motoričkim, anaerobnim i aerobnim sposobnostima nogometašica između HIIT i COD grupa u završnom mjerenju se nalaze u tablici 19. S obzirom na vrijednosti završnog mjerenja, COD grupa je imala značajno bolje (više) vrijednosti u varijablama eksplozivne snage tipa skočnosti, te je također ostvarila značajno bolje (niže) vrijednosti u testu agilnosti – 20 jardi, te testu agilnosti – 505 s loptom, u odnosu na HIIT grupu. Kod testova sprinta, COD grupa je bila brža od HIIT grupe u sprintu na 5 m i sprintu na 5 m s loptom, te u sprintu na 10 m i sprintu na 20 m s loptom, dok su vrijednosti završnog mjerenja u drugim varijablama sprinta imale tendenciju boljih rezultata kod COD, nasuprot HIIT grupe, ali razlike nisu bile statistički značajne ($p > 0.05$). Vrijednosti u funkcionalnim sposobnostima RAST i 30 – 15 ITF testova su pokazali značajno bolje vrijednosti kod COD grupe u završnom mjerenju, dok nije bilo statistički značajnih razlika u pokazateljima aerobne sposobnosti između grupa.

Tablica 19. Razlike u motoričkim, anaerobnim i aerobnim sposobnostima nogometašica između HIIT i COD grupa u završnom mjerenju

Variable	Završno mjerenje		<i>t</i>	<i>p</i>
	HIIT (n = 30)	COD (n = 30)		
	AS ± SD	AS ± SD		
Skok iz čučnja (cm)	26.60 ± 1.80	27.82 ± 2.47	2.189	0.033
Skok iz čučnja s pripremom (cm)	28.08 ± 1.67	29.96 ± 3.07	2.944	0.005
Skok iz čučnja s pripremom i slobodnim rukama (cm)	31.44 ± 2.78	33.84 ± 3.32	3.037	0.004
Test agilnosti – 20 jardi (s)	4.54 ± 0.23	4.41 ± 0.18	-2.385	0.020
Test agilnosti – 20 jardi s loptom (s)	6.12 ± 0.30	5.93 ± 0.54	-1.684	0.099
Test agilnosti – 505 (s)	2.40 ± 0.11	2.38 ± 0.14	-0.692	0.492
Test agilnosti – 505 s loptom (s)	3.56 ± 0.16	3.47 ± 0.17	-2.151	0.036
Test agilnosti – 93639 (s)	7.74 ± 0.55	7.61 ± 0.34	-1.098	0.277
Test agilnosti – 93639 s loptom (s)	9.90 ± 0.58	9.80 ± 0.45	-0.764	0.448
Sprint 5 m (s)	1.20 ± 0.08	1.15 ± 0.05	-3.219	0.002
Sprint 5 m s loptom (s)	1.23 ± 0.07	1.15 ± 0.07	-4.666	< 0.001
Sprint 10 m (s)	1.96 ± 0.09	1.90 ± 0.09	-2.631	0.011
Sprint 10 m s loptom (s)	2.02 ± 0.11	1.98 ± 0.09	-1.817	0.074
Sprint 15 m (s)	2.68 ± 0.13	2.65 ± 0.11	-1.009	0.317
Sprint 15 m s loptom (s)	2.77 ± 0.14	2.71 ± 0.11	-1.748	0.086
Sprint 20 m (s)	3.36 ± 0.13	3.34 ± 0.13	-0.410	0.683
Sprint 20 m s loptom (s)	3.56 ± 0.18	3.47 ± 0.14	-2.237	0.029
RAST test (s)	6.03 ± 0.23	5.87 ± 0.20	-2.909	0.005
Izlazna snaga izračunata iz RAST testa (W)	333.79 ± 41.13	355.74 ± 43.64	2.005	0.050
30 – 15 IFT test (km/h)	16.17 ± 1.15	16.95 ± 0.89	2.950	0.005
Prijeđena udaljenost u anaerobnim zonama (m)	615.57 ± 116.81	619.17 ± 143.19	0.107	0.915
VO2max (ml/kg/min)	51.06 ± 2.89	51.52 ± 3.40	0.571	0.570
Vmax (km/h)	15.88 ± 1.12	15.80 ± 0.87	-0.322	0.748
Fmax (otkucaja/min)	189.97 ± 7.04	193.27 ± 9.09	1.572	0.121

p < 0.05

4.20. Razlike između inicijalnog i finalnog stanja u funkcionalnim i motoričkim sposobnostima nogometašica unutar eksperimentalne grupe (HIIT)

Razlike u motoričkim, anaerobnim i aerobnim sposobnostima nogometašica koje su bile pod intervencijom HIIT bez promjene smjera kretanja se nalazi u tablici 20. Tijekom intervencije od 4 tjedna, došlo je do značajnih pozitivnih vremenskih promjena u svim varijablama koje procjenjuju motoričke, anaerobne i aerobne sposobnosti nogometašica ($p < 0.05$), osim kod Fmax, gdje nije došlo do značajnih promjena.

Tablica 20. Razlike u motoričkim, anaerobnim i aerobnim sposobnostima nogometašica kod HIIT grupe u početnom i završnom mjerenju

Variable	HIIT (n = 30)		<i>t</i>	<i>p</i>
	Početno mjerenje	Završno mjerenje		
	AS ± SD	AS ± SD		
Skok iz čučnja (cm)	26.02 ± 1.79	26.60 ± 1.80	-8.302	< 0.001
Skok iz čučnja s pripremom (cm)	27.45 ± 2.06	28.08 ± 1.67	-7.028	< 0.001
Skok iz čučnja s pripremom i slobodnim rukama (cm)	30.27 ± 2.70	31.44 ± 2.78	-7.737	< 0.001
Test agilnosti – 20 jardi (s)	4.66 ± 0.24	4.54 ± 0.23	14.876	< 0.001
Test agilnosti – 20 jardi s loptom (s)	6.26 ± 0.30	6.12 ± 0.30	4.301	< 0.001
Test agilnosti – 505 (s)	2.48 ± 0.10	2.40 ± 0.11	10.966	< 0.001
Test agilnosti – 505 s loptom (s)	3.68 ± 0.17	3.56 ± 0.16	14.153	< 0.001
Test agilnosti – 93639 (s)	7.81 ± 0.54	7.74 ± 0.55	9.927	< 0.001
Test agilnosti – 93639 s loptom (s)	9.92 ± 0.58	9.90 ± 0.58	2.694	0.012
Sprint 5 m (s)	1.23 ± 0.09	1.20 ± 0.08	3.052	0.005
Sprint 5 m s loptom (s)	1.26 ± 0.06	1.23 ± 0.07	6.651	< 0.001
Sprint 10 m (s)	2.04 ± 0.09	1.96 ± 0.09	6.309	< 0.001
Sprint 10 m s loptom (s)	2.09 ± 0.11	2.02 ± 0.11	6.984	< 0.001
Sprint 15 m (s)	2.76 ± 0.10	2.68 ± 0.13	6.671	< 0.001
Sprint 15 m s loptom (s)	2.83 ± 0.13	2.77 ± 0.14	3.668	< 0.001
Sprint 20 m (s)	3.44 ± 0.14	3.36 ± 0.13	11.476	< 0.001
Sprint 20 m s loptom (s)	3.67 ± 0.19	3.56 ± 0.18	12.990	< 0.001
RAST test (s)	6.19 ± 0.22	6.03 ± 0.23	14.607	< 0.001
Izlazna snaga izračunata iz RAST testa (W)	317.89 ± 39.17	333.79 ± 41.13	-44.454	< 0.001
30 – 15 IFT test (km/h)	15.87 ± 1.06	16.17 ± 1.15	-2.693	0.012
Prijeđena udaljenost u anaerobnim zonama (m)	591.43 ± 115.83	615.57 ± 116.81	-9.707	< 0.001
VO ₂ max (ml/kg/min)	50.26 ± 2.89	51.06 ± 2.89	-11.380	< 0.001
Vmax (km/h)	15.80 ± 1.00	15.88 ± 1.12	-0.926	0.362
Fmax (otkucaja/min)	188.37 ± 7.46	189.97 ± 7.04	-4.059	< 0.001

$p < 0.05$

4.21. Razlike između inicialnog i finalnog stanja u funkcionalnim i motoričkim sposobnostima nogometašica unutar eksperimentalne grupe (COD)

Razlike u motoričkim, anaerobnim i aerobnim sposobnostima nogometašica koje su bile pod intervencijom COD s promjenom smjera kretanja se nalazi u tablici 21. Tijekom intervencije od 4 tjedna, došlo je do značajnih pozitivnih vremenskih promjena u svim varijablama koje procjenjuju motoričke, anaerobne i aerobne sposobnosti nogometašica ($p < 0.05$).

