Utjecaj treninga ponavljanih sprintova i treninga sprinta na pokazatelje kondicijske pripremljenosti

Naglić, Vedran

Doctoral thesis / Disertacija

2022

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:117:183012

Rights / Prava: Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International/Imenovanje-Nekomercijalno-Bez prerada 4.0 međunarodna

Download date / Datum preuzimanja: **2024-05-06**

Repository / Repozitorij:

Repository of Faculty of Kinesiology, University of Zagreb - KIFoREP

Sveučilište u Zagrebu

KINEZIOLOŠKI FAKULTET

Vedran Naglić

UTJECAJ TRENINGA PONAVLJANIH SPRINTOVA I TRENINGA SPRINTA NA POKAZATELJE KONDICIJSKE PRIPREMLJENOSTI

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2022.

University of Zagreb

FACULTY OF KINESIOLOGY

Vedran Naglić

THE IMPACT OF REPEATED SPRINT ABILITY AND SPRINT TRAINING ON PHYSICAL CONDITIONING PARAMETERS

DOCTORAL THESIS

Zagreb, 2022.

Sveučilište u Zagrebu

KINEZIOLOŠKI FAKULTET

Vedran Naglić

UTJECAJ TRENINGA PONAVLJANIH SPRINTOVA I TRENINGA SPRINTA NA POKAZATELJE KONDICIJSKE PRIPREMLJENOSTI

DOKTORSKI RAD

Mentor:
prof. dr. sc. Igor Jukić

Zagreb, 2022.

University of Zagreb
FACULTY OF KINESIOLOGY

Vedran Naglić

THE IMPACT OF REPEATED SPRINT ABILITY AND SPRINT TRAINING ON PHYSICAL CONDITIONING PARAMETERS

DOCTORAL THESIS

Supervisor:
prof. Igor Jukić, PhD

Zagreb, 2022.

INFORMACIJE O MENTORU

Igor Jukić sveučilišni je profesor, međunarodni predavač i vrhunski stručnjak za sportsku pripremu. Diplomirao je, magistrirao i doktorirao u području kineziologije na Kineziološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. U razdoblju 2009./2013. bio je dekan Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Objavio je u više od 200 radova vezanih uz sportsku znanost i struku. Ravnatelj je Centra za istraživanja i razvoj vrhunske sportske pripreme u okviru Hrvatskog olimpijskog odbora. Profesor je na Footbal Science Institute (FSI) i član savjetodavnog odbora Euroleague Players Association (ELPA).

U području praktičnog djelovanja radio je sa seniorskim i mladim košarkaškim reprezentacijama Hrvatske, osvojivši zlatnu medalju s reprezentacijom U-18 na Eurobasketu 1996. i srebrnu medalju s ekipom U-20 na Svjetskom prvenstvu 2001. godine. Sa seniorskom košarkaškom reprezentacijom radio je od 1997. do 2006. te sudjelovao na Eurobasketu 1999., 2003. i 2005. godine. S hrvatskom nogometnom reprezentacijom sudjelovao je na Svjetskom prvenstvu u Brazilu 2014. te u Euro kvalifikacijama za Euro 2016. U razdoblju 2016./2018. bio je direktor sportske pripreme u grupi Baskonia-Alaves gdje je uspostavio jedinstveni sustav vrhunske sportske pripreme BAL. Godine 2021. radi kao specijalist za sportsku pripremu u FC CSKA Moskva. Također, od 1999. godine do danas radi kao specijalist za individualnu sportsku pripremu vrhunskih sportaša na međunarodnoj razini. Godine 2011. osnovao je Biotrening Ltd., tvrtku koja ima međunarodne reference u području sportske pripreme. Osnivač je i glavni tajnik Udruge kondicijskih trenera hrvatske te osnivač i aktualni glavni tajnik Europske udruge kondicijskih trenera. U Zagrebu je utemeljio časopis *Kondicijski trening* i međunarodnu konferenciju Kondicijska priprema sportaša.

Zahvala

Hvala mentoru prof. dr. sc. Igoru Jukiću koji me inspirira i savjetuje od mojih početaka. Isto tako puno hvala Danielu Boku i Marinu Dadiću na doprinosu i pomoći tijekom provedbe eksperimenta i pisanja ovog rada.
Najveća hvala mojim roditeljima i sestri na neizmjernoj i nesebičnoj podršci!
Majko, hvala ti na svemu!

Utjecaj treninga ponavljanih sprintova i treninga sprinta na pokazatelje kondicijske pripremljenosti

SAŽETAK

Cilj ovog rada je utvrditi razlike u efektima treninga sprinta i treninga ponavljanih sprintova na različite pokazatelje kondicijske pripremljenosti u prostoru funkcionalnih, motoričkih te sposobnosti ponavljanih sprintova. Eksperimentalni program, odnosno istraživanje provedeno je na 26 ispitanika (visine tijela: 180,93 ± 7,63 cm, mase tijela: 79,55 ± 8,47 kg), studenata prve godine redovnog studija Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Studenti, osim u eksperimentalnom programu, nisu sudjelovali u drugim tjelesnim aktivnostima (bili su oslobođeni praktičnog dijela nastave te su samo pohađali teorijsku nastavu na fakultetu). Ispitanici su bili podijeljeni u dvije eksperimentalne grupe. Grupa koja je provodila eksperimentalni program treninga sprinta (grupa S) sastojala se od 13 studenata i grupa koja je provodila eksperimentalni program treninga ponavljanih sprintova (grupa RSA) od također 13 studenata. Eksperimentalni proces započeo je inicijalnim testiranjem, zatim je slijedio proces treninga koji je trajao 6 tjedana s frekvencijom treninga tri puta tjedno (ukupno 18 treninga) i završio je završnim tjednom u kojemu je obavljeno finalno testiranje. Ukupno trajanje eksperimenta bilo je 8 tjedana (s uključenim inicijalnim i finalnim testiranjem). Kondicijska pripremljenost testirana motoričkim testovima (test za procjenu eksplozivne snage tipa sprinta - test 25 metara), test za procjenu eksplozivne snage tipa skoka (skok s pripremom, uzastopni skokovi), test za procjenu agilnosti (20 jardi), testom za procjenu funkcionalnih sposobnosti (progresivni test opterećenja na pokretnom sagu) i testom za procjenu sposobnosti ponavljanja sprinta (6 x 25 metara).

Rezultati ovog istraživanja pokazali su značajne razlike u rezultatima kod nekih varijabli, dok su u varijablama u kojima nije bilo značajnih razlika zabilježeni različiti trendovi promjene. U varijablama za procjenu sprinta (sprint na 5 metara (SP5), sprint na 10 metara (SP10), sprint na 25 metara (SP25), eksplozivne jakosti tipa skoka – skok sa pripremom (CMJ), ponavljani skokovi (RJ) i agilnosti (20 jardi)) nisu nađene značajne razlike između grupa nakon eksperimentalnog postupka niti su utvrđene značajne promjene između inicijalnog i finalnog mjerenja. U području funkcionalnih sposobnosti

za varijablu maksimalni primitak kisika (VO2max) program treninga nije proizveo značajne učinke. Varijabla maksimalne brzine trčanja na pokretnom sagu (vmax) nije pokazala značajne razlike između grupa nakon eksperimentalnog postupka, no razlike između inicijalnog i finalnog mjerenja uočene su kod obje grupe. U varijabli brzine trčanja pri maksimalnom primitku kisika (vVO2max) nisu zabilježene značajne razlike između grupa, niti između inicijalnog i finalnog testiranja. Unutar varijable maksimalna frekvencija srca na progresivnom testu opterećenja (FSmax) nije zabilježena značajna razlika između grupa nakon eksperimentalnog programa, međutim između inicijalnog i finalnog mjerenja rezultat grupe RSA se značajno poboljšao.

U izoliranoj varijabli (RSApro) testiranja sposobnosti ponavljanja sprintova nisu zabilježene značajne razlike između grupa nakon eksperimentalnog postupka. U varijabli (RSAnaj) zabilježena je značajna razlika kod grupe koja je izvodila trening ponavljanih sprintova. Kod varijable postotak opadanja sprinta (RSAs%dec) zabilježena je značajna razlika između grupa no nije zabilježeno značajno poboljšanje rezultata između inicijalnog i finalnog testiranja kod obje grupe. Varijabla za procjenu koncentracije laktata u krvi nakon testa ponavljanih sprintova (RSAla) nije pokazala značajnu razliku između grupa, a nisu zabilježene ni značajne razlike između inicijalnog i finalnog testiranja ni za jednu grupu. Rezultati testa za procjenu subjektivnog osjećaja opterećenja nakon testa ponavljanih sprintova (RSArpe) pokazali su značajne razlike između grupa odnosno subjektivni osjećaj opterećenja značajno se smanjio između inicijalnog i finalnog testiranja kod obje grupe. Varijabla koja je procjenjivala vršnu frekvenciju srca u testu ponavljanih sprintova (FSpeakRSA) pokazala je značajnu razliku između grupa nakon intervencije, a izoliranim promatranjem pojedine grupe vidljiva je značajna promjena koja je nastupila kod grupe koja je izvodila trening ponavljanih sprintova.

KLJUČNE RIJEČI: sprint, sposobnost ponavljanja sprintova, program treninga, trening sprinta, trening ponavljanih sprintova

THE IMPACT OF REPEATED SPRINT ABILITY AND SPRINT TRAINING ON PHYSICAL CONDITIONING PARAMETERS

ABSTRACT

The basic idea of this research is to determine the impact of sprint training and repeated sprint ability training on physical conditioning parameters. The experimental program and research was conducted on 26 respondents, first-year students of the Faculty of Kinesiology University in Zagreb. Apart from the experimental program, the students did not participate in any activities (they were exempted from the practical part of the classes and only attended theoretical classes at the faculty). Respondents were divided into two experimental groups (13 students in the group who conducted sprint training and 13 students who conducted repeated sprint ability training). The experimental process began with initial testing, followed by a training process that lasted 6 weeks with a training frequency of 3 times per week (18 trainings in total) and ended with the final week in which the final testing was done. The total duration of the experiment was 8 weeks (with initial and final testing included). Physical conditioning parameters were tested by tests for motoric ability (sprint test - 25 meters test, jump performance - counter movements jump and repeated jump, agility test - 20 yards, functional ability test - progressive load test on a treadmill and repeated sprint ability test - 6 x 25 meters).

The results of this study showed statistically significant differences in the results of some variables, while in the variables in which there were no significant differences, there were recorded different trends of changes. In all variables (SP5, SP10, SP25) for the sprint, jump preformance (CMJ, RJ) and agility (20 yards) no significant differences were found between groups after the experimental procedure or between initial and final measurements. In the area of functional abilities for the variable maximum oxygen uptake (VO2max), the intervention did not cause significant differences between groups or between initial and final measurements. The variable of maximum running speed on the treadmill (vmax) did not show significant differences between the groups after the experimental procedure, however, significant differences between the initial and final measurements are visible for both groups. In the variable running speed at maximum oxygen uptake (vVO2max) no significant differences were observed between groups and between initial and final testing after the experimental program. Within the variable

maximum heart rate on the progressive load on treadmill test (FSmax), no significant difference was observed between the groups after the experimental program, however, a significant difference in the results of initial and final measurements was observed in the group performing repeated sprint training.

No significant changes in results between groups after the experimental procedure were observed in the isolated variable (RSApro) of repeated sprint ability test. In the variable (RSAnaj), significant differences were noted between the groups, namely in the group that performed the training of repeated sprints. In the variable sprint decline percentage (RSAs%dec), significant results were recorded between groups under the influence of the experimental program. The variable for estimating concentration of blood lactate after the repead sprint test (RSAla) did not show a significant difference between the groups under the influence of the experimental procedure, nor were there significant differences between the initial and final testing for both groups. The results of the variable for assessing the subjective feeling of load after the repeated sprint test (RSArpe) showed a significant difference between groups. Results were significantly lower for both groups of subjects between the initial and final testing. The variable that assessed heart rate peak in the repeated sprint ability test (FSpeakRSA) showed a significant difference between the groups after the intervention, isolated observation of each group showed a significant difference in the results of the group that performed repeated sprint training.

KEY WORDS: sprint, repeated sprint ability, training program, sprint training, repeated sprint ability training

SADRŽAJ

1. UVOD 10

2. TRENING SPOSOBNOSTI PONAVLJANIH SPRINTOVA (eng. Repeated sprint ability-RSA) 12

3. TRENING SPRINTA 14

4. UTJECAJ TRENINGA PONAVLJANIH SPRINTOVA NA POKAZATELJE KONDICIJSKE PRIPREMLJENOSTI 15

5. UTJECAJ TRENINGA SPRINTA NA POKAZATELJE KONDICIJSKE PRIPREMLJENOSTI 27

6. PROBLEM ISTRAŽIVANJA 36

7. CILJEVI I HIPOTEZE 37

8. METODE ISTRAŽIVANJA 38

8.1. Uzorak ispitanika 38

8.2. Mjerni instrumenti i varijable 39

8.2.1. Mjerni instrumenti i varijable za procjenu funkcionalnih sposobnosti 39

8.2.2. Mjerni instrumenti za procjenu motoričkih sposobnosti 40

8.2.2.1. Mjerni instrumenti za procjenu sprinta 40

8.2.2.2. Mjerni instrument za procjenu eksplozivne snage tipa skoka 41

8.2.2.3. Mjerni instrument za procjenu nereaktivne agilnosti 41

8.2.3. Mjerni instrument za procjenu sposobnosti ponavljanih sprintova 42

8.3. Opis postupka mjerenja 44

8.4. Eksperimentalni postupak 47

8.4.1. Eksperimentalna grupa treninga sposobnosti ponavljanih sprintova 50

8.4.2. Eksperimentalna grupa treninga sprinta 50

8.5. Metode obrade podataka 53

9. REZULTATI 54

9.1. Učinci treninga ponavljanih sprintova i treninga sprinta na funkcionalne sposobnosti 54

9.2. Učinci treninga ponavljanih sprintova i treninga sprinta na motoričke sposobnosti 62

9.3. Učinci treninga ponavljanih sprintova i treninga sprinta na sposobnost ponavljanja sprintova 71

10. RASPRAVA 84

10.1. Učinci treninga ponavljanih sprintova i treninga sprinta na funkcionalne sposobnosti 85

10.2. Učinci treninga ponavljanih sprintova i treninga sprinta na motoričke sposobnosti 89

10.3. Učinci treninga ponavljanih sprintova i treninga sprinta na sposobnost ponavljanja sprinta 94

11. ZAKLJUČAK 97

11.2. Ograničenja istraživanja 99

12. POPIS LITERATURE 100

13. POPIS OBJAVLJENIH RADOVA 116

14. ŽIVOTOPIS AUTORA 117

1. UVOD

Visoko intenzivne kretnje u sportskim igrama jedan su od ključnih čimbenika o kojima ovisi uspješnost u konačnom rezultatu. Ovisno o sportu, na razvoj brzine može uvelike utjecati udaljenost koju sportaš prijeđe tijekom trajanja sprinta, te ukupni broj sprintova. Sportskim i kondicijskim trenerima vrlo je bitno poznavanje specifičnosti sporta u kojem participiraju (Rumpf, Lockie, Cronin i Jalilvand, 2016).

Sportske igre karakteriziraju duga razdoblja niskog intenziteta aktivnosti isprepletene izoliranim sprintovima i ponavljanim sprintovima (RSA) nakon kojih obično nastaju ključni trenuci unutar utakmica. Ostale aktivnosti i kretnje na utakmici, kao što su promjena smjera kretanja, skokovi, sučeljavanja, ubrzavanja te kočenja, odnosno usporavanja pod utjecajem su sposobnosti brzog djelovanja sile, što sugerira da bi snaga nogu također mogla biti presudna za uspješnu izvedbu u sportskim igrama. Profili aktivnosti u sportskim igrama zahtijevaju razvoj snage, ubrzanja, brzine i sposobnosti ponavljanja visoko intenzivnih kretnji i sprintova. Ukratko, sportske igre zahtijevaju sportaše s dobrom kondicijskom spremom (Taylor, Macpherson, Spears i Weston, 2015). Bitno je naglasiti da je u sportskim igrama, posebice nogometu optimizacija treninga ključna za uspjeh. Stoga je bitno shvatiti efekte pojedinih trenažnih strategija, odnosno odabrati odgovarajući tip treninga koji će na najbolji način dovesti sportaše u stanje optimalne kondicijske pripremljenosti kako bi mogli odgovoriti zahtjevima koje sport od njih iziskuje.

Trening ponavljanih sprintova dobio je pozornost unutar novije znanstvene literature i definira se kao serija kratkih sprintova (u trajanju 3–7 s) s kratkom pauzom između ponavljanja (manje od 60 sekundi). Ponavljani sprint može se opisati kao tri ili više sprintova s omjerom rada i odmora približno 1:3. U kratkom razdoblju programi treninga mogu rezultirati poboljšanjem enzimske aktivnosti anaerobnih i aerobnih energetskih kapaciteta. Stoga se čini da trening ponavljanih sprintova ima višestruke utjecaje, a dobro je poznato da poboljšava unos maksimalne količine kisika (VO2max) te sposobnost ponavljanja sprinta (Taylor i sur., 2015).

Brzina trčanja, odnosno sprint, važan je čimbenik za visoke performanse, odnosno postignuća u raznim sportovima što, uz ubrzanje, zahtijeva veliku proizvodnju sile. Ta sposobnost ovisi i o dobi jer se sposobnost sprinta povećava s godinama, međutim i trening s točno usmjerenim ciljem može proizvesti pozitivne efekte. U nogometu se sprint

pokazao kao ključna vrsta kretanja, odnosno akcija prije zgoditka. Uobičajeni programi treninga sprinta uključuju sam sprint bez vanjskih opterećenja, obično na kratkim udaljenostima (do 30 m) i u kombinaciji s dužim odmorima (3 min). Pokazalo se da takvi programi povećaju brzinu sprinta kod mladih sportaša (Moran, Sandercock, Rumpf i Parry, 2016).

U okviru ove doktorske disertacije teoretski i eksperimentalno se obrađuje tema treninga sprinta i treninga ponavljanih sprintova, s namjerom stvaranja novih znanstvenih doprinosa i stručnih spoznaja koje će unaprijediti rad praktičara u sportskim igrama posebno u nogometu.

2. TRENING SPOSOBNOSTI PONAVLJANIH SPRINTOVA *(eng. Repeated sprint ability-RSA)*

Učinkovitost treninga ponovljenih sprintova dobiva sve veću pažnju radi mogućnosti treniranja jakosti i izdržljivosti koje su se pokazale kao ključne komponente unutar kondicijske pripreme u sportskim igrama (Taylor i sur., 2015). Sve veći zahtjevi unutar sportskih igara doveli su do toga da sportaši moraju ponavljati visoko intenzivne kretnje ako žele ostvariti uspjeh. Sposobnost ponavljanja sprintova podrazumijeva mogućnost izvedbe većeg broja kratkih sprintova (u trajanju manjem od 10 sekundi) s kratkom pauzom (ne većom od 60 sekunde) između ponavljanja. Nadalje, sposobnost ponavljanih sprintova (u stranoj literaturi poznato kao RSA- Repeated Sprint Ability) može se okarakterizirati kao jedna od najvažnijih komponenti u nogometu (Girard, Mendez-Villanueva i Bishop 2011) te je možemo definirati kao sposobnost zadržavanja i ne mijenjanja sprinterskih performansi kroz određeno razdoblje (Castagna i sur., 2008). Novije znanstvene spoznaje ukazuju da ova sposobnost predstavlja jedan od bitnijih faktora kondicijske pripremljenosti sportaša, posebice u sportskim igrama (Spencer, Bishop, Dawson i Goodman, 2005). Zahtjevi tijekom najintenzivnijih perioda nogometne utakmice često su takvi da igrači, kako bi ostvarili uspjeh, trebaju ponavljati visoko intenzivne kretnje ili sprintove (Di Salvo i sur., 2010, Varley i sur,. 2013). Još uvijek se istražuje (Buchheit i sur., 2010a, Carling i sur., 2012, Mendez-Villanueva i sur., 2011) može li sposobnost ponavljanja sprinta uistinu utjecati na izvedbu u trčanju (Rampinini i sur., 2007a). Usprkos tome, nema dvojbe da je sposobnost ponavljanja visoko intenzivnih kretnih struktura važna komponenta kondicijske pripremljenosti, dok se sama važnost sposobnosti ponavljanja sprinta u kondicijskoj pripremi razlikuje se od sporta do sporta (Buchheit i sur., 2010b; Spencer i sur., 2004) te pozicije unutar sporta. Upravo je radi toga bitno razumjeti lokomotorne odrednice u izvedbi ponavljanja sprinta te fiziološke kapacitete koji mogu utjecati na dizajniranje optimalnih trenažnih strategija i testiranja kod vrsnih nogometaša. S fiziološkog gledišta, sposobnost ponavljanja sprinta povezana je s neuromuskularnim čimbenicima, poput neuralnih adaptacija, aktivacije motoričkih jedinica, mišićne jakosti te metaboličkih čimbenika koji su uključeni u sposobnost ponavljanja sprinta (Buchheit i sur., 2014).