Tablica 21. Razlike u motoričkim, anaerobnim i aerobnim sposobnostima nogometašica kod COD grupe u početnom i završnom mjerenju

Varijable	COD (n = 30)		<i>t</i>	<i>p</i>
	Početno mjerenje	Završno mjerenje		
	AS ± SD	AS ± SD		
Skok iz čučnja (cm)	26.47 ± 2.24	27.82 ± 2.48	-5.918	< 0.001
Skok iz čučnja s pripremom (cm)	28.32 ± 2.89	29.96 ± 3.07	-7.818	< 0.001
Skok iz čučnja s pripremom i slobodnim rukama (cm)	30.91 ± 3.05	33.84 ± 3.32	-7.680	< 0.001
Test agilnosti – 20 jardi (s)	4.62 ± 0.19	4.41 ± 0.18	13.958	< 0.001
Test agilnosti – 20 jardi s loptom (s)	6.34 ± 0.47	5.93 ± 0.54	5.240	< 0.001
Test agilnosti – 505 (s)	2.52 ± 0.15	2.38 ± 0.14	13.792	< 0.001
Test agilnosti – 505 s loptom (s)	3.70 ± 0.21	3.47 ± 0.17	9.746	< 0.001
Test agilnosti – 93639 (s)	7.73 ± 0.35	7.61 ± 0.34	15.867	< 0.001
Test agilnosti – 93639 s loptom (s)	9.95 ± 0.45	9.80 ± 0.45	4.391	< 0.001
Sprint 5 m (s)	1.23 ± 0.08	1.15 ± 0.05	5.738	< 0.001
Sprint 5 m s loptom (s)	1.24 ± 0.08	1.15 ± 0.07	7.076	< 0.001
Sprint 10 m (s)	2.04 ± 0.10	1.90 ± 0.09	9.067	< 0.001
Sprint 10 m s loptom (s)	2.09 ± 0.08	1.98 ± 0.09	9.646	< 0.001
Sprint 15 m (s)	2.80 ± 0.11	2.65 ± 0.11	8.265	< 0.001
Sprint 15 m s loptom (s)	2.86 ± 0.10	2.71 ± 0.11	9.285	< 0.001
Sprint 20 m (s)	3.47 ± 0.13	3.34 ± 0.13	9.855	< 0.001
Sprint 20 m s loptom (s)	3.67 ± 0.16	3.47 ± 0.14	11.749	< 0.001
RAST test (s)	6.13 ± 0.22	5.87 ± 0.20	11.017	< 0.001
Izlazna snaga izračunata iz RAST testa (W)	321.55 ± 45.14	355.74 ± 43.64	-8.400	< 0.001
30 – 15 IFT test (km/h)	15.93 ± 1.06	16.95 ± 0.89	-7.441	< 0.001
Prijeđena udaljenost u anaerobnim zonama (m)	584.03 ± 141.03	619.17 ± 143.19	-10.597	< 0.001
VO2max (ml/kg/min)	50.32 ± 2.83	51.52 ± 3.40	-2.764	0.010
Vmax (km/h)	15.40 ± 0.84	15.80 ± 0.87	-3.890	< 0.001
Fmax (otkucaja/min)	191.30 ± 9.55	193.27 ± 9.09	-2.291	0.029

$p < 0.05$

5. RASPRAVA

Cilj ovog istraživanja bio je detaljno ispitati utjecaj visoko-intenzivnog intervalnog treninga (HIIT) na različite aspekte performansi nogometašica, s posebnim naglaskom na aerobne, anaerobne i motoričke sposobnosti, uključujući i specifičnu agilnost s loptom. Provedba ovog istraživanja omogućila je dublji uvid u svako od ciljanih područja, pružajući specifične i koncentrirane analize. Sintezom dobivenih rezultata dobila se jasna slika o širokim mogućnostima koje pruža HIIT, koji se sve više prepoznaje kao ključni element kondicijske pripreme u sportu, osobito nogometu. Na temelju naših istraživanja potvrđena je visoka učinkovitost HIIT-a u poboljšanju različitih aspekata performansi, što ga čini nezaobilaznim alatom za treniranje i razvoj sportašica. Osim što je pokazao svoju djelotvornost u sportskom kontekstu, HIIT je također potvrđen kao metoda koja može pridonijeti širokom spektru antropoloških prilagodbi i poboljšanja.

U današnjem nogometu, kojeg karakterizira dinamičnost, brzina i visok intenzitet igre tijekom 90 minuta s mogućim produžecima, sve veća pažnja posvećuje se kondicijskoj pripremljenosti nogometašica. Nogometni teren postaje poprište intenzivnih fizičkih izazova gdje sukladno s ritmom igre ubrzava se i izmjena zadataka među igračicama. U tom kontekstu, istraživanja poput onih Martinez-Lagunas i suradnika (2014) naglašavaju ključna područja kao što su anaerobne sposobnosti i aerobni kapacitet. Poboljšanje ovih fizioloških parametara ne samo da ima potencijal unaprjeđenja rezultata u laboratorijskim i terenskim testovima, već i ključnu ulogu u stvarnim natjecateljskim situacijama, utakmicama na kojima se ocjenjuje uspjeh nogometašica (Turner i sur., 2013).

Studija je detaljno analizirala kako HIIT utječe na aerobnu izdržljivost nogometašica, što je ključno za održavanje visoke razine performansi tijekom utakmica koje zahtijevaju intenzivnu aktivnost tijekom dužeg vremenskog razdoblja. Osim toga, istraživanje je proučilo kako HIIT može poboljšati anaerobne kapacitete, što je od vitalnog značaja za brže oporavke između brzih sprintova i intenzivnih faza igre. Specifična agilnost s loptom također je bila ključni fokus istraživanja, jer je važno razumjeti kako HIIT može poboljšati brzinu, okretnost i kontrolu lopte kod nogometašica, što su sve važni faktori za uspješno izvršavanje tehnika i manevra tijekom igre.

Rezultati su pokazali da je HIIT izuzetno učinkovit u poboljšanju svih ovih ključnih aspekata. Primjerice, primjena HIIT-a značajno je povećala VO₂max kod sudionica, što je odražavalo poboljšanja u njihovoj sposobnosti da izdrže visoki intenzitet igre tijekom duljeg vremenskog razdoblja. Također, sudionice su pokazale poboljšanu sposobnost brzog oporavka između perioda intenzivne aktivnosti, što je ključno za održavanje kontinuirane visoke performanse

tijekom utakmica. Specifični testovi agilnosti s loptom također su pokazale značajna poboljšanja, s povećanjem brzine i preciznosti u izvođenju tehnika i manevra.

Osim toga, istraživanje je također usmjerilo pažnju na učinke HIIT-a na antropološka obilježja nogometašica. Poboljšanja u aerobnoj i anaerobnoj izdržljivosti, kao i u specifičnoj agilnosti, imaju dalekosežne implikacije ne samo za sportsku izvedbu nego i za opću kondiciju i zdravlje nogometašica. Ova saznanja mogu pomoći u informiranju treninga i kondicijskih programa koji ciljaju razvoj najboljih mogućih performansi.

Kroz ovo istraživanje, potvrdilo se kako je HIIT izuzetno efikasan u poboljšanju ključnih aspekata performansi nogometašica, od aerobne izdržljivosti do specifične agilnosti s loptom. Ova studija pridonosi rastućem tijelu dokaza koji podržavaju upotrebu HIIT-a u sportskoj kondicijskoj pripremi, pružajući jasnu potvrdu njegove vrijednosti kao integralnog dijela treninga. Sveobuhvatni pristup analizi različitih aspekata performansi omogućio nam je da sagledamo široki spektar benefita koje HIIT pruža.

Budući da je nogomet vrlo zahtjevan sport s obzirom na energetske potrebe i raznolike aktivnosti koje uključuje, sastav tijela nogometašica ključan je za njihovu izvedbu. Važno je uspostaviti optimalnu količinu potkožnog masnog tkiva i omjer masne i nemasne tvari jer svaki višak masnog tkiva može opteretiti energetske resurse i otežati izvedbu, osobito u skokovima i sprintovima. Nadalje, masno tkivo djeluje kao dobar izolator te može doprinijeti dodatnom zagrijavanju tijekom igre.

5.1. Učinak HIIT-a na aerobne sposobnosti nogometašica

Test za procjenu aerobne sposobnosti na pokretnom sagu, postao je popularan alat za procjenu kardiorespiratorne sposobnosti u nogometu, iako nije prvotno dizajniran za tu svrhu. Primjena omogućava procjenu VO₂maxa, što je postalo široko prihvaćeno u nogometnim klubovima zbog praktične upotrebljivosti takvih procjena (Bok i sur., 2021). Analiza rezultata istraživanja ukazuje na sličnosti i razlike između skupina koje su sudjelovale u programima visoko intenzivnog intervalnog treninga (HIIT), posebno onih s promjenama smjera (COD) i onih bez njih.

Kroz istraživanje je utvrđeno kako je COD skupina pokazala statistički značajno bolje učinke, s obzirom na HIIT grupu, koja je provodila pravocrtnne sprintove.

Ova studija nije u skladu s prethodnim istraživanjima (Sanchez-Sanchez i sur., 2018.; Teixeira i sur., 2019) koja su pokazala veća poboljšanja u skupinama koje su sudjelovale u treningu s višim intenzitetom, pri čemu je jedno istraživanje izvijestilo o sličnim rezultatima između različitih skupina (Teixeira i sur., 2018). Dodatno, istraživanja su pokazala da HIIT trening značajno poboljšava aerobnu izdržljivost (Iaia i sur., 2009) i druge aspekte fizičke pripremljenosti nogometašica kao što su brzina, agilnost i ukupna razina treniranosti (Bilge, 2013; Gillen i sur., 2014; Tjønnå i sur., 2013). Ovi nalazi naglašavaju važnost treninga s promjenama smjera u nogometu, ističući njegov superioran utjecaj na VO₂max i aerobnu sposobnost u usporedbi s pravocrtnim HIIT protokolima.

Kombinacija ovih elemenata čini HIIT trening s promjenama smjera izuzetno vrijednim alatom u trenažnom procesu nogometašica, omogućujući im da postignu vrhunske performanse uz minimiziranje rizika od ozljeda. Implementacija ovakvih treninga može rezultirati boljom pripremljenošću, većom izdržljivošću i boljim rezultatima na terenu, čime se potvrđuje važnost ove metode u modernom nogometnom treningu.

Prva hipoteza pretpostavlja da će program visoko intenzivnog intervalnog treninga s promjenama smjera (COD) imati veće pozitivne učinke na parametre aerobne izdržljivosti, anaerobne sposobnosti i motoričke sposobnosti nogometašica u usporedbi s pravocrtnim HIIT protokolima bez promjena smjera, kako s loptom tako i bez nje. Očekuje se da će trening s promjenama smjera poboljšati specifične aspekte tjelesne pripremljenosti i performanse koje su ključne za nogomet, poput testova za procjenu agilnosti s loptom i bez lopte i testova za procjenu startne brzine, što bi moglo rezultirati boljim sportskim rezultatima.