Ulogu ponavljanih sprintova tijekom nogometne utakmice istraživali su Mohr i suradnici (2011) te su utvrdili značajno opadanje distance i količine, odnosno broja

sprintova u drugom poluvremenu nogometne utakmice. Autori također bilježe i opadanje udaljenosti pri maksimalnoj brzini trčanja, odnosno u sprintu posebice pred kraj nogometne utakmice (u zadnjih 15 minuta utakmice je 43 % manje udaljenosti prijeđeno u sprintu u odnosu na početak utakmice, odnosno na prvih 15 minuta).

Iz spomenutih navoda vidljiva je važnost ponavljanih sprinteva tijekom nogometne utakmice, posebice iz razloga jer je poanta kondicijske pripremljenosti biti dovoljno spreman za izvršavanje maksimalne performanse i kretne strukture na samom kraju utakmice, odnosno natjecanja.

3. TRENING SPRINTA

Analiza aktivnosti nogometne igre pokazala je kako nogometaš tijekom utakmice provede 8 – 12 % udaljenosti u visoko intenzivnim aktivnostima kao što su trčanja visokim intenzitetom i sprintovi (Haugen i sur., 2014). Isto tako, nogometaš sprinta 100 – 1320 m tijekom utakmice (Stolen, Chamari, Castagna i Wisløff, 2005). Ove aktivnosti mogu se razmatrati kao kritične i presudne za uspjeh s obzirom na to da je pravocrtni sprint najučestalija kretnja u situacijama za postizanje pogotka (Faude i sur., 2012). Nadalje, pomoću sprinta mogu se razlikovati igrači različite kvalitete i razine (Rampinini, Coutts, Castagna, Sassi, i Impellizzeri, 2007). Zbog svega navedenog, trening sprinta u natjecateljskom nogometu može biti presudan faktor za kvalitetu tijekom trenažnih i natjecateljskih aktivnosti. Pojavom nove tehnologije u današnje vrijeme moguće je precizno odrediti i kvantificirati sve kretnje sportaša u pojedinačnim i ekipnim sportovima. Jedan od takvih sustava zasigurno je globalni sustav pozicioniranja (GPS) nastao 1960. godine. Prva upotreba takvog sustava bila je u vojne svrhe, a tek 1983. godine GPS tehnologija puštena je u civilnu upotrebu gdje je devedesetih godina krenula s rastom i ekspanzijom. U sportskim igrama takav se tip tehnologije pojavljuje prvi put 2006. godine. Prema Harperu i suradnicima (2019) globalni sustav pozicioniranja (GPS) koristi se za kvantificiranje karakteristika poput ubrzanja, usporavanja te ostalih visoko intenzivnih kretnji tijekom nogometne utakmice. Brz napredak ove tehnologije i korištenje iste tijekom službenih nogometnih utakmica dovele su do velikog rasta znanstvenih istraživanja i studija koje proučavaju podatke zabilježene na utakmici. Rezultati ovih istraživanja sažeti su u znanstvenim radovima i metaanalizama (Whitehead i sur., 2011, Taylor i sur., 2017, Hausler i sur., 2016). Sprint se u sportskim igrama, odnosno u nogometnoj praksi definira najčešće kao brzina trčanja preko 25,2 km/h, dok se sam trening sprinta najčešće koristi kroz intervalnu metodu rada i definira se kao maksimalno kretanje, odnosno postizanje maksimalne brzine sa potpunim oporavkom nakon svakog ponavljanja (pauza od 60 sekundi i više). Na temelju navedenog nedvojbeno je da je sprint jedna od esencijalnih komponenti fizičke pripreme sportaša i sam je trenažni proces bitan za uspjeh u natjecateljskoj aktivnosti.

4. UTJECAJ TRENINGA PONAVLJANIH SPRINTOVA NA POKAZATELJE KONDICIJSKE PRIPREMLJENOSTI

Pozitivan utjecaj treninga ponavljanih sprintova na sposobnost ponavljanja sprintova zabilježili su autori Ferrari-Bravo i suradnici (2007). S obzirom na to da su se tijekom eksperimentalnog postupka dogodile značajne promjene na varijable VO2max, a kako je sposobnost ponavljanja sprinta povezana s aerobnim kapacitetom (Bishop i Spencer., 2004; Bishop i Edge., 2006) spoznaje autora idu u tom smjeru. Prethodnu rečenicu može se jednostavnije shvatiti s obzirom na to da ispitanici imaju bolju sposobnost oporavka između sprintova prilikom izvođenja testa (Young, McDowell i Scarlett, 2001.). Značajne napretke (+7,7 %) u aerobnoj izdržljivosti pod utjecajem treninga za razvoj sposobnosti ponavljanih sprintova objašnjavaju Nascimento i suradnici (2015). Istu činjenicu objašnjavaju Ferrari-Bravo i sur., 2007 povećanjem ventilacijskih pragova kod nogometaša kroz 7 tjedana pod utjecajem treninga ponavljanih sprintova. Spoznaje autora idu u smjeru napretka oksidativnog metabolizma kao ključnog faktora resinteze fosfokreatina tijekom oporavka nakon visoko intenzivnih aktivnosti (Bishop i sur., 2011, Spencer i sur., 2005, Burgomaster i sur., 2005). Navedeno sugerira da ispitanici s povećanom aerobnom izdržljivosti imaju mogućnost bolje resinteze fosfokreatina između ponavljanih sprintova (Dawson i sur., 1998, Ferrari-Bravo i sur., 2007). U radu Nedrehagen i Saeterbakken (2015) zabilježen je značajan napredak u ponavljanju sprintova pod utjecajem treninga ponavljanih sprintova posebice u puferskom kapacitetu, anaerobnom kapacitetu i sposobnosti ubrzavanja i usporavanja (Buchheit, Haydar i Ahmaidi, 2012). Limitirajući faktori ove studije bili su nedovoljno iskustvo ispitanika, mjerenja napretka i efekata treninga. U radu Attene i sur. (2014) u kojemu su istraživali utjecaj različitih protokola treninga sprinta na sposobnost ponavljanja sprinta kod mladih košarkašica zaključili su da pod utjecajem treninga sprinta dolazi do napretka u rezultatima za 6,2 % za razliku od treninga ponavljanih sprintova u kojima je napredak izražen za 3,1 %. Ove razlike mogu biti objašnjene volumenom rada i analiziranjem samog sprinta. Poznato je da trening sprinta ima povećane energetske i mišićne zahtjeve u odnosu na ekstenzore i fleksore mišića donjih ekstremiteta koji su pod većom razinom stresa posebice kod zaustavljanja (Morio i sur., 2011). Broj zaustavljanja između dva istraživana trenažna protokola bio je 3:1 što je rezultiralo povećanim adaptacijama igrača koji su imali veći broj ovih važnih struktura kretanja. Spoznaja autora oko napretka rezultata govori da trening sprinta unapređuje izvedbe tijekom ubrzavanja.

S druge strane, u sportskim igrama kao što je nogomet najveći utjecaj energije otpada na zaustavljanja (Padulo i sur., 2013). Prethodna rečenica može se jasnije protumačiti na način kako je eksperimentalni program sadržavao veći broj promjena smjera kretanja što je omogućilo ispitanicima veće adaptacije i optimizaciju vremena promjene smjera kretanja i simulacije situacijskih uvjeta. Postoje istraživanja koja su pokazala kako nema značajnog napretka u sposobnosti ponavljanih sprintova pod utjecajem treninga sprinta (Campos-Vazquez i sur., 2015., Bishop i sur., 2011, Buchheit, 2001). Većina studija u kojima se dobio značajan utjecaj na sposobnost ponavljanja sprinta pod utjecajem treninga ponovljenih sprintova izvođene su tijekom natjecateljskog perioda. Objašnjenje smanjenih efekata treninga može se objasniti akumuliranim umorom tijekom natjecateljskog perioda koji može utjecati na smanjenje sposobnosti ponavljanih sprintova (Impellizzeri i sur., 2008). U svom istraživanju Suarez-Arrones i sur. (2014) bilježe značajne efekte na varijablu prosjek svih sprintova u testu ponavljanih sprintova (RSApro) pod utjecajem treninga sposobnosti ponavljanja sprinta što potvrđuju i rezultati studije autora Ferrari-Bravo i sur. (2007). Spoznaje autora oko napretka u varijabli RSApro (prosjek ponavljanih sprintova) idu u smjeru poboljšanja izvedbe pravocrtnog sprinta i eksplozivne jakosti tipa sprinta. Značajne napretke u rezultatima na varijablama RSAnaj (najbolji sprint u testu sposobnosti ponavljanja sprinta) i RSApro (prosjek ponavljanih sprintova) uspoređujući trening sposobnosti ponavljanih sprintova i pliometrijski trening dobili su Chtara i sur. (2017). S obzirom na to da trening sposobnosti ponavljanih sprintova može izazvati napretke u mišićnoj jakosti, rezultati i objašnjenje idu prema kvalitetnijim mišićnim adaptacijama. Isto tako ovaj tip treninga povećava tjelesne energente kreatin-fosfat i glikogen koji direktno mogu imati pozitivne učinke na različite kretne strukture i mišićnu aktivnost što dovodi do poboljšanja vremena u testovima sposobnosti ponavljanja sprinta.

Isti autori (Chtara i sur., 2017) u svom istraživanju bilježe značajna poboljšanja u akceleraciji 0-10 m te u maksimalnom sprintu 0-30 m pod utjecajem treninga ponavljanih sprintova. Autori objašnjavaju da ovi napreci idu u smjeru adaptacije u sprintu što se jasnije može objasniti adaptacijom kontraktibilnih mehanizama mišića opružača nogu koji unaprjeđuju proizvodnju sile tijekom samog sprinta. U radu Sagelva i sur. (2019) nisu zabilježeni značajni napreci u rezultatima sprinta pod utjecajem treninga za razvoj sposobnosti ponavljanja sprinta. Autori daju nekoliko objašnjenja za rezultate u usporedbi s ostalim studijama, a to su različit volumen treninga ponavljanja sprintova, vrijeme

tijekom sezone, trenutna razina treniranosti ispitanika te različite duljine eksperimentalnog programa.

U radu Ferarri-Bravo i sur. (2007) nisu zabilježene značajne promjene dobivene treningom razvoja sposobnosti ponavljanja sprinta u testovima eksplozivne jakosti tipa skoka čime su potvrdili rezultate prijašnjih istraživanja (Helgerud, Engen, Wisloff i Hoff, 2001). Spoznaje oko izostanka napretka u eksplozivnoj jakosti tipa skoka poslije eksperimentalnog postupka usmjerenog prema sposobnosti ponavljanih sprintova objašnjavaju smanjenim volumenom treninga sprinta u odnosu na neka istraživanja (Dawson i sur., 1998 i Markovic i sur., 2007). Nadalje, odnos rada i odmora u eksperimentalnom programu navedene studije nije bio dovoljan za napredak u skoku kod nogometaša. U radu Nascimenta i sur. (2015) utvrđivao se utjecaj treninga sposobnosti ponavljanih sprintova na eksplozivnu jakost tipa skoka kod futsal igrača. S obzirom na da je futsal, kao i nogomet, sport bogat udarcima glavom i sprintovima (Barbero-Alvarez i sur., 2008, Spencer i sur., 2005), eksplozivna jakost tipa skoka može predstavljati presudan faktor za uspjeh, a autori u ovom radu nisu zabilježili značajne napretke u eksplozivnoj jakosti tipa skoka te njihove spoznaje idu u smjeru kratkog perioda trenažne intervencije. S druge strane (Dawson i sur., 1998, Marković i sur., 2007), predlažu trening sposobnosti ponavljanja sprinta većeg volumena za napretke u navedenoj sposobnosti. Bilježe napredak ove sposobnosti boljim pohranjivanjem elastične energije tijekom ciklusa istezanja i skraćivanja mišića i povećanom jakosti mišića ekstenzora nogu koji su uključeni u pokrete skoka i sprinta. U radu Attene i sur. (2015) u kojem su autori uspoređivali dva tipa treninga za razvoj sposobnosti ponavljanih sprintova u odnosu na broj promjena smjera kretanja zabilježili su značajne promjene i poboljšanja u eksplozivnoj jakosti tipa skoka kod grupe koja je izvodila trening s većim brojem promjena smjera kretanja s obzirom da promjena smjera kretanja uključuje faze zaustavljanja i ubrzavanja (Padulo i sur., 2012), što povećava broj ekscentričnih kontrakcija kod zaustavljanja i koncentričnih kod ubrzanja. Iz navedenog se može zaključiti kako se povećanjem jakosti mišića donjih ekstremiteta (Šalaj i Marković, 2011) može pozitivno utjecati na eksplozivnu jakost tipa skoka. Isto tako, sposobnost zaustavljanja i ubrzavanja zahtijeva veliku razinu horizontalnih sila koje se mogu prenijeti na vertikalnu os (Randell, Cronin, Keogh i Gill 2010). U radu Attene i sur. (2016) varijable eksplozivne jakosti tipa skoka značajno su se promijenile za 7 % što je isto ili neznatno manje od prethodnih eksperimentalnih studija. Usporedbe radi, poboljšanje za 10 % u eksplozivnoj jakosti tipa skoka pod utjecajem treninga za razvoj sposobnosti

ponavljanih sprintova zabilježen je kod Santos i sur. (2014) te u radu Noyes, Barber-Westin, Smith, Campbell i Garrison (2012) u kojemu su značajni napreci izraženi za 9 % kod mladih košarkaša. S obzirom na to da trening sposobnosti ponavljanja sprinta u svojoj prirodi sadrži sprint kao alat poboljšana povezanost sprinta i skoka kod košarkaša objašnjena je u studijama Tsimahidisa i sur. (2010) te Shalfawi, Sabbah, Elkailani, Tønnessen i Enoksen (2011). U nekim radovima sposobnost ponavljanih sprintova značajno ne utječe na eksplozivnu jakost tipa skoka (Ferrari-Bravo i sur., 2007) stoga je eksperimentalni program u radu (Campos-Vazquez i sur., 2015) rezultirao značajnim napretkom u ovoj sposobnosti pod utjecajem treninga sposobnosti ponavljanih sprintova i treninga jakosti. Rezultati rada Shalfawi, Haugen, Jakobsen, Enoksen i Tønnessen (2013) pokazali su napredak u eksplozivnoj jakosti tipa skoka čime su potvrdili istraživanja ostalih autora (Chelly i sur., 2009, Maio Alves i sur., 2010, Siegler i sur., 2003). Chelly i suradnici (2009) bilježe pozitivne efekte korištenja treninga ponavljanih sprintova na eksplozivnu jakost tipa skoka tijekom prijelaznog perioda pa bi sukladno tome rezultati studije Shalfawia i suradnika (2013) rezultirali boljim efektima ukoliko bi se ovakav trenažni protokol izvodio tijekom pripremnog perioda, a ne natjecateljskog (Kotzamanidis, 2006).

U radu Chtara i sur. (2017) autori u studiji bilježe da trening sposobnosti ponavljanja sprinta jednako utječe na sposobnost promjene smjera kretanja kao i specifičan trening agilnosti. Ovi rezultati potvrđeni su i rezultatima autora Shalfawi i sur. (2013) koji su na vrhunskim nogometašicama izvodili eksperiment od dva dodatna treninga sposobnosti ponavljanja sprinta tjedno gdje su dobili poboljšanja rezultata agilnosti, no bez statističke značajnosti. Ove rezultate objašnjavaju povećanim volumenom treninga te smanjenom mogućnosti oporavka. S obzirom na da je treninge provodio glavni trener, a ne kondicijski trener navedeni su rezultati bili razlog manje uspješnog eksperimenta Spoznaje ovih autora govore da trening sposobnosti ponavljanja sprinta može imati adaptacijske učinke u mišićnoj aktivaciji i angažiranosti mišićnog vlakna.

Velik broj autora bilježi napredak u izdržljivosti pod utjecajem treninga ponavljanijih sprintova (Stojanović i sur., 2012, Thebault i sur., 2011, Edge i sur., 2005, Ferrari-Bravo i sur., 2007). Isto se tako u radu Attene i sur. (2015) bilježi značajan napredak u testu izdržljivosti nakon eksperimentalnog postupka koji je sadržavao trening ponavljanih sprintova kod mladih košarkaša. S obzirom na to da su u ovom radu autori istraživali razlike dva tipa treninga sposobnosti ponavljanja sprinta u odnosu na broj promjena smjera kretanja, vidljivo je da je grupa s većim broja promjena smjera kretanja imala

značajnije napretke. U radu Nedrehagen i Saeterbakken (2015) autori su zabilježili napredak u testu izdržljivosti pod utjecajem dodatnog treninga sposobnosti sprintova u usporedbi sa standardnim nogometnim treningom. Spoznaje autora idu u smjeru pozitivnih adaptacija aerobne izdržljivosti, ali i mišićnog sustava uzrokovanih treningom za razvoj ponavljanja sprintova (Ferrari-Bravo i sur., 2007, Gunnarsson i sur., 2012). Isto je tako važno napomenuti da je test izdržljivosti u ovoj studiji sadržavao okrete čime se može objasniti napredak u boljim promjenama smjera kretanja kao rezultat treniranja sposobnosti ponavljanijih sprintova (Buchheit i sur., 2012). U radu Attene i sur. (2014) zabilježeni su značajni napredci u varijabli izdržljivosti kod mladih košarkašica s obzirom na to da se tijekom treninga sprinta i treninga ponavljanih sprintova aktivira anaerobni energetski sustav (Krustrup i sur., 2003). Autori su zabilježili da se upotrebom treninga sprinta poboljšava ukupna udaljenost mjerenog testa povećava 25,7 %. Isto tako napretci u anaerobnom metabolizmu za 6,2 % mjerenom najboljim vremenom u testu sposobnosti ponavljanja sprintova. U radu Ferrari-Bravo i sur., 2007 zabilježeni su pozitivni pomaci u specifičnoj izdržljivosti upotrebom treninga sposobnosti ponavljanja sprintova kod mladih profesionalnih nogometaša tijekom eksperimentalnog procesa od 7 tjedana, gdje je rezultat nakon programa treninga sposobnosti ponavljanih sprintova u VO2max bio za 5,8 % bolji u finalnom testiranju u odnosu na inicijalno. Autori time potvrđuju prethodna navedena istraživanja gdje je u tretman uključen sprint visokog volumena (Dawson i sur., 1998, Rodos i sur., 2000). U istraživanju Attene i sura. (2016) zabilježen je također napredak, i to od 33 % u varijabli izdržljivosti. S obzirom na to da su ovi autori istraživali razlike, u dva tipa treninga sprinta nisu zabilježene značajne razlike unutar njih. Autori su spoznali da dva tipa sprinta (trening sprinta s promjenom smjera kretanja i trening sprinta bez promjene smjera kretanja) značajno utječu na aerobnu izdržljivost kroz VO2max i anaerobni prag čime se može zaključiti da trening sprinta s promjenama smjera kretanja ne uzrokuje značajne adaptacije aerobne izdržljivosti (Balsom, Seger, Sjödin i Ekblom, 1992). Istraživanje Shalfawi i suradnici (2013) rezultira napretkom u rezultatima izdržljivosti što potvrđuju istraživanja Ferrari-Bravo i sur., 2007 i Tonessenn i sur., 2011. Autori savjetuju korištenje treninga sposobnosti ponavljanih sprintova 4 – 7 puta tijekom tjedna za vidljive napretke u varijablama izdržljivosti. U radu Sagelv i sur. (2019) nisu zabilježeni značajni napredci u aerobnoj izdržljivosti pod utjecajem treninga sposobnosti ponavljanih sprintova. Ove rezultate potvrđuje i studija Ferrero-Bravo i sur. (2007). Rezultati ove studije i izostanak pozitivnih promjena mogu objasniti da su ispitanici imali

veću razinu VO2maxa na samom početku istraživanja, a direktno i time smanjene adaptacijske efekte treninga.