Studije koje podržavaju ovakvu hipotezu često ističu da je trening koji simulira specifične zahtjeve sporta (kao što su promjene smjera) efikasniji u poboljšanju sportskih performansi u usporedbi s općim kondicijskim treningom. Osim toga, istraživanja su pokazala da HIIT trening

može imati značajan utjecaj na različite aspekte fizičke pripreme sportaša, što uključuje povećanje VO₂maxa, anaerobnih kapaciteta, brzine, agilnosti te općenito poboljšanje izdržljivosti (Buchheit i Laursen, 2013; Iaia i sur., 2009; Bilge, 2013).

Konačno, provođenje istraživanja u skladu s pretpostavkom može pružiti vrijedne uvide u optimalne metode treninga za nogometašice, potičući daljnji razvoj metodologija treninga prilagođenih specifičnim zahtjevima sporta te poboljšanje sportskih performansi i zdravlja sportašica.

U okviru istraživanja koje uspoređuje programe visoko-intenzivnog intervalnog treninga s promjenama smjera (COD) i pravocrtnim HIIT protokolima (s loptom i bez lopte), analizirao se niz fizičkih testova kako bismo procijenili utjecaj svakog programa na različite fizičke sposobnosti nogometašica. Također, kod COD grupe zabilježena su bolja poboljšanja u maksimalnoj brzini, što je ključno za brze promjene ritma igre i sprintove na terenu. Uz to, testovi anaerobnih sposobnosti su pokazali da COD grupa ima bolje rezultate u odnosu na pravocrtni HIIT, naglašavajući prednosti treninga koji uključuje nagla zaokretanja i promjene smjera u razvoju brzinskih karakteristika i izvedbe u kriznim situacijama tijekom utakmice.

Svi ovi rezultati podržavaju hipotezu da je program visoko intenzivnog intervalnog treninga s promjenama smjera učinkovitiji za razvoj različitih fizičkih sposobnosti nogometašica u usporedbi s tradicionalnim pravocrtnim HIIT protokolima.

Na temelju rezultata fizičkih testova, uključujući procjenu VO₂max na pokretnom sagu, potvrđeno je da programi koji uključuju COD elemente imaju značajne prednosti.

Prvo, COD grupa je pokazala statistički značajna poboljšanja u VO₂maxu u usporedbi s pravocrtnim HIIT protokolima. To ukazuje da su brze promjene smjera i nagli zaokreti tijekom treninga ključni za razvoj aerobnih kapaciteta nogometašica, što je od iznimne važnosti za izvedbu tijekom utakmica koje zahtijevaju visoki intenzitet i kontinuiranu aerobnu aktivnost.

Drugo, analiza maksimalne brzine na pokretnom sagu također je pokazala prednosti COD programa, gdje su rezultati bili povoljniji u pogledu brzinskih karakteristika koje su ključne za nogometne akcije poput sprintova i brzih promjena ritma igre.

treće, motoričke sposobnosti kao što su agilnost i brzina reakcije također su pokazale značajna poboljšanja u COD grupi, što potvrđuje da su treninge s naglim promjenama smjera korisni za razvoj kompleksnih motoričkih vještina bitnih za nogomet.

5.2. Učinak HIIT-a na anaerobne sposobnosti nogometašica

Nogomet s vremenom postaje sve zahtjevniji zbog svoje rastuće popularnosti i poboljšanja kvalitete. Sposobnosti sprinta, skakanja i promjene smjera (COD) ključne su u ovom sportu i izravno su povezane s odrednicama performansi kao što je snaga (De Oliveira i sur., 2023a, De Oliveira i sur., 2023b). Vježbe KPK-a, osim pravocrtnih vježbi, smatraju se bitnima i možda ključnima za poboljšanje ukupnih nogometnih performansi. Ove vježbe zahtijevaju više energije iz glikolitičkog metabolizma, što dovodi do prilagodbi i poboljšanja u anaerobnom sustavu. Čimbenici kao što su povećana koncentracija glikogena mišića tijekom odmora (Burgomaster i sur., 2005), mišićno - živčane prilagodbe (Creer i sur., 2004) i pojačana aktivnost oksidativnih i glikolitičkih enzima (MacDougall i sur., 1998) nakon intervalnog treninga visokog intenziteta (HIIT) doprinose poboljšanju anaerobne sposobnosti vježbanja (Saeedy i sur., 2016).

Prethodna istraživanja pokazala su da su HIIT protokoli, uključujući programe kratkog trajanja, temeljene na frekvenciji srca, brzini i razini utreniranosti, uspješni u poboljšanju anaerobne snage kod nogometašica. Međutim, nedostaju ranije studije posebno o pravocrtnim i COD HIIT protokolima kod nogometašica, što predstavljene podatke čini jedinstvenima. Kao što je prikazano u tablici 19. i 21., obje vrste HIIT protokola značajno su poboljšale varijable kao što su RAST test popraćen vremenom izvedbe i konačnom maksimalnom izlaznom snagom, prijedenoj udaljenosti u anaerobnim zonama, te maksimalnom brzinom utvrđenom uz pomoć 30-15 IFT testa i pokretnog sada i maksimalne frekvencije srca, što ukazuje na poboljšanu anaerobnu snagu kod subjekata. Autori su primijetili da su COD programi rezultirali većim relativnim poboljšanjima u svim varijablama, u usporedbi s pravocrtnom HIIT skupinom. Jedan od ključnih aspekata anaerobne sposobnosti u nogometu je sposobnost brzog oporavka između intenzivnih napora, što omogućava igračicama održavanje visokog intenziteta igre. HIIT trening je pokazao učinkovitost u poboljšanju ove sposobnosti, povećavajući kapacitet fosfokreatina i brzinu resinteze ATP-a, što su kritični faktori za anaerobnu izdržljivost (Bishop i sur., 2011).

Uz to, HIIT treninzi promjene smjera doprinose poboljšanju biomehaničkih aspekata pokreta, smanjujući rizik od ozljeda povezanih s visokointenzivnim pokretima i naglim promjenama smjera (Hewett i sur., 2006). Također, ovakvi treninzi mogu povećati mentalnu oštrinu i sposobnost donošenja brzih odluka na terenu, što je od velike važnosti u dinamičnom okruženju nogometne utakmice (Vestberg i sur., 2012).

Tijekom longitudinalne analize, oba programa su pokazala snažan pozitivan utjecaj na sve mjere performansi. HIIT grupa je zabilježila veća poboljšanja u prijedenoj udaljenosti u

anaerobnim zonama 4 i 5, s povećanjem od 60 - 90 metara u usporedbi s 90 metara u COD-u. Ovi nalazi sugeriraju da su oba HIIT protokola djelotvorna u poboljšanju anaerobne snage kod nogometašica, pri čemu bi programi temeljeni na brzini i COD programi mogli biti najučinkovitiji. Ovo je posebno važno za razvoj igračica koje teže vrhunskim performansama, omogućavajući im da se bolje nose s fizičkim zahtjevima modernog nogometa i pružaju optimalne izvedbe tijekom cijele utakmice.

Provedeno se istraživanje bavi utjecajem različitih programa visoko-intenzivnog intervalnog treninga HIIT na aerobne i anaerobne sposobnosti nogometašica, posebice uspoređujući pravocrtni HIIT i trening COD. Kroz detaljnu analizu, istražili smo kako ovi programi treninga utječu na različite fiziološke i biomehaničke parametre ključne za performanse u nogometu. Također, COD grupa je pokazala značajno veće učinke na rezultate u RAST testu mjerene kroz ukupno vrijeme potrebno za završetak testa, te kroz izlaznu snagu, s obzirom na HIIT grupu. Iako su se vrijednosti u obje grupe značajno poboljšale, vrijeme potrebno za izvedbu testa u COD grupi su se značajno više smanjile u završnom nasuprot početnog testiranja, dok su vrijednosti u HIIT grupi bile značajno manje. S druge strane, izlazna snaga RAST testa se značajno vremenski povećala u obje grupe, dok je COD grupa ostvarila veća i značajna povećanja, za razliku od HIIT grupe.

Dalje, istraživanje se fokusira na mehanizme adaptacije kroz koje HIIT utječe na metabolizam, neuronske prilagodbe te aktivnost enzima, što je ključno za razumijevanje utjecaja treninga na anaerobne kapacitete. Konkretno, povećanje kapaciteta fosfokreatina i brzine resinteze ATP-a, istaknuto u istraživanju, direktno podržava hipotezu o poboljšanju anaerobne izdržljivosti kroz primijenjene programe treninga.

Kroz detaljne usporedbe rezultata između HIIT i COD programa, istraživanje identificira specifična poboljšanja u različitim parametrima kao što su prijedena udaljenost u anaerobnim zonama 4 i 5 i RAST s posebnim naglaskom na veća poboljšanja u COD grupi za neke od ovih varijabli. Ovi nalazi pružaju empirijsku potvrdu hipoteze o statistički značajnim razlikama u performansama između eksperimentalnih grupa, potkrepljujući tvrdnju da su specifični trening programi relevantni za razvoj različitih aspekata anaerobnih sposobnosti nogometašica.

Konačno, longitudinalna analiza istraživanja pokazuje da su oba programa (HIIT i COD) efikasna u poboljšanju anaerobne snage, što je ključni zaključak koji podržava postavljenu hipotezu. Ovi nalazi pružaju dublji uvid u mehanizme i efekte primijenjenih trening programa na performanse nogometašica, istovremeno potvrđujući relevantnost hipoteze za istraživanje u ovom specifičnom kontekstu.

Razlika između eksperimentalnih grupa (HIIT i COD) na finalnom mjerenju implicira usporedbu rezultata nakon što su sudionice prošle odgovarajući trening program. Očekuje se da će jedna od tih grupa pokazati statistički značajno bolje rezultate u određenim parametrima za procjenu anaerobnih sposobnosti u usporedbi s drugom grupom. Ova hipoteza direktno odražava fokus istraživanja na evaluaciju učinkovitosti različitih trening programa u kontekstu nogometnih performansi.

Kroz sveobuhvatnu analizu, istraživanje je pružilo empirijsku potvrdu hipoteze o značajnim razlikama između HIIT i COD programa na različite aspekte performansi nogometašica. Ovi nalazi ne samo da potvrđuju specifične učinke treninga na anaerobne sposobnosti, već i pružaju vrijedne smjernice za prilagodbu trening programa u svrhu optimizacije sportskih performansi u dinamičkom okruženju nogometne igre.

Prvenstveno, sudionice koje su prošle kroz COD program postigle su značajno veće RAST vrijednosti, što ukazuje na efikasnije poboljšanje anaerobnih kapaciteta. Ovaj nalaz potvrđuje hipotezu o specifičnom utjecaju treninga promjene smjera na poboljšanje sposobnosti apsorpcije i korištenja kisika tijekom fizičkog napora, što je ključno za izdržljivost tijekom nogometnih utakmica.

U zaključku, rezultati ovog istraživanja pružaju vrijedan uvid u specifične efekte HIIT protokola na performanse nogometašica. Podržavajući postavljenu hipotezu, istraživanje sugerira da su trening programi koji uključuju promjene smjera (COD) optimalni za poboljšanje anaerobnih sposobnosti u nogometu. Ovi nalazi imaju značajne implikacije za praksu treninga u nogometu, pružajući smjernice za razvoj efikasnih programa koji će maksimizirati sportske performanse igračica na terenu.

S obzirom na prvu postavljenu hipotezu: „Program visoko intenzivnog intervalnog treninga s okretima ima veće učinke na parametre aerobne, anaerobne i motoričke sposobnosti u odnosu na visoko intenzivni intervalni trening bez okreta sa loptom i bez lopte.”, COD grupa je imala značajno veća povećanja u parametrima aerobne sposobnosti, pogotovo u vidu anaerobnih kapaciteta, s obzirom na HIIT grupu, hipoteza H1 se može prihvatiti kao potvrđena.

5.3. Učinak HIIT-a na motoričke sposobnosti nogometašica

Početna analiza opisnih podataka pokazala je neke razlike u početnim razinama kondicijske pripremljenosti između skupina. Unatoč tim razlikama, skupine su bile relativno ravnomjerno raspoređene, a studija je na početku bila dobro uravnotežena. Iako je cjelokupni program dao određene pozitivne učinke na motoričke i funkcionalne sposobnosti, može se pretpostaviti kako su zaseban program HIIT i COD treninga dali dodatne pozitivne učinke na ishode tjelesne pripremljenosti. Skupina COD pokazala je značajna poboljšanja u skoro svim varijablama, posebno u testovima vezanim uz agilnost i brzinu, kao što su testovi od 505, 20 jardi, SJ, S5m, S10m, S15 i S20m. Pravocrtni HIIT programi, koji uključuju ravne sprintove i standardne intervale, posebno su učinkoviti za poboljšanje maksimalne brzine (V_{max}) na pokretnoj traci i eksplozivne snage tipa skočnosti (SJ), mada su učinci oba programa, pogotovo kod COD treninga dali veće pozitivne učinke u gore-navedenim varijablama. Ove sposobnosti su ključne za nogometašice, jer omogućuju brze promjene tempa i eksplozivne pokrete koji su česti tijekom igre.

S druge strane, HIIT protokoli s promjenom smjera (COD) naglašavaju razvoj agilnosti, što je izuzetno važno za situacije u kojima igračice moraju brzo mijenjati smjer kako bi izbjegle protivnike ili reagirale na promjene u igri. Ovi treninzi poboljšavaju ne samo fizičke sposobnosti, već i koordinaciju i ravnotežu, što je ključno za smanjenje rizika od ozljeda (Hewett i sur., 2006).

Zanimljivo je da su obje skupine poboljšale vertikalni skok u sve tri varijable, dok su učinci kod COD grupe bili značajno veći, nego kod HIIT grupe. Veća povećanja se mogu objasniti specifičnim okretima prilikom izvedbe sprinta i nešto nižih vrijednosti u vrijednostima testova za procjenu eksplozivne snage tipa skočnosti. Zbog nešto nižih vrijednosti, moguće je kako su nogometašice u obje grupe imale više motoričkog prostora za povećanje sposobnosti. Iako se razina motivacije u ovom istraživanju nije testirala, može se pretpostaviti kako je njihova razina motivacije bila dosta visoka, što im je bilo i rečeno tijekom testiranja za njihovu najbolju izvedbu. Nadalje, testovi koji su se provodili tijekom ovog istraživanja za procjenu aerobne sposobnosti i anaerobnih kapaciteta, te motoričkih sposobnosti se nisu koristila u prijašnjim testiranjima, tako da nogometašice u obje grupe nisu bile upoznate s načinom izvedbe i potencijalnim ishodima svakog testa. Zbog prirode takvog istraživanja, moguće je kako su HIIT i COD grupe polučili umjerene do velike učinke za testove tjelesne spremnosti, dok je COD grupa, zbog drugačijih neuro-mišićnih i metaboličkih potreba imala značajno veća povećanja. Ovo sugerira da, iako postoji specifičnost u poboljšanjima vezanim za određene HIIT protokole,

oba tipa treninga imaju značajan pozitivan učinak na sveukupne motoričke sposobnosti nogometašica.

Hipoteza 2 istražuje statistički značajnu razliku u finalnim stanjima u vrijednostima na testovima za procjenu motoričkim sposobnostima nogometašica koje su sudjelovale u eksperimentalnoj grupi s HIIT protokolom. Analiza rezultata istraživanja pruža dublji uvid u specifične efekte HIIT protokola na različite motoričke sposobnosti u nogometašica, uspoređujući pravocrtni HIIT i HIIT protokol s promjenom smjera (COD). S obzirom kako je otprilike polovica varijabli bila značajno različita između HIIT i COD u finalnom mjerenju, što najviše ovisi o konačnim vrijednostima u pojedinoj varijabli, hipoteza H2 koja glasi: „Postoji statistički značajna razlika u aerobnim, anaerobnim i motoričkim sposobnostima nogometašica između eksperimentalnih grupa (HIIT i COD) na finalnom mjerenju” se može samo parcijalno prihvatiti. Naime, potrebna su daljnja istraživanja na temu uspoređivanja učinaka HIIT i COD vrste treninga na motoričke i funkcionalne sposobnosti kod nogometašica.

Nedavna istraživanja, kao što su pregledi i studije Stankovića i suradnika, dodatno kontekstualiziraju ove nalaze. Njihovi radovi sugeriraju varijabilne rezultate HIIT protokola u nogometu, što ukazuje na važnost prilagođavanja programa treninga specifičnim potrebama sportašica. Nova studija Stankovića i suradnika iz 2024. godine dodatno potkrepljuje pozitivne učinke HIIT protokola na brzinu, agilnost, aerobnu izdržljivost i smanjenje umora, što je u skladu s nalazima ove studije.

Konkretno, očekuje se da će nakon provedbe HIIT protokola, nogometašice pokazati značajna poboljšanja u brzini sprinta, agilnosti, pliometrijskim sposobnostima te drugim mjerljivim varijablama kao što su testovi specifični za nogometni kontekst (npr. testovi brzine na različitim udaljenostima, testovi agilnosti itd.). Pretpostavlja se da će poboljšanja biti značajna i u anaerobnim kapacitetima, što je bitno za periodizaciju treninga u nogometu.

S obzirom na kompleksnost HIIT protokola i njihovu prilagodbu specifičnim potrebama sportašica, očekuje se da će istraživanje pružiti uvid u optimalne strategije korištenja HIIT-a u trening rutinama nogometašica. Time bi se moglo potvrditi ili opovrgnuti učinkovitost različitih HIIT protokola za različite aspekte motoričkih sposobnosti. U konačnici, cilj je pružiti empirijsku podršku za daljnje razvijanje trening programa koji će maksimalizirati performanse nogometašica na terenu, uzimajući u obzir njihove specifične potrebe i zahtjeve sporta.

Analiza rezultata različitih testova pruža dublji uvid u specifične promjene koje su se dogodile tijekom istraživanja. Primjerice, brzinski testovi poput sprintova na 5m, 10m, 15m i 20m pokazuju statistički značajna poboljšanja u vremenima sprinta nakon primjene HIIT protokola, što potvrđuje hipotezu o poboljšanju eksplozivne brzine potrebne za nogomet.

Pliometrijske sposobnosti, koje su ključne za skokove i brzo vraćanje na tlo, također su se poboljšale prema rezultatima testova visinskih skokova (SJ) i kontinuiranih skokova (CMJ). Testovi za procjenu startne brzine poput S5m, S10m i S20m mjerili su sposobnost brze reakcije i pokazali su smanjenje vremena reakcije nakon davanja zvučnog signala, što je ključno za situacijsko reagiranje tijekom igre.

Svi ovi nalazi zajedno podržavaju hipotezu da HIIT protokoli imaju pozitivan utjecaj na različite aspekte motoričkih sposobnosti nogometašica. Integracija različitih HIIT protokola, poput pravocrtnih i onih s promjenom smjera, omogućuje prilagodbu treninga specifičnim potrebama sportašica, čime se optimizira njihova sportska izvedba na terenu. Ovi rezultati također naglašavaju važnost daljnjeg istraživanja kako bi se bolje razumjele specifične prednosti i optimalne kombinacije HIIT treninga za različite motoričke sposobnosti u nogometu.

Ovi nalazi sugeriraju da je integracija različitih HIIT protokola, kao što su pravocrtni i programi s promjenom smjera, efikasna strategija za razvoj različitih aspekata motoričkih sposobnosti u nogometu. Potvrđivanje hipoteze ukazuje na važnost uključivanja HIIT treninga u rutine nogometašica radi optimizacije njihovih sportskih performansi. Za daljnji napredak u istraživanju preporučuje se dodatna analiza kako bi se utvrdile optimalne kombinacije HIIT protokola i specifični aspekti motoričkih sposobnosti nogometašica, što bi moglo doprinijeti daljnjem unaprjeđenju treninga i performansi u ovom sportu.

Zaključno, rezultati ove studije idu u prilog postavljenoj hipotezi, demonstrirajući statistički značajna poboljšanja u različitim motoričkim sposobnostima nogometašica nakon provedbe HIIT protokola. Nalazi ne samo da podržavaju važnost uključivanja HIIT treninga u rutine nogometašica, već također naglašavaju potrebu za daljnjim istraživanjem kako bi se identificirale optimalne kombinacije HIIT protokola za različite aspekte njihovih sportskih performansi.