Tablica 1. Prikaz radova koji su proučavali efekte treninga ponavljanih sprintova na kondicijske sposobnosti

AUTOR	PROGRAM TRENINGA	VOLUMEN TRENINGA	EFEKTI
Mohr i sur., 2007	15 × 6 sekundi sprint, 1 minuta pauza. Distanca pojedinačnog sprinta ≈ 40 m. Sprintova u treningu: 15; ukupna distanca po treningu: ≈ 450 m. Ukupno: ≈ 450 sprintova; ukupna distanca 13 500 m	3 – 5 × tjedno, eksperimentalan trening, 8 tjedana, 30 treninga	RSAnaj ↑* 4 % RSApro ↑* 4,2 % RSA%sdec ↑ 13 % 50 m ↑* 5,8 % YYIRT↑* 9,9 %
Buchheit i sur., 2009	2 × 7:15 sekundi [15 sekundi (92 % VIFT) – 15" pauza] do 2 × 12 minuta 15 sekundi [15 sekundi (93 % VIFT)] – 15 sekundi pauza)	2 × tjedno, dodatan trening, 10 tjedana, 20 treninga	RSAnaj ↑* 3,5 % RSApro ↑* 3,4 % RSA%sdec ↑ 3 % CMJ ↑
Buchheit, i sur., 2010	2 – 3 × [5 – 6 × (30 – 40 m povratni sprintovi); 14 – 23 sekundi pauza; 2 minute pauza između serija]. Ukupno po treningu: 10 – 18 sprintova, ukupna distanca po treningu 300 – 720 m	1 × tjedno, dodatan trening, 10 tjedana, 10 treninga	RSAnaj ↑* 2,9 % RSApro ↑* 2,6 % 30 m ↑* 2,1 % CMJ ↑* 7% RJ ↑* 13,4 %
Buchheit i sur., 2008	2 – 3 × [5 – 6 × (30 – 40 m povratni sprintovi); 14 – 23 sekundi pauza; 2 minute pauza između serija]. Ukupno realizirano po treningu: 10 – 18 sprintova, ukupna distanca po treningu 300 – 720 m. Ukupno realizirano: 184 sprintova, ukupna udaljenost = 6580 m	2 × tjedno, dodatan trening, 10 tjedana, 20 treninga	RSAnaj ↔ RSApro ↔ RSA%sdec ↔ 10SPR↔ CMJ ↑* 4,7 % 4 × 5 m ↔

AUTOR	PROGRAM TRENINGA	VOLUMEN TRENINGA	EFEKTI
Serpiello i sur., 2011	3 × (5 × 4 sekundi sprint na nemotoriziranoj traci; 20 sekundi odmor; 4,5 minuta pauza između serija). Ukupno realizirano: 15 sprintova po treningu. Ukupno realizirano: 150 sprintova; ukupna distanca ≈ 3 750 m	10 treninga, 3 × tjedno, 30 treninga	RSAnaj ↑* 5,5 % RSApro ↑* 8,8 % VO2max ↑ 2 % YYIRT↑* 8 %
Buchheit i sur., 2010c	3 – 4 × [4 – 6 × (10 m sprint, agilnost i povratni sprintovi < 5"); 30 sekundi pauza; 3 minute odmor između serija]. Ukupno realizirano: ≈ 50 sprintova; ukupna distanca ≈ 980 m	2 × tjedno, dodatan trening, 3 tjedna, 8 treninga	Ab ↑ 2,7 % RSApro ↑ 2,2 % RSA%sdec ↑ 35 % CMJ ↓ 10SPR ↑* 4,6 % RS
Ferrari-Bravo, i sur., 2007	3 × (6 × 40 m povratni sprintovi (4 × 10 m i 2 × 20 m); 20 sekundi pauza; 4 minute pauza između serija). Ukupno po treningu: 18 sprintova; ukupna distanca po treningu: 720 m. Ukupno 252 sprinta; ukupna distanca: 10 080 metara	2 × tjedno, dodatan trening, 7 tjedana, 14 treninga	RSApro ↑* 2,1% RSA%sdec ↔ CMJ ↔ 10SPR ↔ VO2max ↑* 5,8% YYIRT ↑* 28,1%
Fernandez-Fernandez, i sur., 2012	3 × (10 × 5 sekundi povratni sprintovi na 22 m; 15 sekundi pauza). Ukupno 30 sprintova po treningu; ukupna distanca po treningu: 900 m. Ukupno: 540 sprintova; ukupna distanca: 16 200 metara	3 × tjedno, dodatan trening, 6 tjedana, 18 treninga	VO2max ↑*6,0 % CMJ ↔ 20SPR ↔ RSApro ↑* 3,8 % RSA%sdec ↔

AUTOR	PROGRAM TRENINGA	VOLUMEN TRENINGA	EFEKTI
Attene i sur., 2014	3 × 6 – 8 povratnih sprintova na 30 m (15 + 15); 20 sekundi pauza, 4 minuta pauza između serija. Ukupno 18 do 24 sprintova po treningu; ukupna distanca po treningu 540 – 720 m. Ukupno: 252 sprinta; ukupna distanca: 7 560 m Test: RSS (10 × 15 + 15 s 30" pasivne pauze)	2 × tjedno, dodatan trening, 6 tjedana, 12 treninga (mlade košarkašice)	RSAnaj ↑* 3,1 % RSAt ↑* 4,2 % RSA%sdec ↑ 29 % YYIRT ↑* 28,1 %
Soares-Caldeira i sur., 2014	2 × 6 – 8 pravocrtnih sprintova na 30 m; 20 sekundi pauza, 5 minuta pauza između serija. Ukupno realizirano 12 – 16 sprintova po treningu; ukupna distanca po treningu 360 – 480 m. Ukupno: 246 sprintova; ukupna distanca: 4380 m Test: RSS (6 × 20 + 20 s 20" pasivne pauze)	4 × tjedno, dodatan trening u pripremnom periodu, 4 tjedna, 11 treninga (futsal nogometaši)	RSAnaj ↑ 1,3 % RSApro ↑* 2,4 % RSAw ↑* 4,1 % RSA%sdec ↑ 17,8 % YYIRT ↑* 31,2 % SJ ↓ 5,9 % CMJ ↓ 2,1 %
Nadrehagen i sur., 2015	4 – 6 ponavljanja (20 + 10 metara) s 3 – 4 serije. Pauza 30 sekundi između ponavljanja, pauza između serija 5 minuta	1 x tjedno, 8 tjedana (amateri nogometaši), 8 treninga	RSAt RSApro ↑* 1,5 % YYIRT ↑* 15 % YYIRT prije 1455±188 poslije 1677±308 ↑* RSA prije 7,79±0,37 poslije 7,68±0,41 ↑*

AUTOR	PROGRAM TRENINGA	VOLUMEN TRENINGA	EFEKTI
Nascimento i sur., 2015	3 × 6 povratnih sprintova na 40 m (10 + 10 + 10 + 10); s 20" pauza, 4' pauza između serija. Ukupno 18 sprintova po treningu; ukupna distanca po treningu 720 m. Ukupno: 144 sprintova; ukupna distanca: 5 760 m Test: RSS (8 × 10 + 20 + 10 s 20" pasivne pauze)	2 × tjedno, dodatan trening u natjecateljskom periodu, 4 tjedna, 8 treninga (mladi futsal nogometaši)	RSAnaj ↔ RSApro ↔ RSA%sdec ↑ 26,2 % PV ↑ 3,8 % AnP ↑* 7,7 % RJ ↑* 2,4 % CMJ ↔ RSA_{La} ↓* 19,7 %
Galvin i sur., 2013	10 × 6" sprint na nemotoriziranoj traci s 30" odmora, 5' pauza nakon protokola. Ukupno 10 sprintova po treningu; ukupna distanca po treningu ~ 430 m (radi se o 6" sprinta). Ukupno 120 sprintova; ukupna distanca ~ 5 160 m Test: RS (10 × 20 m s 30" pauze)	3 × tjedno, dodatan trening, 4 tjedna, 12 treninga (mladi ragbijaši)	5SPR ↑* 2,8 % 10SPR↑ 1,1 % 20SPR ↑ 1 % RSApro ↑ 1,2 % RSA%sdec ↔ YYIRT ↑* 14 % RSA_{La} ↓ 7,2 %
Suarez-Arrones i sur., 2014	3 × 6 povratnih sprintova na 40 m (20 + 20) s 20" pasivna pauza, 4' pauza između serija. Ukupno 18 sprintova po treningu; ukupna distanca po treningu 720 m. Ukupno 216 sprintova; ukupna distanca: 8640 m Test: RSS (oko čunja) (6 × 20 + 20 m s 20" pasivne pauze)	2 × tjedno, dodatan trening, 6 tjedana, 12 treninga (ragbijaši)	RSAnaj ↔ RSApro ↑* 2,3 % RSA%sdec ↑*25,6 % Power ↑* 5 %

AUTOR	PROGRAM TRENINGA	VOLUMEN TRENINGA	EFEKTI
Attene i sur., 2015	3 × 6 – 8 povratnih sprintova na 30 m (G1: 15 + 15; G2: 10 + 10 + 10) s 20" pauza, 4' pauza između serija. Ukupno 18 do 24 sprinta po treningu; ukupna distanca po treningu 540 – 720 m. Ukupno 168 sprintova; ukupna distanca: 5040 m Test: RSS (10 × 15 + 15 s 30" pasivne pauze) IRSS (10 × 10 + 10 + 10 s 30" pasivne pauze)	2 × tjedno, dodatan trening, 4 tjedna, 8 treninga (mladi košarkaši)	RSAG (1 okret) RSAnaj ↑* 1,7 % RSAt ↑ 2,9 % RSAw ↑* 4,6 % RSA%sdec↑*29,5 % RSA_{La} ↓ 10,8 % YYIRT ↑* 25,6 % SJ ↑ 3,1 % CMJ ↑* 3,4 % IRSAG (1 okret) RSAnaj ↑ 1,4 % RSAt ↑ 2,2 % RSAw ↑ 2,4 % RSA%sdec ↑*23,7 % RSA_{La} ↓ 2,4 % YYIRT ↑ 16,1 % SJ ↑* 5,1 % CMJ ↑* 7,7 %
Rey i sur., 2019	4 – 6 ponavljanja od 15 do 30 metara ; 2 – 6 serije. Pauza između ponavljanja 20 sekundi (pasivna), pauza između serija 4 minute. Distanca po tjednu 300 – 720 metara. Ukupna distanca 2860 metara	I. grupa 1x tjedno, II. grupa 2 x tjedno, 6 tjedana mladi nogometaši (U15)	RPE ↔ 20SPR ↑* grupa1 2,4 %, grupa 2 1,5 % RSA%sdec ↔

AUTOR	PROGRAM TRENINGA	VOLUMEN TRENINGA	EFEKTI
Sagelv i sur., 2019	3 x 4 linearnog sprinta 40 m 3 x 4 sprinta s promjenom smjera 30 m, pauzom od 30" , 55" pauza između serija. Ukupno 12 sprintova po treningu, ukupna distanca po treningu: 360 – 480 m, ukupno 96 sprintova, ukupna distanca: 2880 – 3840 m	2 x tjedno, dodatan trening, 22 tjedna, 44 treninga (mladi nogometaši, 16 – 19 godina)	YYIRT ↑* 9.1 % SPR ↔ VO2max ↔
Legenda: SPR- sprint 5, 10, 20m, RSApro – prosjek ponavljanih sprintova, RSAnaj – najbolji sprint u testu ponavljanih sprintova, RSA%sdec – postotak opadanja sprinta, CMJ – skok s pripremom, VO2max – maksimalni primitak kisika, YYIRT – Yo Yo intermittent recovery test, RPE – subjektivni osjećaj opterećenja, ↑ - poboljšanje rezultata, ↓ - smanjenje rezultata, ↔ - nepromijenjeni rezultati, * - statistički značajno poboljšanje sposobnosti			

5. UTJECAJ TRENINGA SPRINTA NA POKAZATELJE KONDICIJSKE PRIPREMLJENOSTI

Kao što je navedeno u uvodu, sposobnost ponavljanih sprintova je kompleksna sposobnost ovisna o neuromuskularnim i metaboličkim faktorima (Buchheit i sur., 2010 i Girard i sur., 2011). Uvažimo li to, trenažne strategije za razvoj treninga sprinta mogu rezultirati napretcima u sposobnosti ponavljanih sprintova (Buchheit i sur., 2010 i Girard i sur., 2011). Rezultati studije Rey, Padrón-Cabo, Fernández-Penedo (2017) ukazuju na značajne napretke u različitim tehnologijama treninga sprinta (s opterećenjem i bez opterećenja na sprint). Autori su u ovoj studiji zabilježili značajna povećanja u rezultatima sprinta te u rezultatima testa sposobnosti ponavljanih sprintova stoga potvrđuju pozitivne učinke koristeći trening sprinta i uključivanja istog u standardni nogometni trening za napredak u sposobnosti ponavljanih sprintova.

Moya-Ramona i sur. (2020) bilježe male napretke u sposobnosti ponavljanih sprintova, posebice u izoliranoj varijabli RSA prosjek, što je varijabla i u ovom doktorskom radu. Spoznaje navedenih autora ukazuju da su se poboljšanja dogodila smanjenjem trajanja kontakta s podlogom tijekom sprinta što može pozitivno utjecati na brzinu proizvodnje sile (*eng. rate of force development*) čime su potvrdili rezultate u istraživanju Torres-Torrelo i suradnika (2018). U radu West i sur. (2013) istraživao se napredak u sprintu na 10 i 30 metara kod profesionalnih ragbi igrača upotrebom treninga sprinta. Isto tako, budući da su autori koristili dvije tehnologije treninga za razvoj sprinta (sprint s opterećenjem i sprint bez opterećenja) u rezultatima je vidljivo da se s obje metode dobivaju značajni pomaci u rezultatima, što potvrđuju rezultate istraživanja Harrisona i sur., 2009. Spoznaje ovih radova vezane uz napredak sprinta idu u smjeru objašnjavanja povećanja determinanti akceleracije i brzine, kao što su horizontalni i vertikalni impulsi sile (Hunter i sur., 2005, West i sur., 2011, Weyand i sur., 2000). U radu Gila i sur. (2018) na brazilskim seniorskim nogometašima zabilježeni su značajni napredci u testovima za procjenu sprinta na 5, 10, 15 i 25 metara. Ove rezultate potvrđuju i istraživanja (Clark i sur 2010, Rey i sur., 2017) koja idu u smjeru primjene visokog intenziteta treninga tijekom sprinta koji je determinirajući faktor u dobivanju snage mišića donjih ekstremiteta kod seniorskih nogometaša.

Istraživanje Reya i sur. (2017) pokazalo je značajni napredak i efekte u sprintu pod utjecajem treninga sprinta. Njihovi rezultati potvrđuju rezultate prethodnih istraživanja (Buchheit i sur., 2010, Chtara i sur., 2017, Iaia i sur., 2017, Taylor i sur., 2016). Spoznaje autora

oko napretka u sprintu idu u smjeru povećanja mišićnih energenata (kreatin-fosfata i glikogena) te neuromuskularnih promjena, kao što su sposobnosti kontrakcije, povećanje angažiranosti mišićnog vlakna i sinkronizacije mišićnih jedinica (Taylor i sur., 2015). U radu Moya-Ramon i sur. (2020) autori bilježe srednje napretke u akceleraciji i sprintu (na 5, 10 i 20 metara) kod mladih nogometaša. Navedene rezultate objašnjavaju napretkom neuralnih adaptacijskih procesa (Ross, Leveritt i Riek, 2001) koji mogu poboljšati mišićnu proizvodnju sile te brzinu kretanja (Perrey, Racinais, Saimouaa i Girard, 2010). Treningom sprinta očekivano možemo djelovati na sposobnost sportaša da generira horizontalne i vertikalne sile ovisne o silama koje smo koristili tijekom treninga sprinta (Martinez–Valencia i sur., 2015. U radu Reya i sur. (2017) nisu zabilježeni značajni napreci u eksplozivnoj jakosti tipa vertikalne skočnosti što objašnjavaju nedostatkom više specifičnih trenažnih strategija od samog sprinta, kao što su pliometrijski trening i trening s vanjskim opterećenjem. Autor Kotzamanidis (2003) u svom radu je zabilježio značajne napretke u sprintu na 10 metara te napretke u sprintu od 10 do 20 metara. Kako se sprint može podijeliti u tri faze, fazu inicijalne akceleracije do 10 metara, fazu sekundarne akceleracije 10 – 36 metara i fazu maksimalne brzine 36 metara (Delecluse i sur., 1995), vidljivo je da su napreci u ovom istraživanju izraženi u fazi inicijalne akceleracije. Objašnjenje rezultata u ovoj studiji može se objasniti boljim efektima učenja (Branta, Haubenstricker i Seefeldt, 1984) te povećanjem duljine i frekvencije koraka zbog neuromuskularnog razvoja i povećane jakosti donjih ekstremiteta s obzirom na to da su ispitanici bili mladi sportaši. U svom radu Mathisen (2014) istražuje utjecaj treninga sprinta kod mladih nogometaša, starosti od 12 do 15 godina (Rowland, 2005 i Malina i sur., 2004) tijekom pripremnog perioda. Ispitanici su pokazali značajno poboljšanje u sprintu nakon eksperimentalnog protokola od 6,6%. Autor rezultate objašnjava napretkom u jakosti, snazi i neuralnim adaptacijama s obzirom na povećane razine testosterona u ovoj fazi rasta i razvoja. Ovaj rad potvrđuje rezultate prethodnih istraživanja na mladim nogometašima (Rumpf i sur., 2012, Kotzamanidis 2006, Castanga i sur., 2003). Osim navedenoga, program treninga sastojao se i od vježbi skokova i poskoka čime se dogodila adaptacija među-mišićne koordinacije (Meylan i sur., 2009., Sheppard i sur., 2006.). Posljedično su ove adaptacije djelovale na poboljšanu adaptaciju motoričkih jedinica i unutarmišićnu koordinaciju (Rowland, 2005). U znanstvenom radu autora Gottlieb, Eliakim, Shalom, Iacono i Meckel (2014) zabilježeni su značajni napreci u rezultatima sprinta pod utjecajem treninga sprinta kod mladih košarkaša. Autori su potvrdili rezultate prethodnih istraživanja dolazeći do sličnih spoznaja (Marković i sur., 2007, Buchheit u sur., 2010, MacDougall i sur., 1998, Meckel i sur., 2012, Young i sur., 2001). Trening sprinta zahtijeva veliku razinu produkcije sile i neuralne aktivacije (Nummela

1994 i Ross i sur., 2001), kao što prethodne studije pokazuju da povećana živčana aktivnost tijekom sprinta povećava frekvenciju i razinu mišićne aktivacije te povećanu mogućnost aktivacije mišića (Ross i sur., 2001). Osim navedenoga, autori ovog istraživanja sprint objašnjavaju kao kompleksni pokret, odnosno kompleksnu aktivnost koja u sebi sadrži cikluse istezanja i skraćivanja mišića čime se povećava jakost i snaga mišića opružača nogu. U radu Moya-Ramona i sur. (2020) bilježe se mali napreci u eksplozivnoj jakosti tipa skoka pod utjecajem treninga sprinta kod tenisača. Rezultate ovog istraživanja potvrđuju i ostala istraživanja (Fernandez-Fernandez i sur., 2015., Gil i sur 2018, Spinks i sur., 2007.) čije spoznaje idu prema objašnjenju poboljšanja vertikalnih i horizontalnih sila koje mogu imati pozitivan utjecaj na vertikalnu i horizontalnu jakost tipa skoka. U svom radu Gil i sur. (2018) bilježe napretke u rezultatima eksplozivne snage tipa skoka kod seniorskih nogometaša što se objašnjava povećanjem mišićne jakosti donjih ekstremiteta, što rezultira poboljšanjem eksplozivne snage tipa skoka kao važne motoričke sposobnosti za uspjeh u nogometu. Autor Kotzamanidis (2003) zabilježio je značajno povećanje u eksplozivnoj jakosti tipa skoka pod utjecajem treninga sprinta. Objašnjava se da izvedba sprinta u sebi sadrži ciklus istezanja i skraćivanja mišića (Dietz i sur., 1979) koji pozitivno utječe na visinu vertikalnog skoka kod osoba starije životne dobi (Fatouros i sur., 2001), adolescenata (Matavulli i sur., 2001) i predadolescenata (Xiao-Ping, 2001). Ova činjenica povezana je s visokom razinom sila korištenih tijekom različitih faza sprinta (Mero i sur., 1998) koje uzrokuju visoku aktivaciju mišića donjih ekstremiteta. Stoga ovaj autor dolazi do zaključka da se treningom sprinta i opetovanim ponavljanja ciklusa istezanja i skraćivanja mogu dogoditi adaptacije slične onima koje mogu imati tradicionalne vježbe istezanja i skraćivanja u kontekstu pliometrijskog treninga.

U radu Moya-Ramona i sur. (2020) zabilježeni su srednji napreci u sposobnosti promjene smjera kretanja kod mladih tenisača čime su potvrđeni rezultati studije Otero-Esquina i sur. (2017) koji su u svom radu utvrdili povezanost linearnog sprinta i promjena smjera kretanja u kombinaciji treninga s vanjskim opterećenjem. S obzirom na to da su u radu Moya-Ramona i sur. (2020) autori koristili prsluke s opterećenjem, poboljšanja su bila vidljiva. Spoznaje ovog rada idu u smjeru poboljšanja mišićne jakosti donjih ekstremiteta dobiveni trenažnim stimulusom sprinta. U radu Gil i sur. (2018) bilježe napretke u rezultatima varijabli agilnosti kod seniorskih nogometaša. Vezano uz prethodni navod, povećanje mišićne jakosti donjih ekstremiteta rezultiralo je poboljšanjem agilnosti kao važne motoričke sposobnosti za važnost uspjeha u nogometu. U svom radu Mathisen (2014) je pronašao značajnu korelaciju između sprinta na 10 metara i agilnosti R = 0,53. Također je zabilježena značajna korelacija

između agilnosti i sprinta duljine 20 metara R = 0,67, iako se sprint i brzina promjene smjera kretanja razmatraju kao neovisne sposobnosti (Little i sur., 2005, Yang i sur 2001). Neki autori (Jones i sur., 2009) sugeriraju da napreci u pravocrtnom sprintu mogu dovesti do napredovanja u agilnosti. Ujedno, neke fiziološke i biomehaničke determinante mogu imati utjecaj na isto (Jakovljević i sur., 2012), stoga se može zaključiti da je povezanost pravocrtnog sprinta i agilnosti puno veća u mlađoj populaciji nego kod odraslih. Zbog rezultata Mathisena (2014) u kojima je uočena povezanost sprinta i agilnosti, autori zapažaju da produkcija visoko intenzivnih aktivnosti tijekom treninga može imati pozitivan učinak na sprint i na agilnost. Uzimajući u obzir sve navedeno, može se zaključiti da se kombinacijom sprinta, promjene smjera kretanja i pliometrijske tehnologije treninga mogu postići značajni napredci u ovim sposobnostima.

Tablica 2. Prikaz radova koji su proučavali efekte treninga sprinta na kondicijske sposobnosti

AUTOR	PROGRAM TRENINGA	VOLUMEN TRENINGA	EFEKTI
Kotzamanidis 2003	Distanca 5 – 30m, 3' pauza između ponavljanja; 5' pauza između serija. Distanca po treningu 150 – 300m	2 x tjedno, 10 tjedana, 20 treninga	10 m SPR prije 2,19±0.15 poslije 2,14±0.12 ↑* 10 m SPR prije 3,82±0.24 poslije 3,68±0.17 ↑* 30 m SPR prije 5,45±0.44 poslije 5,27±0.32 ↑*
Rey i sur., 2017	Distanca 20 m, 2' pauza između ponavljanja, 5' pauza između serija. Distanca po treningu 120 – 280m. Distanca po tjednu 240 – 560. Ukupna distanca 2560 m	2 x tjedno, 6 tjedana, 12 treninga, dodatni trening	<u>Prsluk s utezima:</u> CMJ prije 31,77±4,19 poslije 31,88±5,29 ↔ 10 m SPR prije 1,78±0,07 poslije 1,61±0,06 ↑* 30 m SPR prije 4,34±0,07 poslije 4,08±0,10 ↑* RSA%sdec prije 2,40±1,51, poslije 2,39±1,33 ↔ RSApro prije 3,29±0,07 poslije 3,05±0,12 ↑* RSAnaj prije 3,21±0,08 poslije 2,79±0,12 ↑* <u>Sprint bez otpora:</u> CMJ prije 32,30±5,52 poslije 32,94±5,20 ↔ 10 m SPR prije 1,79±0,07 poslije 1,59±0,05 ↑* 30 m SPR prije 4,27±0,23 poslije 4,05±0,15 ↑* RSA%sdec prije 3,05±1,94, poslije 2,95±0,66 ↔ RSApro prije 3,25±0,15 poslije 2,95±0,10 ↑* RSAnaj prije 3,15±0,12 poslije 2,89±0,11 ↑*

AUTOR	PROGRAM TRENINGA	VOLUMEN TRENINGA	EFEKTI
Moya-Ramon i sur 2020	Distance 3 – 4 m 1. tjedan 1 x 6 ponavljanja 25" pauza, 2. tjedan 2 x 5 ponavljanja 25" pauza, 2' pauza između serija, 3. tjedan 2 x 5 ponavljanja 25" pauza, 2' pauza između serija, 4. tjedan 2 x 6 ponavljanja 30" pauza, 3' pauza između serija, 5. tjedan 2 x 6 ponavljanja 30" pauza, 3' pauza između serija, 6. tjedan 2 x 8 ponavljanja 35" pauza, 4' pauza između serija	2 x tjedno, 6 tjedana, 12 treninga	RSA%sdec prije 3,8±1,7, poslije 3,4±1,4 ↑* RSApro prije 4,52±0,33, poslije 4,47±0,32 ↑* RSAnaj prije 4,35±0,34, poslije 4,32±0,33 ↔ CMJ prije 36,3±3,5, poslije 38,7±3,5 ↑* 5 m SPR prije 1,07±0,03, poslije 1,04±0,03 ↑* 10 m SPR prije 1,82±0,04, poslije 1,78±0,05 ↑* 20 m SPR prije 3,12±0,12, poslije 3,05±0,11 ↑*
Mathisen i sur., 2014	30 sprintova po treningu (15 linearnih i 15 s promjenom smjera), pauza između ponavljanja 60 sekundi. Ukupno 240 sprintova. Pripremni period	1 x tjedno, 8 tjedana, 8 treninga	10 m SPR prije 2,02±0,11, poslije 1,96±0,11 ↑* 20 m SPR prije 3,54 ±0,17, poslije 3,42± 0,18 ↑* AG prije 8,23±0,34 , poslije 7,69±0,34 ↑*
Gottlieb i sur., 2014	Distanca sprinta 20 metara, pauza između ponavljanja 1 minuta, pauza između serija 3 minute. 1.i 2. tjedan 3 seta x 4 ponavljanja. 3. i 4. tjedan 3 seta x 5 ponavljanja. 5. i 6. tjedan 3 seta x 6 ponavljanja. Pauza između ponavljanja 84 sekunde. Ukupno 90 sprintova. Ukupna distanca po treningu 240 – 360 m. Ukupna distanca: 1800 m	2 x tjedno, 6 tjedana, 12 treninga	20 m SPR prije 3,07 ±0,11, poslije 2,99±0,07 ↑* CMJ prije 40,60 ±4,80, poslije 42,36±5,75 ↑* AG (2x5 Shuttle test) prije 0,91±0,09, poslije 0,79±0,05 ↔

AUTOR	PROGRAM TRENINGA	VOLUMEN TRENINGA	EFEKTI
Gil i sur., 2018	Distanca sprinta od 7 metara, 20 sekundi pauza između ponavljanja, 60 sekundi pauza između serija. 1. – 3. tjedan: 2 serije po 4 ponavljanja po treningu, 4. – 6. tjedan: 4 serije po 4 ponavljanja po treningu	6 tjedana	Osnovne vrijednosti: Promijenjeni rezultati: SJ (cm) 40,0 ± 3,7 14,7 ± 4,4; ±2,7; 1,5 CMJ (cm) 39,7 ± 2,9 15,6 ± 3,2; ±1,9; 1,8 5-m (s) 1,06 ± 0,1 −8,4 ± 7,9; ±4,8; −1,3 10-m (s) 1,77 ± 0,1 −5,3 ± 4,4; ±2,7; −1,3 15-m (s) 2,42 ± 0,1 −4,1 ± 3,9; ±2,4; −0,9 20-m (s) 3,02 ± 0,1 −2,8 ± 4,0; ±2,4; −0,6 25-m (s) 3,62 ± 0,1 −2,1 ± 2,9; ±1,7; −0,4 COD (s) 5,70 ± 0,1 −6,1 ± 2,1; ±1,3; −1,6
Venturelli i sur., 2008	Distanca sprinta 10 – 20 metara, pauza 60 – 90 sekundi između ponavljanja	2 x tjedno, 12 tjedana, 24 treninga	20 m SPR prije 3,75 ±0,10, poslije 3,66± 0,09 ↑* CMJ prije 23,5 ±2,1, poslije 23,4± 2,9 ↔
West i sur., 2013	2 serije 3 x 20 metara sprint s 2 minute pauze između ponavljanja, 4 minuta pauza između serija. Ukupno 72 sprinta. Ukupna distanca po treningu 120 m. Ukupna distanca 720 m	2 x tjedno, 6 tjedana, 12 treninga	10 m SPR prije 1,74 ±0,07, poslije 1,72± 0,06 ↑* 30 m SPR prije 4,19 ±0,19, poslije 4,15± 0,18 ↑*
Shalfawi i sur., 2012	4 serije 5 x 40 m sprinta s 90 sekundi pauze između ponavljanja, 10 minuta pauza između serija. Ukupno 20 sprintova po treningu. Ukupno 320 sprintova. Ukupno 800 metara sprinta po treningu. Ukupno 12 800 metara	2 x tjedno, 8 tjedana, 16 treninga	0 – 20 m prije 3,29±0,14 poslije 3,10±0,08 ↑* 0 – 40 m prije 5,82±0,27 poslije 5,49±0,18 ↑* CMJ prije 31,1±2,6 poslije 32,3±2,6 ↑ YYIRT prije 17,3±0,08 poslije 17,1±0,09 ↔ AG prije 9,29±0,24 poslije 9,19±0,22 ↔

AUTOR	PROGRAM TRENINGA	VOLUMEN TRENINGA	EFEKTI
Shalfawi i sur., 2013	Distanca sprinta 40 metara 1. tjedan 3 serije 4 x 40 metara, 2. tjedan 4 serije 4 x 40 metara, 3. tjedan 5 s serija 4 x 40 metara, 4. tjedan 2 serije 5 x 40 metara, 5. tjedan 3 serije 5 x 40 metara, 6. tjedan 4 serije 5 x 40 metara, 7. tjedan 2 serije 5 x 40 metara, 8. tjedan 3 serije 5 x 40 metara. Pauza između ponavljanja 90 sekundi. Pauza između serija 10 minuta	1 x tjedno, 10 tjedana, 10 treninga	SP 40 m prije 6,45±0,19 poslije 6,44±0,26 ↔ AG prije 8,23±0,32 poslije 8,06±0,21 ↔ CMJ prije 26,8±3,3 poslije 27,7±2,2 ↔
Marković i sur., 2007	1. tjedan 3 serije 3 x 10 metara, 2. tjedan 4 serije 3 x 10 metara, 3. tjedan 3 serije 3 x 20 metara, 4. tjedan 4 serije 3 x 20 metara, 5. tjedan 3 serije 3 x 30 metara, 6. tjedan odmor, 7. tjedan 4 serije 3 x 30 metara, 8. tjedan 3 serije 3 x 40 metara, 9. tjedan 4 serije 3 x 40 metara, 10. tjedan 3 serije 3 x 50 metara, 11. tjedan 4 serije 3 x 50 metara Pauza između ponavljanja 60 sekundi.	3 x tjedno, 11 tjedana (1 tjedan pauze), 30 treninga	CMJ 7,4 % ↑* SPR20 m 3,1 % ↑* AG (20jardi) 4,3 % ↑*

AUTOR	PROGRAM TRENINGA	VOLUMEN TRENINGA	EFEKTI
	Pauza između serija 3 minute		

Legenda: SPR– sprint, AG– test za procjenu agilnosti, RSApro – prosjek ponavljanih sprintova, RSAnaj – najbolji sprint u testu ponavljanih sprintova, RSA%sdec – postotak opadanja sprinta, CMJ – skok s pripremom, VO2max – maksimalni primitak kisika, YYIRT – Yo Yo intermittent recovery test, ↑– poboljšanje rezultata, ↓ – smanjenje rezultata, ↔ – nepromijenjeni rezultati, *– statistički značajno poboljšanje sposobnosti

6. PROBLEM ISTRAŽIVANJA

Današnje sportske igre karakterizirane su visokom razinom promjene u visoko intenzivnim strukturama kretanja, ispresijecane s niže intenzivnim aktivnostima (Stolen i sur., 2005). Objašnjene visoko intenzivne aktivnosti mogu se razmatrati kao kritične, odnosno jedne od važnijih aktivnosti tijekom sportskih igara, posebice nogometa. Samim time se pravocrtni sprint može definirati kao najučestalija kretnja za situacije u kojima se događaju najvažniji dijelovi unutar natjecanja, odnosno utakmica, a to su najčešće situacije za postizanje pogotka (Di Savlo i sur., 2009). Nadalje, sprint može predstavljati distinkciju između igrača više i niže kvalitete (Rampinini i sur., 2007). U skladu s navedenim, može se zaključiti da su visoko intenzivne kretne strukture, posebice situacije u kojima dominira sprint važne za uspjeh u različitim sportskim igrama te shodno tome definiranje trenažnih strategija za razvoj istih predstavlja važnu zonu interesa znanstvenika i praktičara kako bi se, na što je moguće precizniji način, moglo utjecati na razinu kondicijske pripremljenosti vrhunskih sportaša.

S druge strane, sposobnost ponavljanih sprinova također je neizostavna za uspjeh u sportskim igrama (Spencer i sur., 2005). Kao što je navedeno kod sprinta, sposobnost ponavljanih sprintova jednako tako ima visoku razinu predikcije u kondicijskoj pripremljenosti pojedinca. Primjenom treninga za razvoj sposobnosti ponavljanih sprintova moguće je očekivati poboljšanja izvedbe različitih specifičnih zadataka, kao što su skok s naglaskom na vertikalnu i horizontalnu komponentu, brzine i izdržljivosti (Campos-Vasquez i sur., 2015).

Trening ponavljanih sprintova i trening sprinta često su korišteni alati i strategija za unapređenje kondicijskih sposobnosti u sportovima koje krase brzinsko-eksplozivne kretnje i izdržljivost (Spencer i sur., 2004).

7. CILJEVI I HIPOTEZE

Cilj ovog rada je utvrditi razlike u efektima različitih tipova treninga, i to treningom sprinta i treningom ponavljanih sprintova. Istraživanjem se želi zaključiti imaju li trening ponavljanih sprintova i trening sprinta utjecaj na različite parametre i pokazatelje kondicijske pripremljenosti kroz kontekst funkcionalnih i motoričkih sposobnosti te sposobnosti ponavljanih sprintova. Temeljem toga kao i pregledom dosadašnjih istraživanja i znanstvenih radova definirane su sljedeće hipoteze:

H1: Postojat će statistički značajna razlika nakon provedbe treninga između grupe koje će izvoditi ponavljane sprintove i grupe koja će provoditi trening sprinta u funkcionalnim sposobnostima (maksimalni primitak kisika - VO2max, brzina trčanja na pokretnom sagu - vmax, brzina trčanja pri maksimalnom primitku kisika - vVO2max, maksimalna frekvencija srca - FSmax).

H2: Postojat će statistički značajna razlika nakon provedbe treninga između grupe koje će izvoditi ponavljane sprintove i grupe koja će provoditi trening sprinta u motoričkim sposobnostima (sprint na 5 metara - SP5m, sprint na 10 metara - SP10m, sprint na 25 metara - SP25m, skok s pripremom - CMJ, ponavljani skokovi - RJ, 20 jardi).

H3: Postojat će statistički značajna razlika nakon provedbe treninga između grupe koje će izvoditi ponavljane sprintove i grupe koja će provoditi trening sprinta u sposobnostima ponavljanih sprintova (najbolji sprint u testu ponavljanih pravocrtnih sprintova - RSAnaj, prosjek sprintova u testu ponavljanih pravocrtnih sprintova - SPSpro, postotak opadanja sprinta pri testu ponavljanih pravocrtnih sprintova - RSA%sdec, koncentracija laktata nakon testa ponavljanih pravocrtnih sprintova-RSAla, subjektivna procjena opterećenja nakon testaponavljanih pravocrtnih testova - RSArpe, maksimalna frekvencija srca za vrijeme provođenja testa za procjenu sposobnosti ponavljanja sprinta - FSpeakRSA).

8. METODE ISTRAŽIVANJA

8.1. Uzorak ispitanika

Istraživanje je provedeno na uzorku od 30 ispitanika selekcionirane populacije s Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, i to studenata koji su bili polaznici prve godine sveučilišnog studija kineziologije, koji su bili upisani u akademsku godinu 2015./2016. Sudionici istraživanja podijeljeni su nasumično u dvije eksperimentalne grupe, i to grupu koja je provodila trening ponavljanih sprintova (grupa RSA; visine tijela 180,58 ± 8,73 cm, mase tijela 78,11 ± 8,64 kg) te u grupu koja je provodila trening sprinta (grupa S; visine tijela: 181,23 ± 6,92 cm, mase tijela: 80,77 ± 8,4 kg). S obzirom na to da neki ispitanici nisu zadovoljili kriterije i nisu imali dovoljan broj treninga, nisu ušli u ukupan zbroj ispitanika te nisu ubrojeni u istraživanje. Konačan broj ispitanika koji je u potpunosti odradio eksperiment bio je 26 (13 ispitanika u eksperimentalnoj grupi koja je provodila trening sprinta i 13 ispitanika u eksperimentalnoj grupi koja je provodila trening sposobnosti ponavljanja sprinta). Za izračunavanje veličine uzorka koristio se statistički program GPOWER 3.1.9. kojim je utvrđeno da je 12 ispitanika dovoljno za provedbu eksperimenta, veličine uzorka na razini pogreške od 0,05, sa snagom od 80% i veličinom učinka prema Cohenovom d od -0,62 (Taylor i sur., 2015).

Prije samog eksperimentalnog procesa, tijekom inicijalnih razgovora, ispitanici su dobili jasne informacije da za vrijeme eksperimentalnog postupka ne provode nikakve dodatne oblike tjelesnog vježbanja. Važno je napomenuti da su ispitanici ovog istraživanja za vrijeme eksperimenta bili oslobođeni praktične fakultetske nastave te je time smanjen svaki dodatni oblik tjelesnog vježbanja. Ispitanici su također bili upoznati s ciljem istraživanja i potencijalnim rizicima te su svoj pristanak potvrdili potpisom na Izjavu o suglasnosti sudjelovanja u eksperimentu. Povjerenstvo za znanost, rad i etiku Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu odobrilo je ovaj eksperimentalni proces, odnosno istraživanje na sastanku održanom 16. travnja 2014.