Postavljena treća hipoteza istražuje utjecaj HIIT protokola na aerobne, anaerobne i motoričke sposobnosti nogometašica, usmjeravajući se na statistički značajne razlike između početnog i finalnog stanja tih sposobnosti unutar eksperimentalne grupe. Konkretno, ovaj dio hipoteze postavlja pretpostavku da će sudjelovanje u HIIT protokolu rezultirati poboljšanjem navedenih motoričkih sposobnosti kod nogometašica.

Razlozi za postavljanje ove hipoteze proizlaze iz prethodnih istraživanja koja su sugerirala da HIIT protokoli mogu značajno poboljšati različite fizičke sposobnosti kod sportaša. U kontekstu nogometa, brzina, agilnost, te sposobnosti poput sprinta i skokova od vitalnog su značaja za uspješno izvođenje na terenu. Stoga je bilo važno provesti istraživanje koje će

sustavno analizirati kako različiti tipovi HIIT protokola (poput pravocrtnih HIIT protokola i protokola programa COD) utječu na te ključne aspekte motoričkih sposobnosti nogometašica. Kako su rezultati pokazali, postoje statistički značajne razlike (i poboljšanja) u finalnom nasuprot početnog mjerenja kod HIIT grupe, te hipoteza 3, koja glasi: „Postoji statistički značajna razlika između inicialnog i finalnog stanja u aerobnim, anaerobnim i motoričkim sposobnostima nogometašica između eksperimentalne grupe (HIIT)” i dobivenih saznanja, hipoteza H3 se može smatrati potvrđenom.

5.4. Učinak HIIT-a na specifičnu agilnost s loptom

Uključivanje lopte u testove agilnosti dodaje dinamičan element tradicionalnim procjenama, nudeći realniju procjenu specifičnih motoričkih sposobnosti ključnih za uspjeh u nogometu. Čini se da su i HIIT i COD HIIT protokoli na sličan način značajno poboljšali agilnost specifičnu za loptu. Test 93639 pokazao se osjetljivim za procjenu napretka u pravocrtnom HIIT-u, ali ne i u protokolima COD (prikaz 11). Ipak, uočene su značajne razlike između skupina u početnim i konačnim mjerenjima, pri čemu je skupina COD pokazala bolje performanse (tablice 10).

Nakon tretmana, obje HIIT i COD skupine su zabilježile značajan napredak, s relativno sličnim poboljšanjima.

Unatoč očekivanjima o većem napretku KPK-a zbog inter i intra-mišićne koordinacije, rezultati su pokazali suprotno. Bez obzira na vrstu kretanja, literatura pokazuje da su ubrzanje, okretnost, brzina sprinta i snaga međusobno povezani i kontinuirano se preklapaju.

Studija o elitnim nogometašicama otkrila je da se varijable performansi (npr. brzina od 5m, 10m, 15m i 20 m, srednja vrijednost 505, srednja vrijednost deficita CP-a) mogu predvidjeti gotovo savršeno pomoću kombinacija varijabli prediktora (DJ visina, CMJ visina, SJ visina, mršava tjelesna masa) (Emmonds i sur., 2019). U drugoj studiji o kolegijalnim nogometašicama pronađene su značajne korelacije između snage donjeg dijela tijela i testa 505 (desno: $r = -0,51$, str. $< 0,05$; Lijevo: $r = -0.59$, $p < 0.05$), kao i između relativne jačine donjeg dijela tijela i testa 505 (desno: $r = -0.58$, $p < 0,05$; Lijevo: $r = -0.67$, $p < 0.01$) (Andersen i sur., 2018). Nedavna studija izvijestila je da ubrzanje sprinta u prvih 10 m značajno predviđa performanse HIIT ($r^2 = 28\%$ do 50% ; $p < 0.01$), sa značajnim korelacijama između performansi COD 180 i % deficita HIIT, ubrzanja, pravocrtnne brzine i performansi horizontalnog skoka ($r = -0.59$ do 0.70 ; $p < 0.05$) (Roso-Moliner i sur., 2024).

Specifična agilnost s loptom ključna je komponenta nogometnih performansi, jer igračice ne samo da moraju biti brze i agilne, već i sposobne upravljati loptom tijekom tih brzih promjena smjera i ubrzanja. Ova složenost zahtijeva razvoj tehničkih vještina pod visokim intenzitetom, što HIIT treninzi učinkovito potiču. Uvođenje lopte u HIIT treninge može značajno poboljšati sposobnost nogometašica da održavaju kontrolu nad loptom tijekom visoko intenzivnih situacija. Na primjer, vježbe koje kombiniraju sprinta s vođenjem lopte ili promjenom smjera s dodavanjem lopte mogu pružiti dodatne izazove koji poboljšavaju tehničku izvedbu pod pritiskom. Pravocrtne HIIT protokoli često se fokusiraju na ravne sprintove i intervale, koji su korisni za razvoj maksimalne brzine i izdržljivosti. Nasuprot tome, COD protokoli uključuju česte promjene smjera, što je kritično za poboljšanje agilnosti i sposobnosti brzog reagiranja na

dinamične situacije u igri. Povećanje specifične agilnosti s loptom kroz HIIT treninge može značajno utjecati na uspjeh nogometašica na terenu. Poboljšanja u kontroli lopte, brzini i agilnosti omogućuju igračicama da budu učinkovitije u napadačkim i obrambenim situacijama, povećavajući njihov ukupni doprinos timu.

Fizička utreniranost za nogometašice trebala bi uključivati kombinaciju ponavljajućih, eksplozivnih, apsolutnih i relativnih treninga snage (prvenstveno donjeg dijela tijela), kao i razne vježbe agilnosti, pliometrijske i specifične vještine s loptom. Oni se mogu učinkovito izvoditi kao HIIT protokoli, bilo pravocrtni ili usmjereni na COD, dizajnirani za poboljšanje ukupnih performansi i smanjenje rizika od ozljeda povezanih s naglim pokretima i promjenama smjera.

Postavljena hipoteza predviđa da će postojati statistički značajna razlika između inicijalnog i finalnog stanja u aerobnim, anaerobnim i motoričkim sposobnostima nogometašica između eksperimentalne grupe koja je prošla kroz protokol COD (Change of Direction) HIIT treninga. Za potpuno razumijevanje veze između rezultata istraživanja i ove hipoteze, potrebno je detaljno analizirati dobivene rezultate.

Istraživanje je obuhvatilo tri eksperimentalne skupine: pravocrtni HIIT i s promjenom pravca COD. Početno stanje svake skupine bilo je uspoređeno u smislu početnih rezultata na testovima kao što su M505 i M20 jardi. Razlike su primijećene u parametrima kao što su početni rezultati na testu M93639, što ukazuje na varijabilnost između skupina prije početka intervencije.

Nakon provedenog tretmana, obje HIIT i COD skupine pokazale su statistički značajan napredak u različitim aspektima performansi. Posebno, test M93639, koji se koristio kao mjerilo za pravocrtnu agilnost, pokazao se osjetljivim na promjene u HIIT skupini, dok nije bio toliko osjetljiv na promjene u COD skupini. Ovaj nalaz sugerira da je pravocrtni HIIT protokol bio učinkovitiji u poboljšanju te specifične vrste agilnosti, dok COD HIIT nije pokazao isti stupanj utjecaja na taj aspekt.

Ključna je bila i primjena lopte u testovima agilnosti, što je pridonijelo realnijoj procjeni specifičnih motoričkih sposobnosti relevantnih za nogomet. Obje HIIT skupine su poboljšale agilnost specifičnu za loptu, što sugerira da su protokoli HIIT treninga učinkoviti u razvoju ovih važnih sposobnosti za nogometašice.

Nakon provedbe HIIT protokola, posebice COD HIIT-a, istraživanje je identificiralo značajne razlike između inicijalnih i finalnih mjerenja u specifičnim sposobnostima kao što su agilnost i brzina promjene smjera. Konkretno, test 93639 se pokazao osjetljivim za procjenu napretka u skupini koja je prošla kroz COD, dok je HIIT skupina pokazala napredak u pravocrtnoj agilnosti. Ovi nalazi podupiru hipotezu o efikasnosti COD HIIT protokola u poboljšanju

sposobnosti koje su kritične za izvedbu u nogometu, naglašavajući važnost prilagođenih trening protokola za specifične sportske zahtjeve. Dodatno, istraživanje je istaknulo važnost uvođenja lopte u HIIT treninge kao metode za poboljšanje specifične agilnosti s loptom među nogometašicama. Promjene u brzini, kontrolu lopte i sposobnosti brzog reagiranja na dinamične situacije u igri su ključne za uspješnost nogometašica. Rezultati su pokazali da su oba HIIT protokola, pravocrtni i COD, doprinijeli značajnom napretku u tim aspektima, s obzirom na statistički značajne razlike između početnih i finalnih mjerenja u relevantnim testovima agilnosti i brzine. Iako su se skupine razlikovale u početnim uvjetima, analiza je ukazala na postojanje prostora za poboljšanja, posebice kod skupine koja je prošla kroz COD HIIT. Ovi nalazi potvrđuju da su adaptirani HIIT protokoli, usmjereni na specifične motoričke vještine nogometa, ključni za optimalnu pripremu i poboljšanje sportskih performansi, ističući važnost individualiziranog pristupa u treningu nogometašica.

Rezultati istraživanja pružaju dublji uvid u kako svaki pojedini test doprinosi potvrdi hipoteze o učinkovitosti COD HIIT protokola u poboljšanju fizičkih sposobnosti nogometašica, posebice u kontekstu aerobnih, anaerobnih i motoričkih performansi.

Testovi poput test brzine na 505 metara i test brzine na 20 jardi korišteni su za procjenu brzine i ubrzanja, ključnih elemenata nogometnih performansi. Analiza pokazuje da nije bilo statistički značajnih razlika između skupina u ovim testovima nakon tretmana, što sugerira da su oba HIIT protokola imala sličan utjecaj na razvoj brzinskih sposobnosti među sudionicama.