8.2. Mjerni instrumenti i varijable

Sva testiranja za potrebe ovog istraživanja odvijala su se na Kineziološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu pod vodstvom stručnjaka iz Dijagnostičkog centra s Kineziološkog fakulteta.

8.2.1. Mjerni instrumenti i varijable za procjenu funkcionalnih sposobnosti

Za procjenu funkcionalnih sposobnosti korišten je test:

- Progresivni test opterećenja na pokretnom sagu (KF1)

Test za procjenu funkcionalnih sposobnosti proveden je u Dijagnostičkom centru Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Progresivni test opterećenja proveden je na pokretnom sagu Run Race Competition HC1200 (Technogym, Italija) pri stalnom nagibu od 1,5 %. Test je započinjao hodanjem na brzini od 3 km/h u trajanju od 2 minute, nakon čega se brzina povećavala svakih 30 sekundi za 0,5 km/h. Progresivno povećanje brzine kretanja odvijalo se do trenutka kada ispitanik više nije bio u mogućnosti pratiti povećanje brzine kretanja. Moderni mjerni instrumentarij (spiroergometar koji bilježi svaki udah – izdah – *breath by breath,* pokreti sag i telemetrijski monitor srčane frekvencije – pulsmetar) osiguravaju izravno (*online*) praćenje i naknadnu analizu ventilacijskih i metaboličkih parametara. Visoku pouzdanost mjernih podataka povećavaju konstantni mikroklimatski uvjeti u laboratoriju. Na temelju testa na pokretnom sagu dobiva se čitav niz izmjerenih i izvedbenih ventilacijskih i metaboličkih parametara pomoću kojih se utvrđuje razina funkcionalnih sposobnosti te individualne pulsne zone opterećenja (Cosmed – Quark b2 breath by breath spiroergometar i pokretni sag Technogym – Runrace Competition HC1200 te telemetrijski monitor srčane frekvencije – pulsmetar, Polar Electro OY CE 0537).

Ergometrijski, ventilacijski i metabolički parametri koji se koriste za procjenu funkcionalnih sposobnosti predstavit će se u ovom istraživanju. Progresivnim testom opterećenja na pokretnom sagu (KF1) promatrat će se varijable maksimalnog relativnog primitka kisika, maksimalna frekvencija srca, brzina trčanja pri varijabli vo2max i maksimalna dostignuta brzina trčanja na pokretnom sagu.

Tablica 3. Popis parametara koji se mjere spiroergometrijskim testom KF1 na pokretnom sagu.

BR.	ID Testa	Naziv testa	MJ
1	VO2max	Maksimalni relativni primitak kisika	ml/kg/min
2	vmax	Maksimalna dostignuta brzina trčanja na pokretnom sagu	km/h
3	vVO2max	Brzina trčanja pri VO2max	km/h
4	FSmax	Maksimalna frekvencija srca	o/min

Legenda: VO2max – maksimalni relativni primitak kisika, vmax – maksimalna brzina pokretnog saga, vVO2max – brzina pokretnog saga pri maksimalnom primitku kisika, FSmax – maksimalna frekvencija srca u progresivnom testu opterećenja

8.2.2. Mjerni instrumenti za procjenu motoričkih sposobnosti

Procjena motoričkih sposobnosti ispitanika realizirana je skupom od 5 testova u kojima je procijenjen sprint, dva testa procjene eksplozivne jakosti tipa skoka, testom za procjenu agilnosti te testom za procjenu sposobnosti ponavljanja sprintova.

8.2.2.1. Mjerni instrumenti za procjenu sprinta

Za procjenu sprinta korišten je test 25 metara na kojemu su se izolirala vremena:

- 5 metara
- 10 metara
- 25 metara

Testovi za procjenu sprinta mjereni su velikoj dvorani Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Testiranje se odvijalo na tvrdoj podlozi (parketu). Pomoću telemetrijskog sustava fotoćelija Witty Gate, Microgate zabilježeni su rezultati izmjerenih vremena. Prije početka testa ispitanik je zauzeo poziciju visokog atletskog starta iza startne linije. Na samostalni start definiran je početak mjerenja vremena prelaskom kroz prvu fotoćeliju. Na ukupnoj dionici sprinta od 25 metara ispitaniku su izmjerena prolazna vremena na 5 i 10 metara. Svi ispitanici su test sprinta izveli tri puta, s pasivnom pauzom između pojedinog sprinta u trajanju od dvije minute. U analizu rezultata uključene su prosječne vrijednosti dobivene iz tri rezultata mjerenja.

8.2.2.2. Mjerni instrument za procjenu eksplozivne snage tipa skoka

Za procjenu eksplozivne jakosti tipa skoka korišteni su:

- Skok s pripremom (CMJ) (cm)
- Uzastopni skokovi (RJ) (cm)

U dvorani Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu na tvrdoj podlozi (parketu) odvijalo se testiranje za procjenu eksplozivne snage tipa skoka. Za potrebe mjerenja skoka s pripremom (CMJ) i testa uzastopnih skokova (RJ) korišten je sustav OPTO JUMP Next Microgate. U početnoj poziciji kod skoka s pripremom (CMJ) sportaševe su ruke izolirane u položaju na kukovima kako u izvedbi pokreta ne bi utjecale na sposobnost koja se testira. Sportaš stoji u uspravnom položaju nekoliko sekundi, potom se spušta u polučučanj do kuta između natkoljenice i potkoljenice od približno 90 stupnjeva. Iz spuštanja, bez zaustavljanja, iz točke promjene smjera kretanja izvodi maksimalni vertikalni skok, a zatim doskok s laganom fleksijom u koljenima. Ponovno zauzima početnu, uspravnu poziciju, koja označava kraj izvedbe testa. U takvom skoku osigurava se određena količina potencijalne energije elasticiteta nastale za vrijeme ekscentrične aktivnosti (brzog spuštanja) i koristi se, barem njezin dio, za vrijeme kasnije faze koncentrične aktivnosti (skoka). Test se ponavljao tri puta, a u analizu je bila uključena prosječna vrijednost tri rezultata. U testu uzastopnih skokova, ispitanikove su ruke izolirane na kukovima kako u izvedbi skoka ne bi utjecale na sposobnost koja se skokom mjeri. Sportaš stoji u uspravnom položaju van ćelija. Na zvuk prijenosnog računala primjenom programa OPTO JUMP uskače u prostor mjerenja te izvodi 6 uzastopnih skokova iz stopala bez pregiba u koljenom zglobu prilikom kontakta s podlogom. Kao rezultat je uzeta prosječna vrijednost visine tih skokova.

8.2.2.3. Mjerni instrument za procjenu nereaktivne agilnosti

Za procjenu agilnosti korišten je:

- Test 20 jardi

Testiranje nereaktivne agilnosti provedeno je u velikoj dvorani Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. U dvorani su postavljene dvije paralelne crte međusobno udaljene 10

jarda između kojih se točno na sredini nalazi središnja crta (1 jard = 0,9144 metara, 5 jarda = 4,57 metara). Svaka crta široka je jedan metar. Za mjerenje vremena predviđenog za izvođenje testa primjenjivan je telemetrijski sustav foto ćelija Witty. Par ćelija nalazio se na središnjoj liniji s oznakom startne pozicije 0,5 metara od središnje linije na kojoj se ispitanik nalazio bližom nogom. Iz pozicije visokog starta ispitanik kreće na samostalni signal u realizaciju testa koji ponavlja triput. Ispitanik se kreće do bočne crte dotičući crtu stopalom (prelazi udaljenost od 5 jarda), zatim sprinta do druge bočne crte pri je čemu mora i obavezno dotaknuti stopalom (prelazi udaljenost od 10 jarda) te na kraju sprinta do početne, središnje crte (prelazi 5 jarda) gdje se vrijeme zaustavlja. Kao rezultat je uzeta prosječna vrijednost tri rezultata.

8.2.3. Mjerni instrument za procjenu sposobnosti ponavljanih sprintova

Procjena sposobnosti ponavljanih sprintova analizirana je pomoću testa (Buchheit i sur. 2010):

- Sposobnost ponavljanih pravocrtnih sprintova (*eng. Repeated sprint ability*):
  6 x 25 m; 25 s, ovo testiranje uključuje izvedbu 6 maksimalnih sprintova duljine 25 metara s ponovnim startom svakih 25 sekundi.

U testu su mjerene varijable:

- najbolji sprint (RSAnaj) (s)
- prosjek svih sprintova (RSApro) (s)
- koncentracija laktata nakon testa ponavljanih pravocrtnih sprintova (RSAla) nakon 3 minute
- subjektivna procjena opterećenja nakon testa ponavljanih pravocrtnih sprintova (RSArpe)
- maksimalna frekvencija srca za vrijeme provođenja testa ponavljanih pravocrtnih sprintova (FSpeakRSA)
- postotak opadanja sprinterskih sposobnosti tijekom testa (RSA%sdec) (%) koji se izračunavao putem jednadžbe (Buchheit i sur. 2010):

$$\%Sdec = 100 - \frac{SPSpro}{SPSnaj}\ x\ 100$$

Test za procjenu sposobnosti ponavljanih sprintova realiziran je u velikoj dvorani Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu na tvrdoj podlozi (parketu). Prije realizacije

maksimalnog sprinta, odnosno početka testa ispitanik je zauzeo položaj visokog atletskog starta iza startne linije 0,5 m. Početak testa bio je iniciran prethodno snimljenim zvučnim obrascem koji je reproduciran putem zvučnika spojenog na prijenosno računalo. Mjerenje ukupnog vremena pojedinog sprinta zabilježen je putem telemetrijskog sustava fotoćelija Wittty Gate, Microgate. Nakon zvučnog signala ispitanik je krenuo u izvedbu maksimalnog sprinta na dionici duljine 25 metara. Početak mjerenja određen je prelaskom noge kroz prvu fotoćeliju (stanicu), odnosno početnu liniju, a završetak kroz zadnju fotoćeliju (stanicu), odnosno ciljnu liniju. Ispitanik se nakon realizacije jednog maksimalnog sprinta unutar 25 sekundi pauze hodajući vraćao na izvedbu ponovnog sprinta, te je morao ukupno realizirati šest sprintova s definiranom pauzom od 25 sekundi.

Nakon završetka testa zabilježena je vrijednost subjektivne procjene opterećenja (RPE). Prema Fosteru i suradnicima (2001) praćenje opterećenja tijekom aktivnosti na temelju sportaševa subjektivnog doživljaja napora (eng. sRPE – *session rate of percieved exertion*) može biti koristan alat i pokazatelj intenziteta i volumena treninga. Pomoću Borgove skale u rasponu od 1 do 10 sportaš nakon aktivnosti (u ovom slučaju testa) izražava svoj doživljaj opterećenja brojkom prema modificiranoj skali Fostera i suradnika (2001) (Tablica 4).

Tablica 4. Modificirana CR-10 skala doživljaja trenažnog opterećenja (Foster i sur., 2001)

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

Nakon 3 minute od završetka testa ispitanicima je izmjerena koncentracija laktata u krvi (La) (mmol/l) pomoću mjernog uređaja za mjerenje laktata (Lactate SCOUT, Njemačka).

8.3. Opis postupka mjerenja

Eksperimentalni program trajao je devet tjedana s inicijalnim i finalnim testiranjem provedenim na početku, prvi tjedan i na kraju eksperimenta, odnosno deveti tjedan programa.

Tablica 5. Eksperimentalni program i provedba eksperimenta

1. TJEDAN	**2. TJEDAN**	**3. - 8. TJEDAN**	**9. TJEDAN**
Inicijalno mjerenje	Upoznajući trening	Eksperimentalni program	Finalno mjerenje
Antropometrija Motoričke sposobnosti Funkcionalne sposobnosti Sposobnost ponavljanja sprinta	2 treninga, trajanja 60 minuta	18 treninga, 3 treninga tjedno, trajanja 60 minuta	Antropometrija Motoričke sposobnosti Funkcionalne sposobnosti Sposobnost ponavljanja sprinta

Ispitanici su u okviru svoje grupe odrađivali mjerenja prema rasporedu prikazanom u Tablici 6.

Tablica 6. Prikaz rasporeda protokola inicijalnog testiranja, upoznavajućih treninga, rasporeda treninga te finalnog testiranja

1. TJEDAN	**PONEDJELJAK**	**UTORAK**	**SRIJEDA**	**ČETVRTAK**	**PETAK**
	G1 (ANT+F)	G2 (ANT+F)	G3 (ANT+F), G1 (M+RSA)	G2 (M+RSA)	G3 (M+RSA)
2. TJEDAN	**PONEDJELJAK**	**UTORAK**	**SRIJEDA**	**ČETVRTAK**	**PETAK**
			Upoznavajući trening 1		Upoznavajući trening 2
3. TJEDAN	**PONEDJELJAK**	**UTORAK**	**SRIJEDA**	**ČETVRTAK**	**PETAK**
	Trening 1		Trening 2		Trening 3
4. TJEDAN	**PONEDJELJAK**	**UTORAK**	**SRIJEDA**	**ČETVRTAK**	**PETAK**
	Trening 4		Trening 5		Trening 6
5. TJEDAN	**PONEDJELJAK**	**UTORAK**	**SRIJEDA**	**ČETVRTAK**	**PETAK**
	Trening 7		Trening 8		Trening 9
6. TJEDAN	**PONEDJELJAK**	**UTORAK**	**SRIJEDA**	**ČETVRTAK**	**PETAK**
	Trening 10		Trening 11		Trening 12
7. TJEDAN	**PONEDJELJAK**	**UTORAK**	**SRIJEDA**	**ČETVRTAK**	**PETAK**
	Trening 13		Trening 14		Trening 15
8. TJEDAN	**PONEDJELJAK**	**UTORAK**	**SRIJEDA**	**ČETVRTAK**	**PETAK**
	Trening 16		Trening 17		Trening 18
9. TJEDAN	**PONEDJELJAK**	**UTORAK**	**SRIJEDA**	**ČETVRTAK**	**PETAK**
	G1 (ANT+F)	G2 (ANT+F)	G3 (ANT+F), G1 (M+RSA)	G2 (M+RSA)	G3 (M+RSA)
ANT – testiranje antropometrije, F – testiranje funkcionalnih sposobnosti, M – testiranje motoričkih sposobnosti, RSA- testiranje sposobnosti ponavljanja sprinta, G1 – grupa1, G2 – grupa2, G3 – grupa3					

Protokol zagrijavanja za testiranje motoričkih sposobnosti izgledao je:

- 5 minuta umjerenog trčanja u krug unutar velike dvorane Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu
- izvođenje osnovnih vježbi atletske škole trčanja u frontalnom obliku rada na dionici od 20 metara (u jednom smjeru izvodi se zadatak, natrag trčanje), a zadaci uključuju:
    - Niski skip
    - Visoki skip
    - Zabacivanja potkoljenica
    - Izbacivanje potkoljenica
    - Bočna dokoračna kretanja u lijevu stranu
    - Bočna dokoračna kretanja u desnu stranu
    - Škarice (carioca) u lijevu stranu
    - Škarice (carioca) u desnu stranu
    - Dječji poskoci
    - Pogo skokovi
    - Indijanski skokovi
    - Skokovi s noge na nogu
- Izvođenje vježbi dinamičkog istezanja u frontalnom obliku rada po 10 ponavljanja, a koje uključuju
    - Stojeći pretklon na jednu nogu
    - Dinamički ispadni čučanj
    - Dinamički bočni ispadni čučanj
    - Podizanje na prste
    - Skokovi iz gležnja
- Tri progresivna ubrzanja na 25 metara s 1 minutom pasivne pauze
- Dva sprinta na 25 metara s 1 minutom pasivne pauze

8.4. Eksperimentalni postupak

Eksperimentalni protokol sastojao se od nekoliko faza:

Nakon inicijalnog testiranja ispitanici su slučajnim odabirom raspoređeni u dvije eksperimentalne grupe. Jedna grupa ispitanika činila je grupu ponavljanih sprintova (grupa RSA), dok je druga bila raspoređena u grupu sprint (grupa S). Tijekom inicijalnog testiranja broj ispitanika činio je 26 studenata. Svi ispitanici su u potpunosti realizirali inicijalno testiranje, program treninga i finalno testiranje.

Ispitanici iz obje eksperimentalne grupe pohađali su redovitu teorijsku nastavu na fakultetu te su bili oslobođeni praktičnog dijela nastave (nastava iz kolegija Osnovne kineziološke transformacije II., Rukomet, Atletika (bacanja i skokovi). Sam eksperimentalni protokol, odnosno treninzi koji su ispitanici odrađivali bili su jedini oblik treninga tijekom provedbe eksperimenta.

Program samog treninga trajao je šest tjedana u kojima je realizirano 18 trenažnih jedinica, odnosno tri treninga tjedno, i to u frekvenciji ponedjeljak, srijeda i petak, dakle s danom pauze između treninga unutar tjedna te dva dana pauze nakon svakog odrađenog tjedna. Važno je napomenuti da su ispitanici imali uvodni tjedan u kojemu su realizirali 2 upoznavajuća treninga za eksperimentalni protokol. Takav raspored omogućio je kvalitetniju progresiju opterećenja tijekom samog eksperimentalnog procesa. Trening je uvijek bio u terminu od 16:30 do 17:30 (trajanje jednog treninga bilo je maksimalno 60 minuta).

Tablica 7. Sumarni parametri trenažnih intervencija

TJEDAN	BROJ TRENINGA	BROJ SLOBODNIH DANA
1.	2*	5
2.	3	4
3.	3	4
4.	3	4
5.	3	4
6.	3	4
7.	3	4
UKUPNO	20 treninga	29 slobodnih dana
*Upoznavajući treninzi		

Zagrijavanje za program treninga obje grupe bilo je jednako i sadržavalo je elemente laganog trčanja, izvođenje elemenata osnovnih vježbi atletske škole trčanja, vježbama dinamičke fleksibilnosti te ubrzanja. Detaljan protokol zagrijavanja za obje eksperimentalne grupe prikazan je u Tablici 8.

Tablica 8. Protokol zagrijavanja za provođenje treninga obje eksperimentalne grupe

	OPIS I VJEŽBE
LAGANO TRČANJE	○ 5 minuta umjerenog trčanja u krug
VJEŽBE ATLETSKE ŠKOLE TRČANJA	○ Niski skip 1 serija x 20 metara ○ Visoki skip 1 serija x 20 metara ○ Zabacivanja potkoljenica 1 serija x 20 metara ○ Izbacivanje potkoljenica 1 serija x 20 metara ○ Bočna dokoračna kretanja u lijevu stranu 1 serija x 20 metara ○ Bočna dokoračna kretanja u desnu stranu 1 serija x 20 metara ○ Škarice (carioca) u lijevu stranu 1 serija x 20 metara ○ Škarice (carioca) u desnu stranu 1 serija x 20 metara ○ Dječji poskoci 1 serija x 20 metara ○ Pogo skokovi 1 serija x 20 metara ○ Indijanski skokovi 1 serija x 20 metara ○ Skokovi s noge na nogu 1 serija x 20 metara Izvođenje osnovnih vježbi atletske škole trčanja proveden je u frontalnom obliku rada u kojem su ispitanici savladavali dionicu od 20 metara sa zadatkom sa povratnim trčanje, dužine 20 metara. Između svaka vježbe slijedila je pauza trajanja 15 sekundi.
VJEŽBE DINAMIČKE FLEKSIBILNOSTI	○ Stojeći pretklon na jednu nogu 1 serija x 5 ponavljanja svaka noga ○ Dinamički ispadni čučanj 1 serija x 5 ponavljanja svaka noga ○ Dinamički bočni ispadni čučanj 1 serija x 5 ponavljanja svaka noga ○ Podizanje na prste 1 serija x 10 ponavljanja ○ Skokovi iz stopala 1 serija x 10 ponavljanja Izvođenje vježbi dinamičkog istezanja proveden je u frontalnom obliku rada. Između svake vježbe slijedila je pauza u trajanju od 15 sekundi.
INERVACIJA	○ Tri progresivna ubrzanja na 25 metara s 1 minutom pasivne pauze ○ Dva sprinta na 25 metara s 1 minutom pasivne pauze

8.4.1. Eksperimentalna grupa treninga sposobnosti ponavljanih sprintova

Grupa koja je provodila trening sposobnosti ponavljanih sprintova (grupa RSA) imala je 2 – 3 serije sprintova po treningu, točnije 6 – 10 ponavljanja unutar serije. Ukupna udaljenost jednog sprinta uvijek je bila duljine 20 metara. Pauza između ponavljanja kod grupe sposobnosti ponavljanih sprintova definirana je trajanjem od 25 sekundi, odnosno start svakog sljedećeg sprinta bio je nakon 25 sekundi. Pauza je bila pasivnog karaktera, a pauza između serija iznosila je 2 minute, također pasivnog karaktera. Ponavljani sprintovi uvijek su se provodili na dionici od 20 metara. Ukupna udaljenost pretrčana treningom ponavljanih sprintova bila je 7200 metara, a ukupan broj ponavljanih sprintova iznosio je 360. Prikaz sumarnih parametara za eksperimentalni proces grupe koja je provodila trening sposobnosti ponavljanih sprintova prikazan je u Tablici 9.