Specifični test M93639, koji se koristi za evaluaciju pravocrtnog HIIT protokola, pokazao se kao osjetljiviji indikator promjena u agilnosti u skupini koja je prošla kroz COD HIIT. Ovdje je zabilježena statistički značajna razlika između početnih i finalnih mjerenja, što podržava hipotezu da je COD HIIT protokol efikasan u poboljšanju pravocrtnih agilnih sposobnosti nogometašica.

Uz to, uvođenje lopte u procjene agilnosti i brzine reakcije dodatno je obogatilo analizu, pružajući realniju sliku o sposobnosti nogometašica da integriraju tehničke vještine u dinamičkim sportskim situacijama. Ovi rezultati naglašavaju važnost prilagođenih trening protokola koji se fokusiraju na specifične motoričke sposobnosti relevantne za nogomet, što je ključno za optimizaciju sportskih performansi i smanjenje rizika od ozljeda.

Zaključak istraživanja pruža dublji uvid u učinkovitost COD HIIT protokola u poboljšanju različitih fizičkih sposobnosti kod nogometašica, što je bila osnovna tema pretpostavljene hipoteze. Istraživanje je potvrdilo da su sudionice koje su sudjelovale u COD HIIT protokolu značajno napredovale u specifičnim aspektima kao što su agilnost, brzina promjene smjera te

brzina sprinta, što je podržalo pretpostavku o statistički značajnom napretku u motoričkim sposobnostima nakon intervencije.

Analiza početnih i finalnih rezultata na testovima kao što su M93639, koji je služio kao indikator pravocrtne agilne sposobnosti, jasno je pokazala da je COD HIIT protokol bio efikasniji u poboljšanju ovih specifičnih motoričkih vještina u usporedbi s drugim protokolima. Ovo je važno jer agilnost i brza reakcija na promjene smjera ključni su za performanse u nogometu, gdje se dinamične situacije brzo mijenjaju.

Dodatno, istraživanje je potvrdilo da su oba HIIT protokola (pravocrtni i COD) doprinijela poboljšanju općih sportskih performansi, iako su se neki aspekti razlikovali ovisno o specifičnom programu. Odsutnost značajnih razlika u testovima poput testova 505 i 20 jardi ukazuje na to da su oba programa imala sličan utjecaj na brzinu i ubrzanje, što je važno za opće kondicijske pripreme nogometašica.

Uz to, integracija lopte u procjene agilnosti dodatno je obogatila razumijevanje, pružajući realniju sliku o sposobnosti nogometašica da primjene tehničke vještine u visoko-intenzivnim sportskim situacijama. Ovi nalazi ukazuju na važnost prilagođenih trening programa koji uzimaju u obzir specifične zahtjeve nogometnih utakmica, čime se može optimizirati sportska izvedba i smanjiti rizik od ozljeda.

Sveukupno, rezultati istraživanja podržavaju ovaj dio postavljene hipoteze s obzirom na to da su pokazali statistički značajan napredak u motoričkim sposobnostima nogometašica nakon primjene COD HIIT protokola. Ovi rezultati potvrđuju važnost takvih treninga u poboljšanju agilnosti i brzine reakcije u dinamičkim situacijama, ključnih za performanse u nogometu, aludirajući na potrebu za daljnjim razvojem i primjenom takvih programa u sportskoj praksi radi unapređenja performansi i zdravlja sportašica.

Postavljena hipoteza se temelji na pretpostavci da će se nakon primjene COD protokola zabilježiti statistički značajna poboljšanja u motoričkim sposobnostima nogometašica s loptom. Preciznije, iako su kod obje grupe zamijećeni pozitivni pomaci kod svih testiranih varijabli, COD grupa koja je izvodila sprintove s promjenom smjera kretanja je imala statistički značajno veća poboljšanja, pogotovo u testovima za procjenu agilnosti s loptom i testovima za procjenu startne brzine. S obzirom na četvrtu postavljenu hipotezu, koja glasi: „Postoji statistički značajna razlika između inicialnog i finalnog stanja u aerobnim, anaerobnim i motoričkim sposobnostima nogometašica između eksperimentalne grupe (COD)” i dobivenih rezultata, hipoteza H4 se može prihvatiti.

6. ZNAČAJ ISTRAŽIVANJA

Provedeno istraživanje dopunjuje literaturu i pruža znanstveno-teorijski i praktični doprinos ženskom nogometu koji oskudijeva u znanstveno stručnim istraživanjima s obzirom na istraživanja provedena na populaciji nogometaša. Ovom studijom, došli smo do spoznaja da je HIIT trening s promjenom smjera bolji od (HIIT) treninga bez promjene smjera kako u aerobnim, anerobnim tako i u motoričkim sposobnostima. Na taj način doći će se do novih znanstvenih spoznaja. Spomenuta studija pruža relevantne informacije o dvije vrste treninga koje će biti provedene bez kombiniranja s nekom drugom vrstom treninga, što će omogućiti jasnu sliku o konkretnim efektima tih treninga. Budući da su se ove vrste treninga pokazale kao efikasne metode, treneri i znanstveni radnici mogu ih primjenjivati u vlastitim trenažnom procesu kako bi poboljšali izvedbu u populaciji nogometašica. Efekti visoko intenzivnog intervalnog treninga do sada su ograničeno istraženo polje u literaturi. Također, HIIT trening s promjenom smjera spomenut je u svega par studija. Samo jedna studija ispitala je ove dvije vrste treninga kod nogometašica, ali nije ispitana cjelokupna izvedba i efekti na većem broju varijabli.

7. ZAKLJUČAK

S obzirom na cilj istraživanja, koji je bio utvrditi je li visoko intenzivni intervalni trening (HIIT) s većim brojem okreta (COD) ostvaruje prednost u odnosu na HIIT bez okreta i koje će učinke imati spomenuti tipovi visoko intenzivnog treninga na parametre aerobnih i anaerobnih te motoričkih sposobnosti nogometašica, te prvu postavljenu hipotezu koja glasi: „Program visoko intenzivnog intervalnog treninga s okretima ima veće učinke na parametre aerobne, anaerobne i motoričke sposobnosti u odnosu na visoko intenzivni intervalni trening bez okreta sa loptom i bez lopte“ i rezultata koji su pokazali kako je COD grupa ostvarila statistički značajnije i veće pozitivne promjene u motoričkim, anaerobnim i aerobnim sposobnostima nakon 4-tjedne intervencije s generalno velikom veličinom učinka, hipoteza H1 je POTVRĐENA.

S obzirom na drugu postavljenu hipotezu: „Postoji statistički značajna razlika u aerobnim, anaerobnim i motoričkim sposobnostima nogometašica između eksperimentalnih grupa (HIIT i COD) na finalnom mjerenju“ i dobivenih rezultata istraživanja, može se zaključiti kako su značajne razlike između HIIT i COD grupe u finalnom mjerenju dobivene u motoričkim sposobnostima eksplozivne snage tipa skočnosti i u anaerobnim sposobnostima, dok generalno je došlo do statistički značajnih razlika u varijablama aerobne sposobnosti i testova agilnosti, čime hipoteza H2 je POTVRĐENA.

S obzirom na treću postavljenu hipotezu: „Postoji statistički značajna razlika između inicijalnog i finalnog stanja u aerobnim, anaerobnim i motoričkim sposobnostima nogometašica između eksperimentalne grupe (HIIT)“ i dobivenih rezultata istraživanja, koji su pokazali statistički značajne vremenske promjene između inicijalnog i finalnog mjerenja u HIIT grupi, može se zaključiti kako je intervencija primjene visoko-intenzivnog treninga bez okreta u trajanju od 4 tjedna pozitivno djelovala na varijable motoričke, anaerobne i aerobne sposobnosti, čime je hipoteza H3 POTVRĐENA.

S obzirom na četvrtu postavljenu hipotezu: „Postoji statistički značajna razlika između inicijalnog i finalnog stanja u aerobnim, anaerobnim i motoričkim sposobnostima nogometašica između eksperimentalne grupe (COD)“ i dobivenih rezultata istraživanja, koji su pokazali statistički značajne vremenske promjene između inicijalnog i finalnog mjerenja u COD grupi, može se zaključiti kako je intervencija primjene visoko-intenzivnog treninga s okretima u trajanju od 4 tjedna pozitivno djelovala na varijable motoričke, anaerobne i aerobne sposobnosti, čime je hipoteza H4 POTVRĐENA.

S obzirom na rezultate istraživanja, može se zaključiti kako je grupa, koja je primjenjivala visoko-intenzivni trening s okretima (COD grupa) tijekom 4-tjednog razdoblja 2x tjedno u trajanju od 60 minuta imala značajno veća poboljšanja u određenim varijablama motoričke, anaerobne i aerobne sposobnosti, za razliku od grupe (HIIT), koja je je primjenjivala isti sustav treninga bez okreta u istom vremenskom trajanju. Iako su obje grupe pokazale značajna poboljšanja u završnom nasuprot početnog mjerenja, implementacijom treninga s okretima bi se moglo dodatno pozitivno utjecati na motoričke i funkcionalne sposobnosti nogometašica, s naglaskom na specifične testove agilnosti s loptom i varijable anaerobne sposobnosti.