8.4.2. Eksperimentalna grupa treninga sprinta

Grupa koja je provodila trening sprinta (grupa S) imala je jednak broj sprintova, kao i grupa koja je provodila trening ponavljanih sprintova (grupa RSA) te jednak broje serija (2–3 serije, i to 6 – 10 ponavljanja unutar serije). Ukupna udaljenost jednog sprinta bila je uvijek duljine 20 metara, kao i kod grupe koja je provodila trening za razvoj sposobnosti ponavljanja sprinta. Pauza između ponavljanja definirana je trajanjem od 1 minute i to pasivnog karaktera, dok je pauza između serija bila 3 minute također pasivnog karaktera. Ukupni trenažni volumen sprinta bio je 360 sprintova, odnosno 7200 metara. Prikaz sumarnih parametara za eksperimentalni proces grupe koja je provodila trening sprinta prikazan je u Tablici 10.

Tablica 9. Sumarni parametri eksperimentalnog postupka grupe RSA

	1. tjedan	**2. tjedan**	**3. tjedan**	**4. tjedan**	**5. tjedan**	**6. tjedan**	**PAUZA**
1. trening	2 x 6 x 20 m 12 sprintova	3 x 6 x 20 m 18 sprintova	2 x 8 x 20 m 16 sprintova	3 x 8 x 20 m 24 sprinta	2 x 10 x 20 m 20 sprintova	3 x 10 x 20m 30 sprintova	25 sekundi između ponavljanja 2 minute između serija
2. trening	2 x 6 x 20 m 12 sprintova	3 x 6 x 20 m 18 sprintova	2 x 8 x 20m 16 sprintova	3 x 8 x 20 m 24 sprinta	2 x 10 x 20 m 20 sprintova	3 x 10 x 20m 30 sprintova	25 sekundi između ponavljanja 2 minute između serija
3. trening	2 x 6 x 20 m 12 sprintova	3 x 6 x 20 m 18 sprintova	2 x 8 x 20 m 16 sprintova	3 x 8 x 20 m 24 sprinta	2 x 10 x 20 m 20 sprintova	3 x 10x 20 m 30 sprintova	25 sekundi između ponavljanja 2 minute između serija
	36 sprintova **240 m** **Uk=720 m**	**54 sprintova** **360 m** **Uk=1080 m**	**48 sprintova** **320 m** **Uk=960 m**	**72 sprintova** **480 m** **Uk=1440m**	**60 sprintova** **400 m** **Uk=1200 m**	**90 sprintova** **600 m** **Uk=1800m**	
Ukupno: 360 sprintova, 7200 m							

Tablica 10. Sumarni parametri eksperimentalnog postupka grupe S

	1. tjedan	**2. tjedan**	**3. tjedan**	**4. tjedan**	**5. tjedan**	**6. tjedan**	**PAUZA**
1. trening	2 x 6 x 20 m 12 sprintova	3 x 6 x 20 m 18 sprintova	2 x 8 x 20 m 16 sprintova	3 x 8 x 20 m 24 sprinta	2 x 10 x 20 m 20 sprintova	3 x 10 x 20m 30 sprintova	1 minuta između ponavljanja 3 minute između serija
2. trening	2 x 6 x 20 m 12 sprintova	3 x 6 x 20 m 18 sprintova	2 x 8 x 20m 16 sprintova	3 x 8 x 20 m 24 sprinta	2 x 10 x 20 m 20 sprintova	3 x 10 x 20m 30 sprintova	1 minuta između ponavljanja 3 minute između serija
3. trening	2 x 6 x 20 m 12 sprintova	3 x 6 x 20 m 18 sprintova	2 x 8 x 20 m 16 sprintova	3 x 8 x 20 m 24 sprinta	2 x 10 x 20 m 20 sprintova	3 x 10x 20 m 30 sprintova	1 minuta između ponavljanja 3 minute između serija
	36 sprintova **240 m** **Uk=720 m**	**54 sprintova** **360 m** **Uk=1080 m**	**48 sprintova** **320 m** **Uk=960 m**	**72 sprintova** **480 m** **Uk=1440m**	**60 sprintova** **400 m** **Uk=1200 m**	**90 sprintova** **600 m** **Uk=1800m**	
Ukupno: 360 sprintova, 7200 m							

8.5. Metode obrade podataka

Za obradu podataka korišten je program za statističku obradu podataka STATISTICA for Windows version 10.0 (StatSoft, Inc., Tulsa, OK). Obrada podataka provela se kroz nekoliko faza.

Prva faza odnosila se na utvrđivanje deskriptivnih parametara svih varijabli čime je izračunata aritmetička sredina i standardna devijacija.

Druga faza obrade podataka odnosila se na izračun normalnosti distribucija (Kolmogorov-Smirnovljevim testom) za sve varijable. Obzirom da je distribucija nekih varijabli odstupala od normalne za njih se koristila neparametrijska statistička obrada. Za ostale varijable korištena je parametrijska statistička obrada.

U trećoj fazi metode obrade podataka koristio se t-test za nezavisne uzorke za izračun razlika između grupa u inicijalnom i finalnom mjerenju.

Četvrta faza odnosila se na odabir testova za procjenu dobivenih rezultata te se za varijable u kojima je utvrđena normalna distribucija koristila analiza varijance za ponovljena mjerenja (2x2 ANOVA), dok se za rezultate koji nisu imali normalnu distribuciju koristio Friedmann test.

U petoj fazi analizirani su glavni efekti (mjerenje i grupa) te interakcije „grupa x mjerenje“. *Effect size* izračunat je kroz *partial eta squared*. Statistička značajnost razlika bila je testirana na razini od 0,05.

9. REZULTATI

9.1. Učinci treninga ponavljanih sprintova i treninga sprinta na funkcionalne sposobnosti

Kolmogorov-Smirnovljevim testom utvrđeno je da sve varijable u inicijalnom mjerenju, osim varijable vVO2max, ne odstupaju od normalne distribucije (Tablica 11.). S obzirom na to da varijabla vVO2max odstupa od normalne distribucije, za nju će se upotrijebiti neparametrijska statistička obrada pomoću Friedmann testa.

Tablica 11. Pokazatelji normalnosti distribucija varijabli za procjenu funkcionalnih sposobnosti

Varijable	Max D	K-S p	Kritična vrijednost
VO2max	0,159	p > ,20	0,311
vmax	0,216	p > ,20	0,311
vVO2max	0,220	p > ,15	0,311
FSmax	0,086	p > ,20	0,311
Legenda: VO2max – maksimalni relativni primitak kisika, vmax – maksimalna brzina pokretnog saga, vVO2max – brzina pokretnog saga pri maksimalnom primitku kisika, FSmax – maksimalna frekvencija srca u progresivnom testu opterećenja			

Statističkom obradom utvrđeno je da kod svih varijabli iz prostrora funkcionalnih sposobnosti ne postoje statistički značajne razlike između grupa u inicijalnom mjerenju (Tablica 12.).

Tablica 12. Razlike između grupe RSA i grupe S u varijablama za procjenu funkcionalnih sposobnosti u inicijalnom mjerenju

Varijable	t vrijednost	p
VO2max	-0,041	0,966
vmax	0,065	0,948
vVO2max	-0,046	0,963
FSmax	0,589	0,561

Legenda: VO2max – maksimalni relativni primitak kisika, vmax – maksimalna brzina pokretnog saga, vVO2max – brzina pokretnog saga pri maksimalnom primitku kisika, FSmax – maksimalna frekvencija srca u progresivnom testu opterećenja

Tablica 13. Analiza razlika između grupa nakon provedenog tretmana u varijablama za procjenu funkcionalnih sposobnosti

	Trening ponavljanih sprintova		Trening sprinta		Interakcija vrijeme × skupina	
Varijable	**Inicijalno**	**Finalno**	**Inicijalno**	**Finalno**		
	AS ± SD	**AS ± SD**	**AS ± SD**	**AS ± SD**	**F**	**p**
VO2max	55,21±6,27	55,79±5,59	55,10±5,53	55,41±5,75	0,05	0,818
vmax	16,62±1,28	17,23±1,07	16,65±1,25	17,05±1,21	1,23	0,279
vVO2max	16,42±1,13	16,62±1,08	16,40±1,24	16,65±1,00	0,03	0,850
FSmax	193,38±7,96	190,08±9,08	195,10±5,20	193,40±3,75	1,01	0,327

VO2max – maksimalni relativni primitak kisika, vmax – maksimalna brzina pokretnog saga, vVO2max – brzina pokretnog saga pri maksimalnom primitku kisika, FSmax – maksimalna frekvencija srca u progresivnom testu opterećenja

Nakon provedenog tretmana nisu dobivene statistički značajne razlike između grupa u varijablama za procjenu funkcionalnih sposobnosti (Tablica 13.).

Tablica 14. Analiza razlike između inicijalnog i finalnog stanja kod grupe RSA u varijablama za procjenu funkcionalnih sposobnosti

Varijable	Inicijalno	Finalno	F	p
	AS ± SD	AS ± SD		
VO2max	55,21±6,27	55,79±5,59	0,437	0,521
vmax	**16,62±1,28***	**17,23±1,07***	**14,49***	**0,002***
vVO2max	16,42±1,13	16,62±1,08	0,794	0,390
FSmax	**193,38±7,96***	**190,08±9,08***	**12,85***	**0,000***

Legenda: Crveno bojom i zvjezdicom * označeni su statistički značajni rezultati.
VO2max – maksimalni relativni primitak kisika, vmax – maksimalna brzina pokretnog saga, vVO2max – brzina pokretnog saga pri maksimalnom primitku kisika, FSmax – maksimalna frekvencija srca u progresivnom testu opterećenja

Rezultati univarijatne analize za ponovljena mjerenja kod grupe RSA pokazali su da je program treninga ponavljanih sprintova rezultirao statistički značajnim poboljšanjem rezultata u testu vmax za 3,6% (p=0,002) i FSmax od 1,7%.

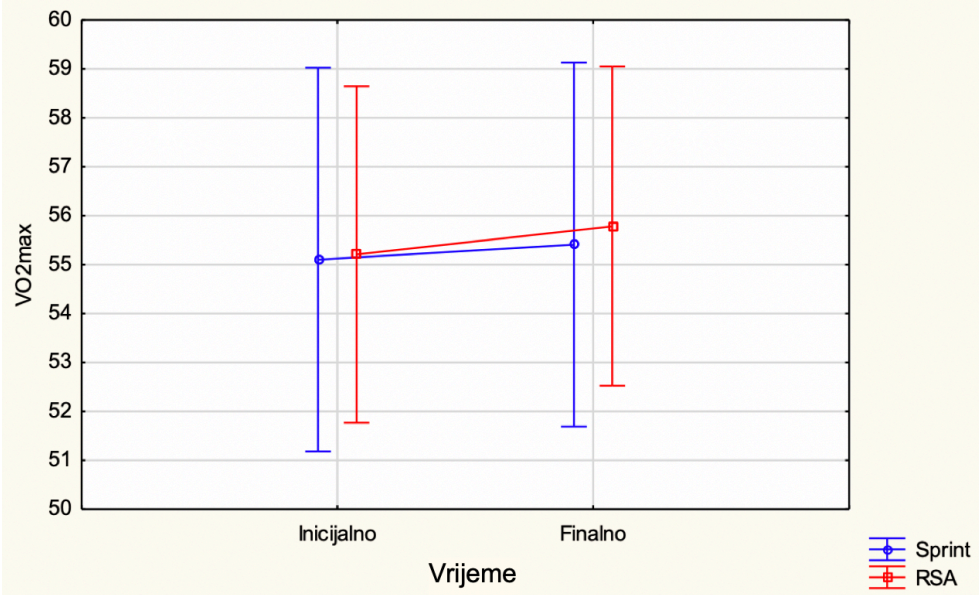
Tablica 15. Analiza razlike između inicijalnog i finalnog stanja kod grupe kod grupe S u varijablama za procjenu funkcionalnih sposobnosti

Varijable	Inicijalno	Finalno	F	p
	AS ± SD	AS ± SD		
VO2max	55,10±5,53	55,41±5,75	0,2116	0,656
vmax	**16,65±1,25***	**17,05±1,21***	**36,00***	**0,000***
vVO2max	16,40±1,24	16,65±1,00	1,552	0,244
FSmax	195,10±5,20	193,40±3,75	1,51	0,250

Legenda: Crveno bojom i zvjezdicom * označeni su statistički značajni rezultati.
VO2max – maksimalni relativni primitak kisika, vmax – maksimalna brzina pokretnog saga, vVO2max – brzina pokretnog saga pri maksimalnom primitku kisika, FSmax – maksimalna frekvencija srca u progresivnom testu opterećenja

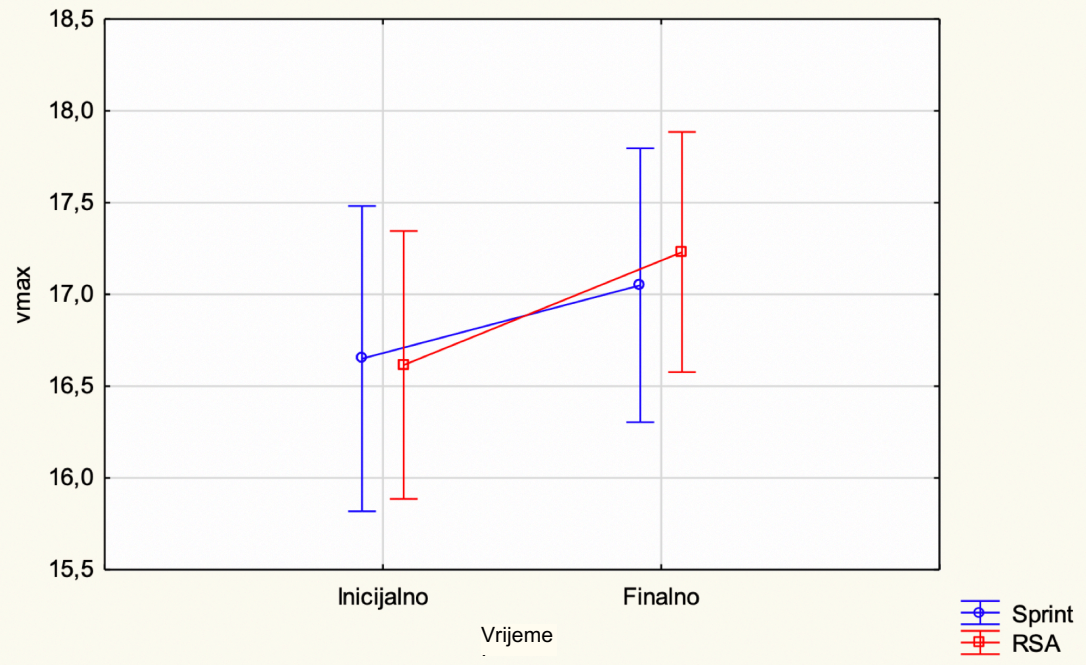
Rezultati univarijatne analize za ponovljena mjerenja kod grupe S pokazali su da je program treninga sprinta rezultirao statistički značajnim poboljšanjem rezultata u testu vmax za 2,4 % (p=0,000) u finalnom mjerenju.

U Grafikonu 1. prikazane su promjene u rezultatima unutar varijable maksimalnog primitka kisika (VO2max) u progresivnom testu opterećenja na pokretnom sagu pod utjecajem treninga sprinta i treninga ponavljanih sprintova za obje grupe ispitanika. Statističkom obradom bilo je vidljivo da ne postoje statistički značajne razlike između grupa u inicijalnom mjerenju. Također su vidljivi rezultati za obje eksperimentalne grupe u kojima nisu zabilježena značajna poboljšanja rezultata. Poboljšanja su kod grupe S za 0,5 % i kod grupe RSA za 1 %.



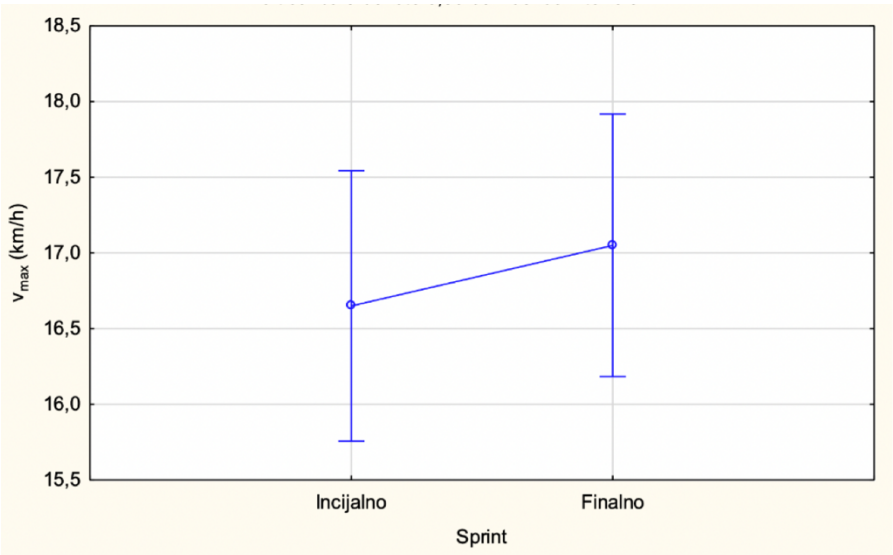
Grafikon 1. Promjene u varijabli maksimalnog relativnog primitka kisika (VO2max) u testu progresivnog opterećenja pod utjecajem eksperimentalnih programa

Grafikon 2. prikazuje promjene u rezultatima unutar varijable maksimalne brzine pokretnog saga (vmax) nakon progresivnog testa opterećenja na pokretnom sagu pod utjecajem treninga sprinta i treninga ponavljanih sprintova za obje grupe ispitanika. Statističkom obradom bilo je vidljivo da ne postoje statistički značajne razlike između grupa u inicijalnom mjerenju. Kod grupe S napredak u rezultatima varijable maksimalne brzine bio je značajan za 2,4 %, a isto tako zabilježeno je značajno poboljšanje rezultata kod grupe RSA za 3,6 % između inicijalnog i finalnog mjerenja.



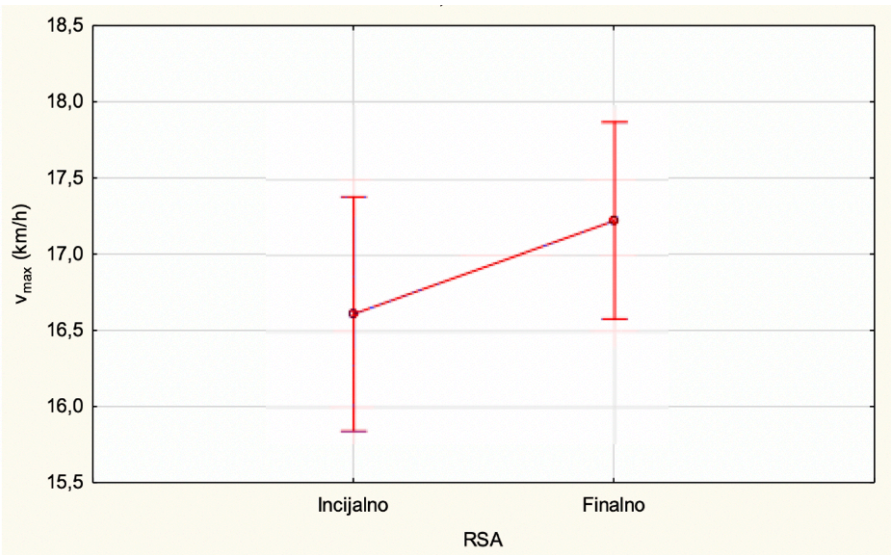
Grafikon 2. Promjene u varijabli maksimalne brzine trčanja na pokretnom sagu (vmax) u testu progresivnog opterećenja

S obzirom na to da su u vmax varijabli vidljive značajne promjene između inicijalnog i finalnog mjerenja, u Grafikonu 3. vidljivi su značajni napredci u rezultatima kod grupe S.