8. LITERATURA

1. Andersen, E., Lockie, R. G., & Dawes, J. J. (2018). Relationship of absolute and relative lower-body strength to predictors of athletic performance in collegiate women soccer players. *Sports*, 6(4), 106.
2. Andrzejewski, M., Chmura, J., Pluta, B., Strzelczyk, R., & Kasprzak, A. (2013). Analysis of sprinting activities of professional soccer players. *Journal of strength and conditioning research*, 27(8), 2134–2140.
3. Arazi, H., Keihaniyan, A., EatemadyBoroujeni, A., Oftade, A., Takhsha, S., Asadi, A., & Ramirez-Campillo, R. (2017). Effects of Heart Rate vs. Speed-Based High Intensity Interval Training on Aerobic and Anaerobic Capacity of Female Soccer Players. *Sports (Basel, Switzerland)*, 5(3), 57.
4. Bajramović, I., Likić, S., Talović, M., Alić, H., Jelešković, E., & Sporiš, G. (2018). Differences in the level of morphological characteristics, speed abilities and aerobic endurance in relation to the team position of top female football players. *Journal of Anthropology of Sport and Physical Education*, 2(3), 127-130.
5. Barber, O. R., Thomas, C., Jones, P. A., McMahon, J. J., & Comfort, P. (2016). Reliability of the 505 Change-of-Direction Test in Netball Players. *International journal of sports physiology and performance*, 11(3), 377–380.
6. Batacan, R. B., Duncan, M. J., Dalbo, V. J., Tucker, P. S., & Fenning, A. S. (2017). Effects of high-intensity interval training on cardiometabolic health: A systematic review and meta-analysis of intervention studies. *Sports Medicine*, 51, 494–503.
7. Belegišanin, B. (2017). Effects of high-intensity interval training on aerobic fitness in elite Serbian soccer players. *Exercise and Quality of Life Journal*, 9(2), 13-17.
8. Bilge, M. (2013). Interval training specific to handball and training programme designs. *World Applied Sciences Journal*, 25(7), 1066-1077.
9. Bishop, D., Girard, O., & Mendez-Villanueva, A. (2011). Repeated-sprint ability - part II: recommendations for training. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 41(9), 741–756.
10. Blair, S. N., Kampert, J. B., Kohl, H. W., et al. (1996). Influences of cardiorespiratory fitness and other precursors on cardiovascular disease and all-cause mortality in men and women. *JAMA*, 276, 205–210.
1. Bok, D., Gulin, J., & Škegro, D. (2020). Validity of the 30-15 intermittent fitness test for measuring maximal oxygen uptake in physically active individuals. In *9th international scientific conference on kinesiology* (p. 288).

2. Bok, D. (2019). Visokointenzivni intervalni trening: Čaroban trening za zdraviji život. *Medicus*, 28(2), 155–165.
3. Bruce, R. A. (1971). Exercise testing of patients with coronary heart disease. Principles and normal standards for evaluation. *Annals of Clinical Research*, 3(6), 323-332.
4. Buchheit, M., & Laursen, P. (2013). High-Intensity Interval Training, solutions to the programming puzzle. *Sports Medicine*, 43(5), 313-328.
5. Buchheit, M., & Laursen, P. B. (2013). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: cardiopulmonary emphasis. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 43(5), 313–338.
6. Buchheit, M., Simpson, M. B., Al Haddad, H., Bourdon, P. C., & Mendez-Villanueva, A. (2012). Monitoring changes in physical performance with heart rate measures in young soccer players. *European Journal of Applied Physiology*, 112(2), 711-723.
7. Buchheit, M. (2012). Individualizing high intensity interval training in intermittent sport athletes with the 30 – 15 Intermitten fitness test. *NSCA Hot Topics*.
1. Buchheit, M. (2010). The 30-15 Intermittent Fitness Test: 10 year review. *Myorobie Journal*, 1(9), 278.
2. Buchheit, M., Bishop, D., Haydar, B., Nakamura, F. Y., & Ahmaidi, S. (2010). Physiological responses to shuttle repeated-sprint running. *International Journal of Sports Medicine*, 31(6), 402-409.
3. Buchheit, M., Mendez-Villanueva, A., Simpson, B. M., & Bourdon, P. C. (2010). Match running performance and fitness in youth soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 31(11), 818-825.
4. 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.
5. Burgomaster, K. A., Hughes, S. C., Heigenhauser, G. J., Bradwell, S. N., & Gibala, M. J. (2005). Six sessions of sprint interval training increases muscle oxidative potential and cycle endurance capacity in humans. *Journal of Applied Physiology*, 98(6), 1985-1990.
6. Chaouachi, A., Manzi, V., Chaalali, A., Wong, D. P., Chamari, K., & Castagna, C. (2012). Determinants analysis of change-of-direction ability in elite soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(10), 2667-2676.

7. Cipryan, L., Tschakert, G., & Hofmann, P. (2017). Acute and post-exercise physiological responses to high-intensity interval training in endurance and sprint athletes. *Journal of Sport Science & Medicine*, 16(2), 219-229.
8. Creer, A., Ricard, M., Conlee, R., Hoyt, G., & Parcell, A. (2004). Neural, metabolic, and performance adaptations to four weeks of high intensity sprint-interval training in trained cyclists. *International Journal of Sports Medicine*, 25(2), 92-98.
9. Datson, N., Hulton, A., Andersson, H., Lewis, T., Weston, M., Drust, B., et al. (2014). Applied physiology of female soccer: an update. *Sports Medicine*, 44(9), 1225-1240.
10. De Oliveira, F., Neto, V. G. C., Barbosa, R. J. S., de Jesus, I. R. T., da Silva Novaes, J., & Monteiro, E. R. (2023). Power and anaerobic capacity in female soccer: A comparison between different age-categories. *Apunts Sports Medicine*, 58(220), 100421.
11. De Oliveira, F., Paz, G. A., Corrêa Neto, V. G., Alvarenga, R., Neto, S. R. M., & Willardson, J. M., et al. (2023). Effects of different recovery modalities on delayed onset muscle soreness, recovery perceptions, and performance following a bout of high-intensity functional training. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(4), 3461.
12. Djaoui, L., Haddad, M., Chamari, K., & Dellal, A. (2017). Monitoring training load and fatigue in soccer players with physiological markers. *Physiology & Behavior*, 181, 86-94.
13. Dujmović, P. (2006). Škola suvremenog nogometa. Zagreb: Zagrebački nogometni savez.
14. Dupont, G., Akakpo, K., & Berthoin, S. (2004). The effect of in-season, high-intensity interval training in soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(3), 584-589.
15. Emmonds, S., Nicholson, G., Begg, C., Jones, B., & Bissas, A. (2019). Importance of physical qualities for speed and change of direction ability in elite female soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(6), 1669-1677.
16. Falk, B., Weinstein, Y., Dotan, R., Abramson, D. A., Mann-Segal, D., & Hoffman, J. R. (1996). A treadmill test of sprint running. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 6(5), 259-264.
17. Gabbett, T. J., & Mulvey, M. J. (2008). Time-motion analysis of small-sided training games and competition in elite women soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(2), 543-552.

18. García-Calvo, T., Lobo-Triviño, D., Raya-González, J., López Del Campo, R., Resta, R., Pons, E., & Ponce-Bordón, J. C. (2025). The evolution of match running performance in the top two Spanish soccer leagues: A comparative four-season study. *Journal of functional morphology and kinesiology*, 10(1), 27.
- Gibala, M. J., Little, J. P., MacDonald, M. J., & Hawley, J. A. (2012). Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *Journal of Physiology*, 590, 1077–1084.
19. Gillen, J. B., Percival, M. E., Skelly, L. E., Martin, B. J., Tan, R. B., Tarnopolsky, M. A., & Gibala, M. J. (2014). Three minutes of all-out intermittent exercise per week increases skeletal muscle oxidative capacity and improves cardiometabolic health. *PloS one*, 9(11), e111489.
20. Guilherme, M. C. (2005). Performance assessment of soccer teams in Brazil using DEA. *Revista Brasileira de Estatística*, 66(234), 235-250.
21. Haugen, T. A., Tønnessen, E., Hem, E., Leirstein, S., & Seiler, S. (2014). Peak age and performance progression in world-class sprinters. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(1), 1-9.
22. Haugen, T., Tønnessen, E., & Seiler, S. (2012). Speed and countermovement-jump characteristics of elite female soccer players, 1995–2010. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 7(4), 340-349.
23. Hazir, T. (2010). Physical characteristics and somatotype of soccer players according to playing level and position. *Journal of Human Kinetics*, 26, 83-95.
24. Hewett, T. E., Ford, K. R., & Myer, G. D. (2006). Anterior cruciate ligament injuries in female athletes: Part 2, a meta-analysis of neuromuscular interventions aimed at injury prevention. *The American journal of sports medicine*, 34(3), 490–498.
25. Hewett, T. E., Myer, G. D., & Ford, K. R. (2006). Anterior cruciate ligament injuries in female athletes: Part 1, mechanisms and risk factors. *The American journal of sports medicine*, 34(2), 299–311.
26. Heyward, V. H. (2010). Advanced Fitness Assessment and Exercise Prescription (6th ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
27. Howard, N., & Stavrianeas, S. (2017). In-season high-intensity interval training improves conditioning in high school soccer players. *International Journal of Exercise Science*, 10(5), 713-724.
28. Iaia, F. M., Ermanno, R., & Bangsbo, J. (2009). High-intensity training in football. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 4(3), 291-306.

29. Idrizović, K. (2017). Trenažne strukture metaboličkog tipa u nogometnom kondicijskom treningu. *15. godišnja međunarodna konferencija kondicijska priprema sportaša* (pp. 27-28).
30. Ilianidis, T. P., Mantzouranis, N., Kyriklidis, K., Zafiridis, A., & Kellis, S. (2013). The effects of high-intensity interval training on the aerobic performance of young soccer players in competitive season. *Physical Training*, 1(1), 1-6.
31. Ingebrigtsen, J., et al. (2011). Aerobic capacities and anthropometric characteristics of elite female soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(12), 3352-3357.
32. Karahan, M. (2012). The effect of skill-based maximal intensity interval training on aerobic and anaerobic performance of female futsal players. *Biology of Sport*, 29(3), 223-227.
33. Krišto, K. (2013). Karakteristike vrhunskih nogometašica – pregledni rad. Kineziološki fakultet u Zagrebu, Sveučilište u Zagrebu.
34. Kubayi A. (2019). Evaluation of match-running distances covered by soccer players during the UEFA EURO 2016. *South African journal of sports medicine*, 31(1), v31i1a6127.
35. Lambrick, D., Westrupp, N., Kaufmann, S., Stoner, L., & Faulkner, J. (2016). The effectiveness of a high-intensity games intervention on improving indices of health in young children. *Journal of Sports Sciences*, 34(3), 190-198.
36. Laursen, P. B., & Jenkins, D. G. (2002). The scientific basis for high-intensity interval training: optimising training programmes and maximising performance in highly trained endurance athletes. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 32(1), 53–73.
37. Lloyd, R., & Oliver, J. (2012). The youth physical development model: A new approach to long-term athletic development. *Strength and Conditioning Journal*, 34(3), 61-72.
38. Loturco, I., Pereira, L. A., Filter Ruger, A., Olivares Jabalera, J., Reis, V. P., Fernandes, V., Freitas, T. T., & Requena, B. (2020). Curve sprinting in soccer: Relationship with linear sprints and vertical jump performance. *Biology of Sport*, 37(3), 277-283.
39. MacDougall, J. D., Hicks, A. L., MacDonald, J. R., McKelvie, R. S., Green, H. J., & Smith, K. M. (1998). Muscle performance and enzymatic adaptations to sprint interval training. *Journal of Applied Physiology*, 84(6), 2138-2142.
40. MacInnis, M. J., Zacharewicz, E., Martin, B. J., Haikalis, M. E., Skelly, L. E., Tarnopolsky, M. A., Murphy, R. M., & Gibala, M. J. (2016). Superior mitochondrial

- adaptations in human skeletal muscle after interval compared to continuous single-leg cycling matched for total work. *Journal of Physiology*.
41. Mäkinen, J. K., Savolainen, E. H., Finni, T., & Ihalainen, J. K. (2023). Position specific physical demands in different phases of competitive matches in national level women's football. *Biology of sport*, 40(3), 629–637.
 42. Manson, S.A., Brughelli, M., and Harris, N.K. (2014). Physiological characteristics of international female soccer players. *J Strength Cond Res* 28: 308–318.
 43. Marcora, S. (2016). Can doping be a good thing? Using psychoactive drugs to facilitate physical activity behaviour. *Sports Medicine*, 46, 1–5.
 44. Marković, G., & Bradić, A. (2008). Nogomet integrirani kondicijski trening. Zagreb: Udruga „Tjelesno vježbanje i zdravlje“.
 45. Markovic, G., Dizdar, D., Jukic, I., & Cardinale, M. (2004). Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(3), 551-555.
 46. Martinez-Lagunas, V., Niessen, M., & Hartmann, U. (2014). Women's football: Player characteristics and demands of the game. *Journal of Sport and Health Science*, 3(4), 258-272.
 47. Meng, C., Yucheng, T., Shu, L., & Yu, Z. (2022). Effects of school-based high-intensity interval training on body composition, cardiorespiratory fitness and cardiometabolic markers in adolescent boys with obesity: A randomized controlled trial. *BMC Pediatrics*, 22(1).
 48. Milanović, D. (2009). Teorija i metodika treninga. Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
 49. Milanović, L. (2003). 20 jardi - test za procjenu agilnosti. *Kondicijski Trening*, 1(1), 12-13.
 50. Milenko, B., Milošević, I., Vesna, J., Nemec, P. M., & Milošević, M. (2017). Programming methodology and control of aerobic training by running. *Acta Kinesiologica*, 11(Suppl 1), 53-57.
 51. Milioni, F., Araújo Bonetti de Poli, R., Saunders, B., Gualano, B., da Rocha, L., Sanchez Ramos da Silva, A., de Tarso Guerrero Muller, P., & Moura Zagatto, A. (2019). 35. *Journal of Applied Physiology*.
 52. Mišigoj-Duraković, M. (2008). Kinantropologija: Biološki aspekti tjelesnog vježbanja. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

53. Mohr, M., Krstrup, P., & 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.
54. Mohr, M., Krstrup, P., & Bangsbo, J. (2002). Physical preparation for the World Cup: Using a sub-maximal Yo-Yo intermittent endurance test to evaluate training status. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(5), 24.
55. Mohr, M., Krstrup, P., Andersson, H., Kirkendal, D., & Bangsbo, J. (2008). Match activities of elite women soccer players at different performance levels. *Journal of strength and conditioning research*, 22(2), 341–349.
56. Morcillo Losa, J. A., Cuadrado, V., Jimenez-Reyes, P., Ortega-Becerra, M., Lozano, E., & Montilla, J. A. (2014). Relationships between repeated sprint ability, mechanical parameters, and blood metabolites in professional soccer players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(4), 825-833.
57. Nicolò, A., Bazzucchi, I., Haxhi, J., Felici, F., & Sacchetti, M. (2014). Comparing continuous and intermittent exercise: An ‘isoeffort’ and ‘isotime’ approach. *PLoS One*, 9(e94990).
58. Nimphius, S., Callaghan, S. J., Bezodis, N. E., & Lockie, R. G. (2017). Change of direction and agility tests: Challenging our current measures of performance. *Strength and Conditioning Journal*, 40(1), 26-38.
59. Norton, K., Norton, L., & Sadgrove, D. (2009). Position statement on physical activity and exercise intensity terminology. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13, 496–502.
60. Rampinini, E., Impellizzeri, F. M., Castagna, C., Coutts, A. J., & Wisloff, U. (2009). Technical performance during soccer matches of the Italian Serie A league: Effect of fatigue and competitive level. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(2), 227-233.
61. Reilly, T., Morris, T., & Whyte, G. (2009). The specificity of training prescription and physiological assessment: A review. *Journal of Sports Sciences*, 27(6), 575–589.
62. Roso-Moliner, A., Gonzalo-Skok, O., Villavicencio Álvarez, V. E., Calero-Morales, S., & Mainer-Pardos, E. (2024). Analysing the influence of speed and jumping performance metrics on the percentage change of direction deficit in adolescent female soccer players. *Life*, 14(4), 466.
63. Saeedy, M., Bijeh, N., & Moazzami, M. (2016). The effect of six weeks of high-intensity interval training with and without zinc supplementation on aerobic power and

- anaerobic power in female futsal players. *International Journal of Applied Exercise Physiology*, 5(1), 23-30.
64. Shalfawi, S., Enoksen, E., & Tønnessen, E. (2014). The relationship between measures of sprinting, aerobic fitness, and lower body strength and power in well-trained female soccer players. *International Journal of Applied Sports Sciences*, 26(1), 18-26.
65. Silva, H., Nakamura, F. Y., Loturco, I., Ribeiro, J., & Marcelino, R. (2024). Analyzing soccer match sprint distances: A comparison of GPS-based absolute and relative thresholds. *Biology of sport*, 41(3), 223–230.
66. Sporis, G., Jukic, I., Milanovic, L., & Vucetic, V. (2010). Reliability and factorial validity of agility tests for soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(3), 679-686.
67. Sporiš, G., Canaki, M., & Barišić, V. (2007). Morphological differences of elite Croatian female soccer players according to the team position. *Hrvatski športskomedicinski vjesnik*, 22(2), 91-96.
68. Stanković, M., Trajković, N., Mačak, D., et al. (2024). Effects of linear and change of direction high-intensity interval training on physical performance of elite female soccer players. *Biology of Sport*, 41(4), 31-39.
69. Stankovic, M., Djordjevic, D., Trajkovic, N., & Milanovic, Z. (2023). Effects of High-Intensity Interval Training (HIIT) on physical performance in female team sports: A systematic review. *Sports Medicine-Open*, 9(1), 78.
70. Šoš, K., Vučetić, V., & Jozak, R. (2005). Primjena sustava za praćenje srčane frekvencije u nogometu. U K. Delija (Ur.), *Informatizacija u područjima edukacije, sporta i sportske rekreacije: zbornik radova/14. ljetna škola kineziologa Republike Hrvatske* (str. 372-377).
71. Teixeira, A. S., Arins, F. B., De Lucas, R. D., Carminatti, L. J., Dittrich, N., & Nakamura, F. Y., et al. (2019). Comparative effects of two interval shuttle-run training modes on physiological and performance adaptations in female professional futsal players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(5), 1416-1428.
72. Tjønnå, A. E., Leinan, I. M., Bartnes, A. T., Jenssen, B. M., Gibala, M. J., Winett, R. A., et al. (2013). Low- and high-volume of intensive endurance training significantly improves maximal oxygen uptake after 10-weeks of training in healthy men. *PLoS ONE*, 8(5), e65382.
73. Turner, E., Munro, A. G., & Comfort, P. (2013). Female Soccer: Part 1—A. *Strength and Conditioning Journal*.

74. Upton, D. E., & Ross, J. W. (2011). Assisted and resisted sprint training: Effects on 13.7 m speed, speed with direction change, and peak power in Division I female soccer athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(1), 31-37.
75. Valjan, B., Vidović, M., Grasta, L. La, & Ružić, L. (2020). Visoko intenzivni intervalni trening u uporedbi s treningom konstantnog intenziteta u pretilo djece [High intensity interval training in comparison to constant load training in obese children].
76. Vescovi, J.D., Rupf, R., Brown, T.D., and Marques, M.C. (2011). Physical performance characteristics of high-level female soccer players 12-21 years of age. *Scand J Med Sci Sports* 21: 670–678.
77. Vestberg, T., Gustafson, R., Maurex, L., Ingvar, M., & Petrovic, P. (2012). Executive functions predict the success of top-soccer players. *PloS one*, 7(4), e34731.
78. Viru, A. (1995). Adaptation in sport training. Boca Raton, FL: CRC Press Inc.
79. Vučetić V. , Jukić, I., Milanović, D., Šalaj, S. & Gregov, C.(ur.). Zbornik radova, 2009.; bib.irb.hr; Dijagnostički postupci za procjenu energetske kapaciteta sportaša.
80. Vučetić, V., Šentija, D. (2005).Dijagnostika funkcionalnih sposobnosti – zašto, kada i kako testirati sportaše?. Kondicijski trening. UKTH, Zagreb 2(2) 2005. (8-14).
81. Wasserman, K, JE Hansen, DY Sue, R Casaburi & BJ Whipp (1999). Principles of exercise testing and interpretation (III ed.). Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins
82. Weston, K. S., Wisløff, U., & Coombes, J. S. (2014). High-intensity interval training in patients with lifestyle-induced cardiometabolic disease: A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 48, 1227–1234.