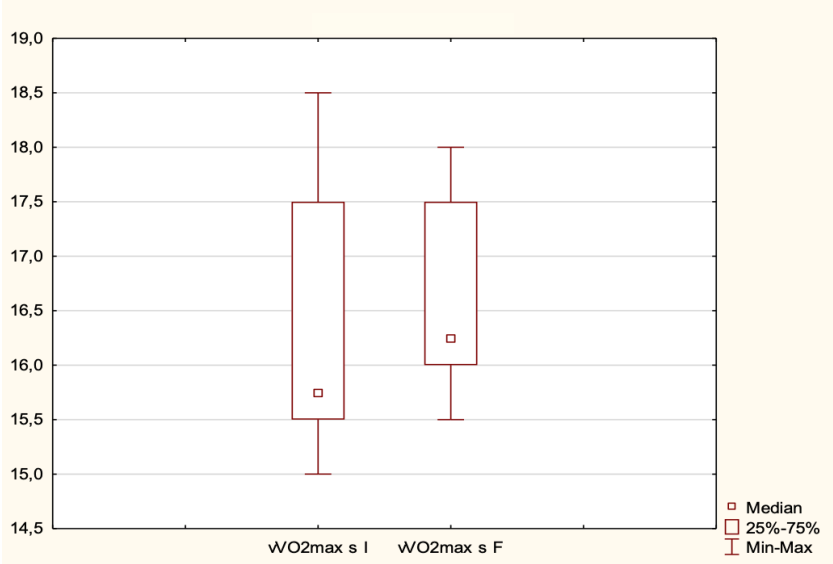
Grafikon 3. Promjene u rezultatima u varijabli vmax između inicijalnog i finalnog mjerenja kod grupe S

U Grafikonu 4. očituju se značajne promjene između inicijalnog i finalnog mjerenja za varijabli vmax kod grupe RSA.

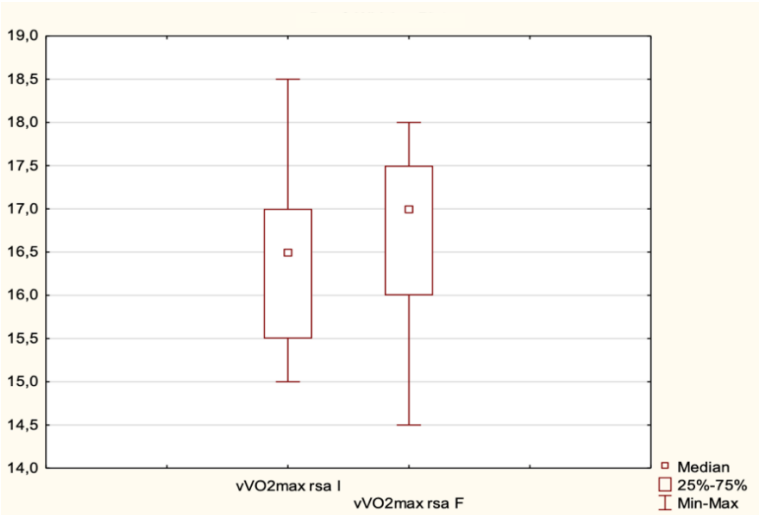


Grafikon 4. Promjene u rezultatima u varijabli vmax između inicijalnog i finalnog mjerenja kod grupe RSA

U Grafikonu 5. i 6. prikazane su promjene u rezultatima unutar varijable brzine pokretnog saga na razini maksimalnog primitka kisika (vVO2max) u progresivnom testu opterećenja na pokretnom sagu pod utjecajem treninga ponavljanih sprintova i treninga sprinta za obje grupe ispitanika. Također su vidljivi trendovi napretka rezultata kod obje grupe no bez značajnosti, i to kod grupe S za 1,5 % (Grafikon 5.) i kod RSA za 1,2 % (Grafikon 6.) između inicijalnog i finalnog mjerenja.

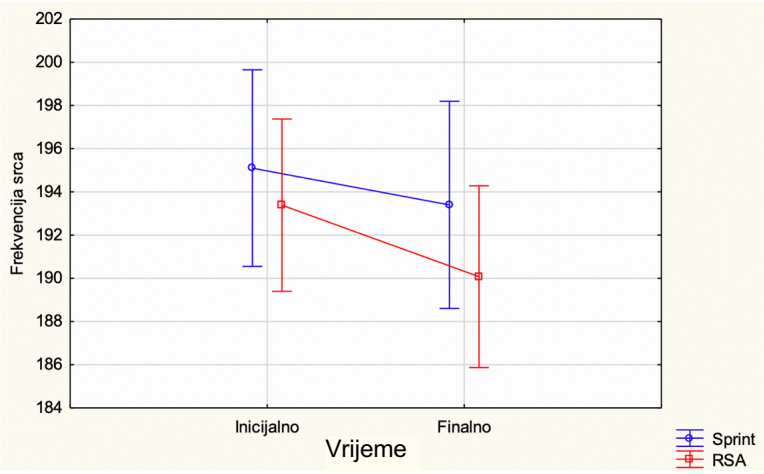


Grafikon 5. Promjene u rezultatima unutar varijable brzine pokretnog saga pri maksimalnom primitku kisika (vVO2max) u progresivnom testu opterećenja kod grupe S



Grafikon 6. Promjene u rezultatima unutar varijable brzine pokretnog saga pri maksimalnom primitku kisika (vVO2max) u progresivnom testu opterećenja kod grupe RSA

Grafikon 7. prikazuje promjene u rezultatima unutar varijable maksimalne frekvencije srca (FSmax) u progresivnom testu opterećenja na pokretnom sagu pod utjecajem treninga sprinta i treninga ponavljanih sprintova za obje grupe ispitanika. Statističkom obradom bilo je vidljivo da ne postoje statistički značajne razlike između grupa u inicijalnom mjerenju. Također je vidljiv trend napretka rezultata kod grupe S za 0,8 %, dok je kod grupe RSA zabilježen značajan napredak od 1,7 % između inicijalnog i finalnog mjerenja.



Grafikon 7. Promjene u varijabli maksimalne frekvencije srca (FSmax) u progresivnom testu opterećenja

Tablica 16. Razlike između grupe RSA i grupe S u varijablama za procjenu funkcionalnih sposobnosti u finalnom mjerenju

Varijable	t vrijednost	p
VO2max	-0,157	0,876
vmax	-0,378	0,708
vVO2max	0,078	0,938
FSmax	1,084	0,290

Legenda: VO2max – maksimalni relativni primitak kisika, vmax – maksimalna brzina pokretnog saga, vVO2max – brzina pokretnog saga pri maksimalnom primitku kisika, FSmax – maksimalna frekvencija srca u progresivnom testu opterećenja

Statističkom obradom utvrđeno je da kod svih varijabli iz prostora funkcionalnih sposobnosti ne postoje statistički značajne razlike između grupa u finalnom mjerenju (Tablica 16.).

9.2. Učinci treninga ponavljanih sprintova i treninga sprinta na motoričke sposobnosti

Kolmogorov-Smirnovljevim testom utvrđeno je da sve varijable u inicijalnom mjerenju ne odstupaju od normalne distribucije (Tablica 17.)

Tablica 17. Pokazatelji normalnosti distribucija varijabli za procjenu motoričkih sposobnosti

Varijable	Max D	K-S p	Kritična vrijednost
SP5 m (s)	0,131	p > ,20	0,311
SP10 m (s)	0,142	p > ,20	0,311
SP25 m (s)	0,151	p > ,20	0,311
CMJ (cm)	0,130	p > ,20	0,311
RJ (cm)	0,138	p > ,20	0,311
20 jardi (s)	0,158	p > ,20	0,311
Legenda: SP5m – vrijeme na 5 metara, SP10 m – vrijeme na 10 metara, SP25 m – vrijeme na 25 metara, CMJ – skok s pripremom (*countermovement jump*), RJ – ponavljani skokovi (*repeated jumps*)			

Tablica 18. Razlike između grupe RSA i grupe S u varijablama za procjenu motoričkih sposobnosti u inicijalnom mjerenju

Varijable	t vrijednost	p
SP5 m (s)	-0,417	0,680
SP10 m (s)	-0,652	0,520
SP25 m (s)	-0,288	0,775
CMJ (cm)	-1,289	0,209
RJ (cm)	-1,076	0,292
20 jardi (s)	0,061	0,951
SP5m – vrijeme na 5 metara, SP10 m – vrijeme na 10 metara, SP25 m – vrijeme na 25 metara, CMJ – skok s pripremom (*countermovement jump*), RJ – ponavljani skokovi (*repeated jumps*)		

Statističkom obradom utvrđeno je da kod svih varijabli iz prostora motoričkih sposobnosti ne postoje statistički značajne razlike između grupa u inicijalnom mjerenju (Tablica 18.).

Tablica 19. Analiza razlika između grupa nakon provedenog tretmana u varijablama za procjenu motoričkih sposobnosti

	Trening ponavljanih sprintova		Trening sprinta		Interakcija vrijeme × skupina	
Varijable	**Inicijalno**	**Finalno**	**Inicijalno**	**Finalno**	**F**	**p**
	AS ± SD	**AS ± SD**	**AS ± SD**	**AS ± SD**		
SP5 m (s)	1,13±0,07	1,12±0,08	1,12±0,04	1,13±0,46	0,98	0,331
SP10 m (s)	1,88±0,08	1,86±0,09	1,87±0,04	1,86±0,06	0,42	0,521
SP25 m (s)	3,73±0,11	3,69±0,16	3,72±0,10	3,72±0,11	1,08	0,308
CMJ (cm)	39,96±5,12	40,86±5,20	37,86±2,53	38,72±3,53	0,00	0,956
RJ (cm)	34,74±4,89	35,89±4,16	32,88±3,71	32,77±3,87	1,71	0,202
20 jardi (s)	4,73±0,17	4,76±0,23	4,73±0,10	4,79±0,11	0,31	0,580

Legenda: Crveno bojom i zvjezdicom * označeni su statistički značajni rezultati.
SP5 m – vrijeme na 5 metara, SP10 m – vrijeme na 10 metara, SP25 m – vrijeme na 25 metara, RSAnaj – najbolji sprint u testu ponavljanih pravocrtnih sprintova, CMJ – skok s pripremom (*countermovement jump*), RJ – skokovi iz stopala (*repeated jumps*),

Nakon provedenog tretmana nisu dobivene statistički značajne razlike između grupa u varijablama za procjenu motoričkih sposobnosti (Tablica 19.).

Tablica 20. Analiza razlike između inicijalnog i finalnog stanja kod grupe RSA u varijablama za procjenu motoričkih sposobnosti

Varijable	**Inicijalno**	**Finalno**	**F**	**p**
	AS ± SD	**AS ± SD**		
SP5 m (s)	1,13±0,07	1,12±0,08	0,333	0,574
SP10 m (s)	1,88±0,08	1,86±0,09	0,75	0,401
SP25 m (s)	3,73±0,11	3,69±0,16	2,00	0,180
CMJ (cm)	39,96±5,12	40,86±5,20	1,9707	0,183
RJ (cm)	34,74±4,89	35,89±4,16	2,5174	0,136
20 jardi (s)	4,73±0,17	4,76±0,23	0,0342	0,856

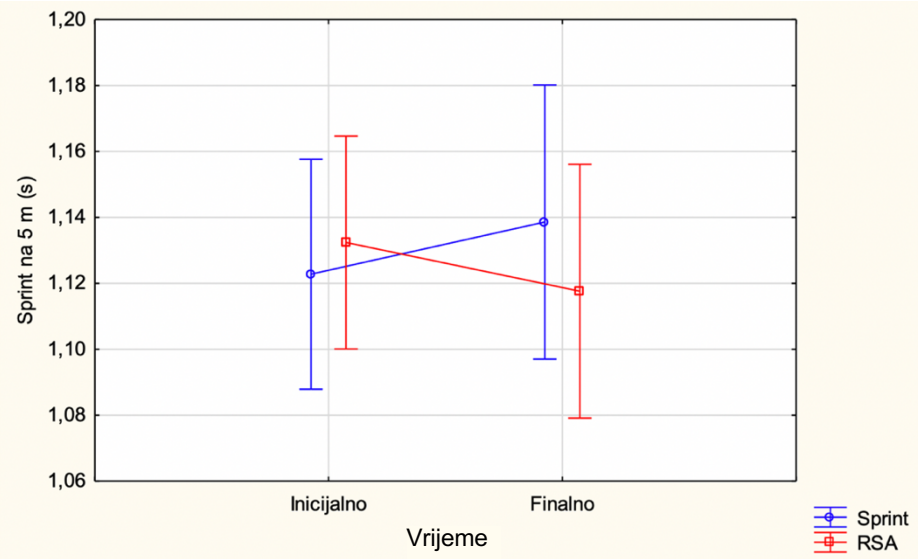
Legenda: Crveno bojom i zvjezdicom * označeni su statistički značajni rezultati.
SP5 m – vrijeme na 5 metara, SP10 m – vrijeme na 10 metara, SP25 m – vrijeme na 25 metara, CMJ – skok s pripremom (*countermovement jump*), RJ – skokovi iz stopala (*repeated jumps*)

Tablica 21. Analiza razlike između inicijalnog i finalnog stanja kod grupe S u varijablama za procjenu motoričkih sposobnosti

Varijable	Inicijalno	Finalno	F	p
	AS ± SD	AS ± SD		
SP5 m (s)	1,12±0,04	1,13±0,46	1,15	0,305
SP10 m (s)	1,87±0,04	1,86±0,06	0,09	0,773
SP25 m (s)	3,72±0,10	3,72±0,11	0,06	0,816
CMJ (cm)	37,86±2,53	38,72±3,53	1,978	0,187
RJ (cm)	32,88±3,71	32,77±3,87	0,034	0,856
20 jardi (s)	4,73±0,10	4,79±0,11	2,514	0,141

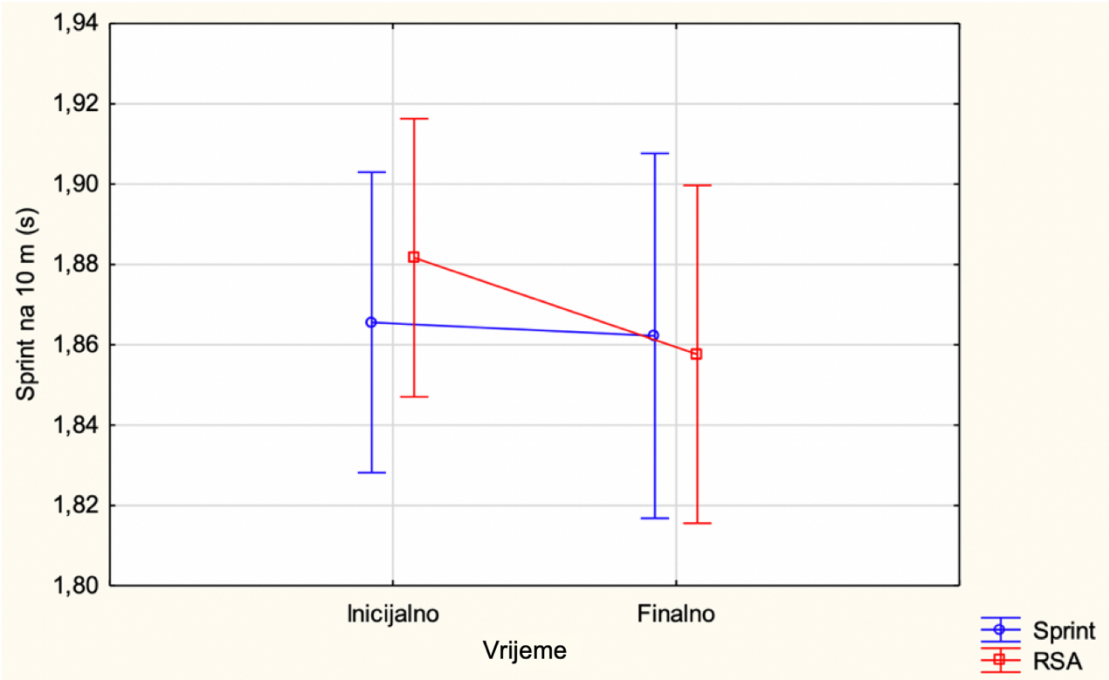
Legenda: Crveno bojom i zvjezdicom * označeni su statistički značajni rezultati.
SP5 m – vrijeme na 5 metara, SP10 m – vrijeme na 10 metara, SP25 m – vrijeme na 25 metara, CMJ – skok s pripremom (*countermovement jump*), RJ – skokovi iz stopala (*repeated jumps*)

U Grafikonu 8. prikazane su promjene u rezultatima unutar varijable sprint na 5 metara pod utjecajem treninga sprinta i treninga ponavljanih sprintova za obje grupe ispitanika. Statističkom obradom bilo je vidljivo da ne postoje statistički značajne razlike između grupa u inicijalnom mjerenju. Također je vidljivo da su rezultati lošiji kod grupe S nakon eksperimentalnog postupka za 0,8 %, s druge strane kod grupe RSA zabilježen je bolji rezultat za 0.8 % bez statističke značajnosti između inicijalnog i finalnog mjerenja.



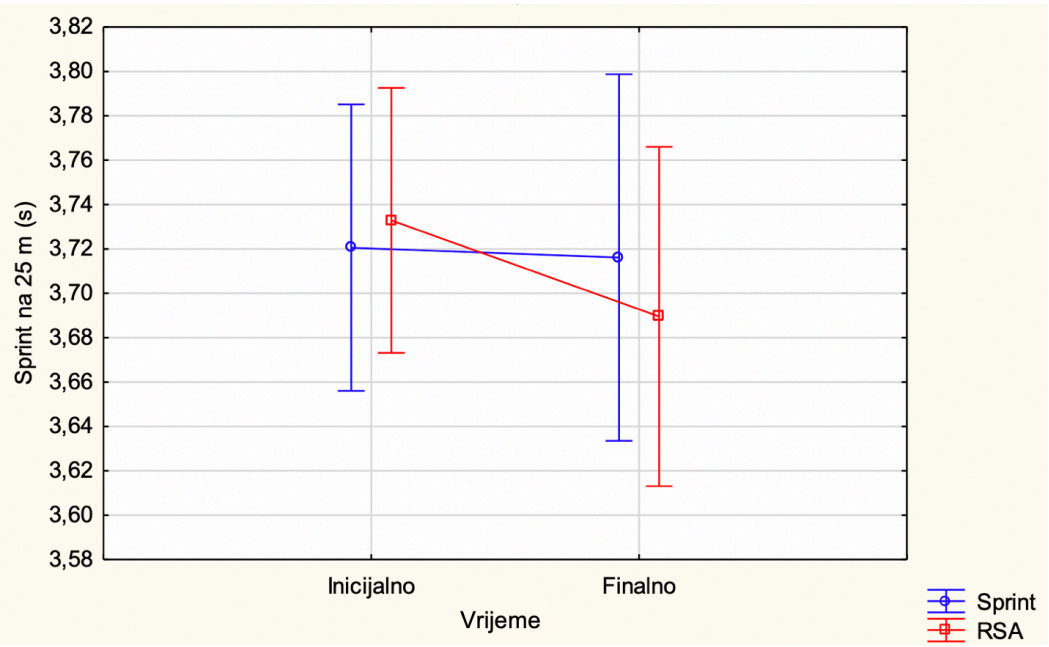
Grafikon 8. Promjene u varijabli sprint na 5 metara pod utjecajem eksperimentalnih programa treninga

Grafikon 9. prikazuje promjene u rezultatima unutar varijable sprint na 10 metara pod utjecajem treninga sprinta i treninga ponavljanih sprintova za obje grupe ispitanika. Statističkom obradom bilo je vidljivo da ne postoje statistički značajne razlike između grupa u inicijalnom mjerenju. Također je vidljivo da je grupa S u rezultatima napredovala za 0,5 % bez značajnosti, dok je grupa RSA također napredovala bez značajnosti za 1 % između inicijalnog i finalnog mjerenja.



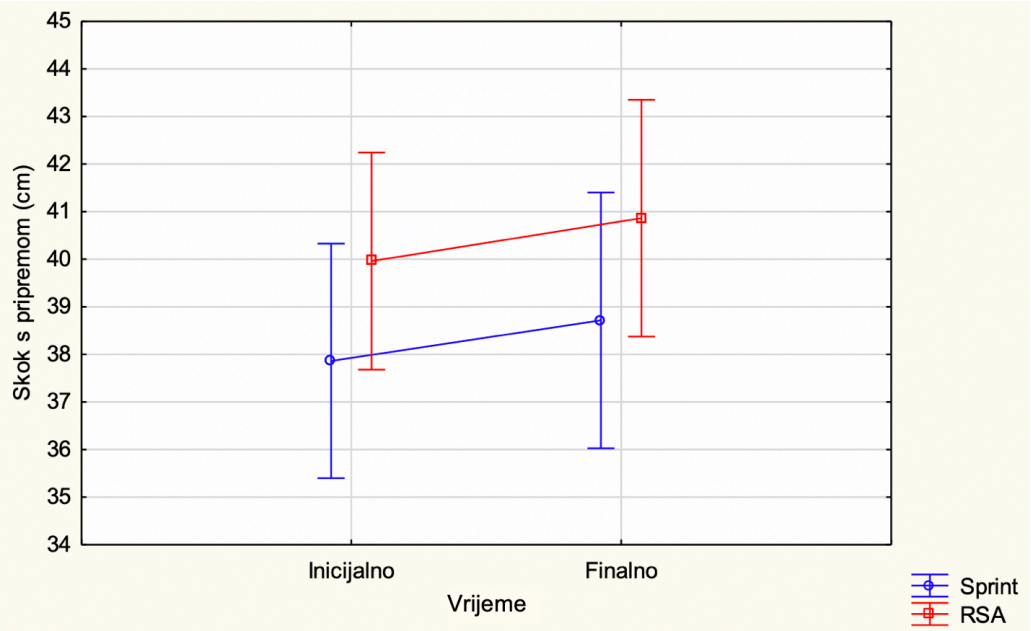
Grafikon 9. Promjene u varijabli sprint na 10 metara pod utjecajem eksperimentalnih programa treninga

U Grafikonu 10. prikazane su promjene u rezultatima unutar varijable sprint na 25 metara pod utjecajem treninga sprinta i treninga ponavljanih sprintova za obje grupe ispitanika. Statističkom obradom bilo je vidljivo da ne postoje statistički značajne razlike između grupa u inicijalnom mjerenju. Također je vidljivo da kod grupe S nema promjene u rezultatima sprinta na 25 metara, dok je kod grupe RSA vidljiv napredak od 1 % bez značajnosti između inicijalnog i finalnog mjerenja.



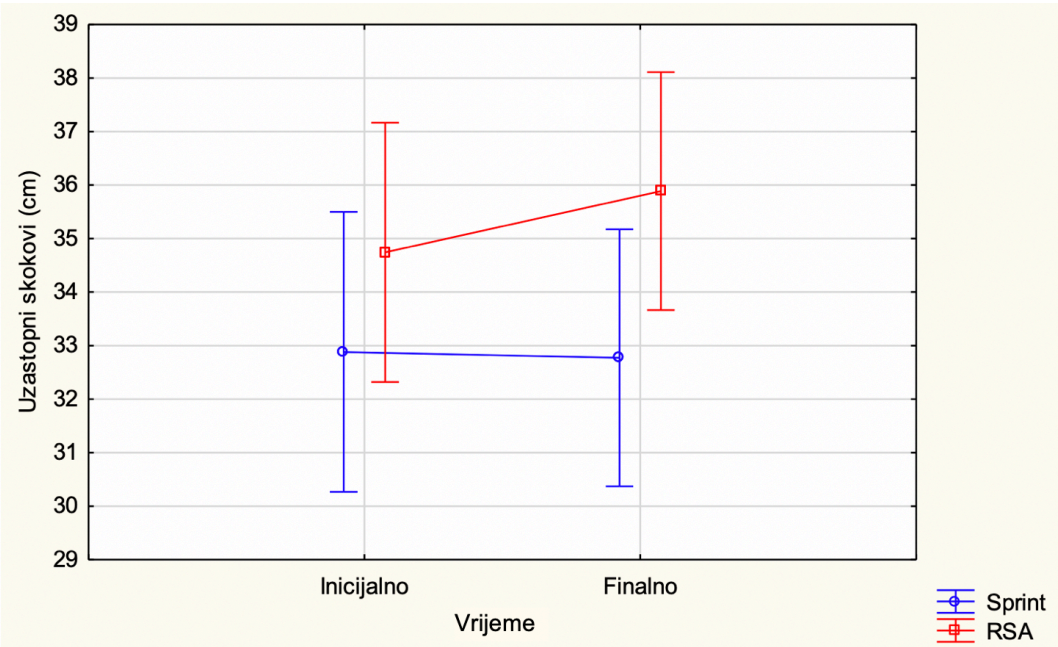
Grafikon 10. Promjene u varijabli sprint na 25 metara pod utjecajem eksperimentalnih programa treninga

Grafikon 11. prikazuje promjene u rezultatima unutar varijable skok s pripremom (CMJ) pod utjecajem treninga sprinta i treninga ponavljanih sprintova za obje grupe ispitanika. Statističkom obradom bilo je vidljivo da ne postoje statistički značajne razlike između grupa u inicijalnom mjerenju. Također je vidljivo da je grupa S napredovala u rezultatima varijable skok s pripremom za 2,2 % bez značajnosti, dok je grupa RSA imala napredak u rezultatima od 2,2 % također bez značajnosti između inicijalnog i finalnog mjerenja.



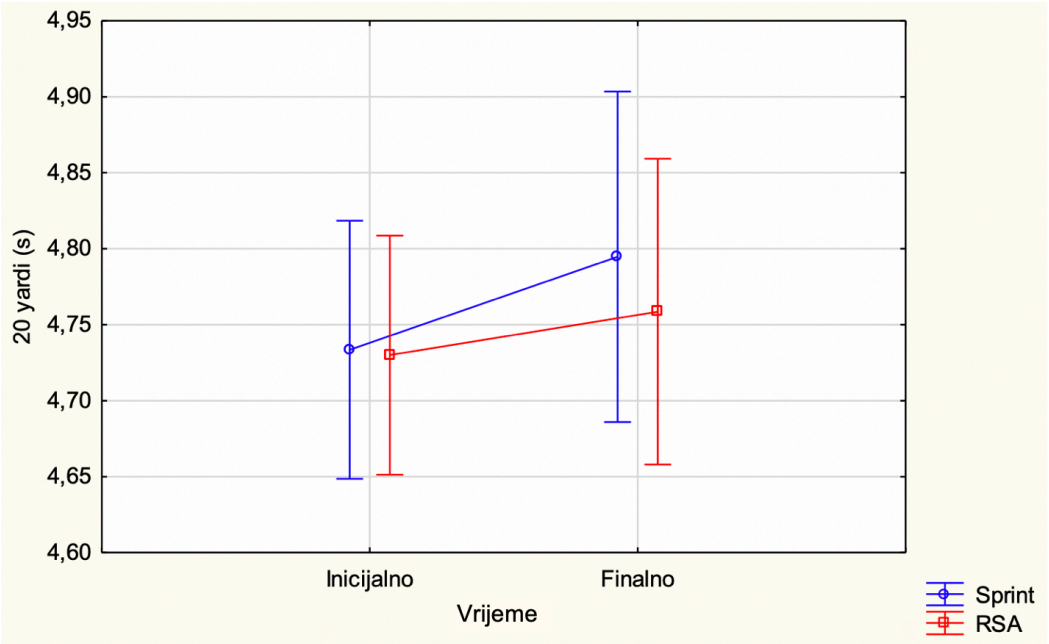
Grafikon 11. Promjene u varijabli skok s pripremom pod utjecajem eksperimentalnih programa treninga

U Grafikonu 12. prikazane su promjene u rezultatima unutar varijable uzastopni skokovi pod utjecajem treninga sprinta i treninga ponavljanih sprintova za obje grupe ispitanika. Statističkom obradom bilo je vidljivo da ne postoje statistički značajne razlike između grupa u inicijalnom mjerenju. Također je vidljivo da se rezultati kod grupe S nisu značajno promijenili od inicijalnog testiranja (pad rezultata za 0,3 %), dok je kod grupe RSA vidljiv trend napretka rezultata od 3,3 % bez značajnosti između inicijalnog i finalnog mjerenja.



Grafikon 12. Promjene u varijabli uzastopni skokovi pod utjecajem eksperimentalnih programa treninga

U Grafikonu 13. prikazane su promjene u rezultatima unutar varijable 20 jardi pod utjecajem treninga sprinta i treninga ponavljanih sprintova za obje grupe ispitanika. Statističkom obradom bilo je vidljivo da ne postoje statistički značajne razlike između grupa u inicijalnom mjerenju. Također je vidljivo da je S u rezultatima varijable 20 jardi imala lošije rezultate bez značajnosti za 1,2 %, dok je kod grupe RSA rezultat bio lošiji za 0,6 % bez značajnosti između inicijalnog i finalnog mjerenja.



Grafikon 13. Promjene u varijabli 20 jardi pod utjecajem eksperimentalnih programa treninga

Statističkom obradom utvrđeno je da kod svih varijabli iz prostora motoričkih sposobnosti ne postoje statistički značajne razlike između grupa u finalnom mjerenju (Tablica 22.).

Tablica 22. Razlike između grupa RSA i grupe S u varijablama za procjenu motoričkih sposobnosti u finalnom mjerenju

Varijable	t vrijednost	p
SP5 m (s)	0,765	0,451
SP10 m (s)	-0,652	0,520
SP25 m (s)	0,487	0,630
CMJ (cm)	-1,210	0,238
RJ (cm)	-1,965	0,060
20 jardi (s)	0,503	0,619
Legenda: SP5m – vrijeme na 5 metara, SP10 m – vrijeme na 10 metara, SP25 m – vrijeme na 25 metara, CMJ – skok s pripremom (*countermovement jump*), RJ – ponavljani skokovi (*repeated jumps*)		

9.3. Učinci treninga ponavljanih sprintova i treninga sprinta na sposobnost ponavljanja sprintova

Kolmogorov-Smirnovljevim testom utvrđeno je da sve varijable u inicijalnom mjerenju ne odstupaju od normalne distribucije osim varijable subjektivna procjena opterećenja nakon testa ponavljanih pravocrtnih sprintova (RSArpe). S obzirom na to da varijabla subjektivne procjene opterećenja nakon testa ponavljanih pravocrtnih sprintova (RSArpe) odstupa od normalne distribucije, za nju će se upotrijebiti neparametrijska statistička obrada (Tablica 23.).

Tablica 23. Pokazatelji normalnosti distribucija varijabli za procjenu sposobnosti ponavljanja sprinta

Varijable	Max D	K-S p	Kritična vrijednost
RSApro	0,162	p > ,20	0,311
RSAnaj	0,102	p > ,20	0,311
RSA%sdec	0,091	p > ,20	0,311
RSAla	0,095	p > ,20	0,311
RSArpe	0,326	p > ,01	0,311
FSpeakRSA	0,128	p > ,20	0,311

Legenda: RSApro – prosjek sprintova u testu ponavljanih pravocrtnih testova, RSA%sdec – postotak opadanja sprinta pri testu ponavljanih pravocrtnih sprintova, RSAla – koncentracija laktata nakon testa ponavljanih pravocrtnih sprintova, RSArpe – subjektivna procjena opterećenja nakon testa ponavljanih pravocrtnih sprintova, FSpeakRSA – maksimalna frekvencija srca za vrijeme provođenja testa ponavljanih pravocrtnih sprintova.

Tablica 24. Razlike između grupe RSA i grupe S u varijablama za procjenu sposobnosti ponavljanja sprinta u inicijalnom mjerenju

Varijable	t vrijednost	p
RSApro	0,887	0,383
RSAnaj	1,899	0,069
RSA%sdec	-1,773	0,088
RSAla	0,0225	0,823
RSArpe	-0,266	0,792
FSpeakRSA	-1,239	0.227

Legenda: RSAnaj – najbolji sprint u testu ponavljanih pravocrtnih sprintova, RSApro – prosjek sprintova u testu ponavljanih pravocrtnih testova, RSA%sdec – postotak opadanja sprinta pri testu ponavljanih pravocrtnih sprintova, RSAla – koncentracija laktata nakon testa ponavljanih pravocrtnih sprintova, RSArpe – subjektivna procjena opterećenja nakon testa ponavljanih pravocrtnih sprintova, FSpeakRSA – maksimalna frekvencija srca za vrijeme provođenja testa ponavljanih pravocrtnih sprintova.

Statističkom obradom utvrđeno je da kod svih varijabli iz prostora sposobnosti ponavljanja sprinta ne postoje statistički značajne razlike između grupa u inicijalnom mjerenju (Tablica 24.).

Tablica 25. Analiza razlika između grupa nakon provedenog tretmana u varijablama za procjenu sposobnosti ponavljanja sprinta

	Trening ponavljanih sprintova		Trening sprinta		Interakcija vrijeme × skupina	
Varijable	**Inicijalno**	**Finalno**	**Inicijalno**	**Finalno**	**F**	**p**
	AS ± SD	**AS ± SD**	**AS ± SD**	**AS ± SD**		
RSApro	3,96±0,15	3,99±0,15	4,01±0,13	4,02±0,15	0,14	0,712
RSAnaj*	**3,74±0,12***	**3,82±0,14***	**3,85±0,16***	**3,83±0,15***	**4,75***	**0,039***
RSA%sdec*	**5,79±2,11***	**4,42±2,28***	**4,29±2,17***	**5,11±1,79***	**5,77***	**0,024***
RSAla	14,77±2,87	14,00±3,08	15,08±3,97	12,70±3,74	1,15	0,293
RSArpe*	**7,79±1,31***	**6,71±1,33***	**7,67±0,89***	**6,17±1,59***	**0,49***	**0,000***
FSpeakRSA*	**188,93±7,68***	**179,86±8,11***	**184,75±9,52***	**184,17±10,00***	**6,31***	**0,019***

Legenda: Crveno bojom i zvjezdicom * označeni su statistički značajni rezultati.

RSAnaj – najbolji sprint u testu ponavljanih pravocrtnih sprintova, RSApro – prosjek sprintova u testu ponavljanih pravocrtnih testova, RSA%sdec – postotak opadanja sprinta pri testu ponavljanih pravocrtnih sprintova, RSAla – koncentracija laktata nakon testa ponavljanih pravocrtnih sprintova, RSArpe – subjektivna procjena opterećenja nakon testa ponavljanih pravocrtnih sprintova, FSpeakRSA – maksimalna frekvencija srca za vrijeme provođenja testa ponavljanih pravocrtnih sprintova.

Univarijatna analiza varijance za ponovljena mjerenja (ANOVA) ukazala je na postojanje statistički značajnih razlika u grupama pod utjecajem eksperimentalnog programa u varijablama RSAnaj, RSA%sdec, RSArpe i FSpeakRSA. Kako su u navedenim varijablama zabilježene značajne promjene, u nastavku su se ove varijable zasebno promatrale. U ostalim varijablama nisu zabilježene značajne promjene (Tablica 25).

Tablica 26. Analiza razlika između inicijalnog i finalnog stanja kod grupe RSA u varijablama za procjenu sposobnosti ponavljanja sprinta

Varijable	Inicijalno	Finalno	F	p
	AS ± SD	AS ± SD		
RSApro	3,96±0,15	3,99±0,15	1,0441	0,32551
RSAnaj*	**3,74±0,12***	**3,82±0,14***	**11,10***	**0,005***
RSA%sdec	5,79±2,11	4,42±2,28	4,26	0,059
RSAla	14,77±2,87	14,00±3,08	1,1665	0,29975
RSArpe*	**7,79±1,31***	**6,71±1,33***	**11,03***	**0,005***
FSpeakRSA*	**188,93±7,68***	**179,86±8,11***	**12,25***	**0,003***

Legenda: Crveno bojom i zvjezdicom * označeni su statistički značajni rezultati.
RSAnaj – najbolji sprint u testu ponavljanih pravocrtnih sprintova, RSApro – prosjek sprintova u testu ponavljanih pravocrtnih testova, RSA%sdec – postotak opadanja sprinta pri testu ponavljanih pravocrtnih sprintova, RSAla – koncentracija laktata nakon testa ponavljanih pravocrtnih sprintova, RSArpe – subjektivna procjena opterećenja nakon testa ponavljanih pravocrtnih sprintova, FSpeakRSA – maksimalna frekvencija srca za vrijeme provođenja testa ponavljanih pravocrtnih sprintova.

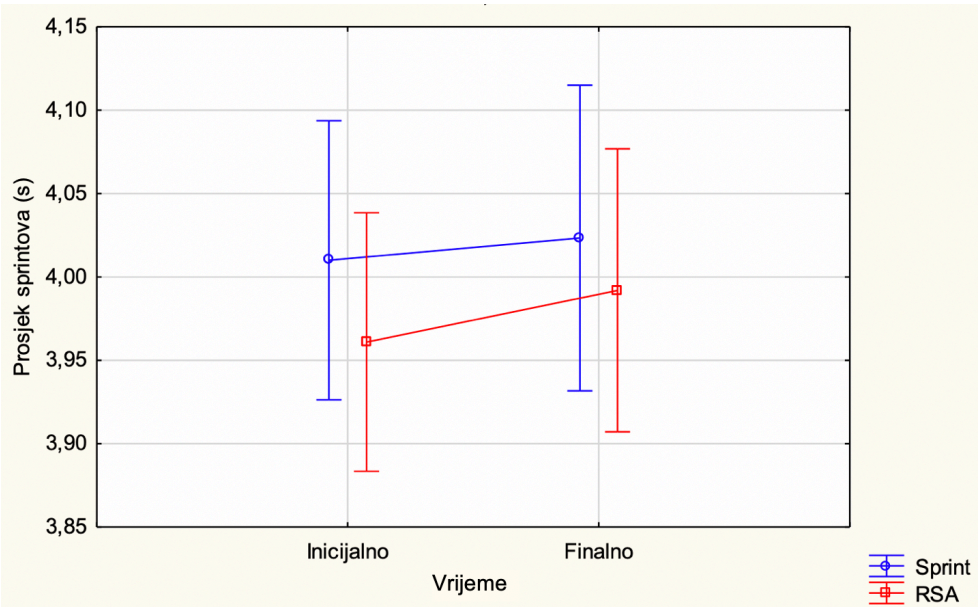
Rezultati univarijatne analize za ponovljena mjerenja kod grupe RSA pokazali su da je program treninga ponavljanih sprintova rezultirao statistički značajnim poboljšanjem rezultata u testu RSAnaj za 2,1 % (p=0,005), RSArpe za 13,9 %(p=0,005) i FSpeakRSA za 4,8 % (p=0,003).

Tablica 27. Analiza razlika između inicijalnog i finalnog stanja kod grupe S u varijablama za procjenu sposobnosti ponavljanja sprinta

Varijable	Inicijalno	Finalno	F	p
	AS ± SD	AS ± SD		
RSApro	4,01±0,13	4,02±0,15	0,129	0,725
RSAnaj	3,85±0,16	3,83±0,15	0,213	0,653
RSA%sdec*	4,29±2,17	5,11±1,79	1,82	0,204
RSAla	15,08±3,97	12,70±3,74	2,949	0,113
RSArpe	**7,67±0,89***	**6,17±1,59***	**7,615***	**0,018***
FSpeakRSA	184,75±9,52	184,17±10,00	0,081	0,780

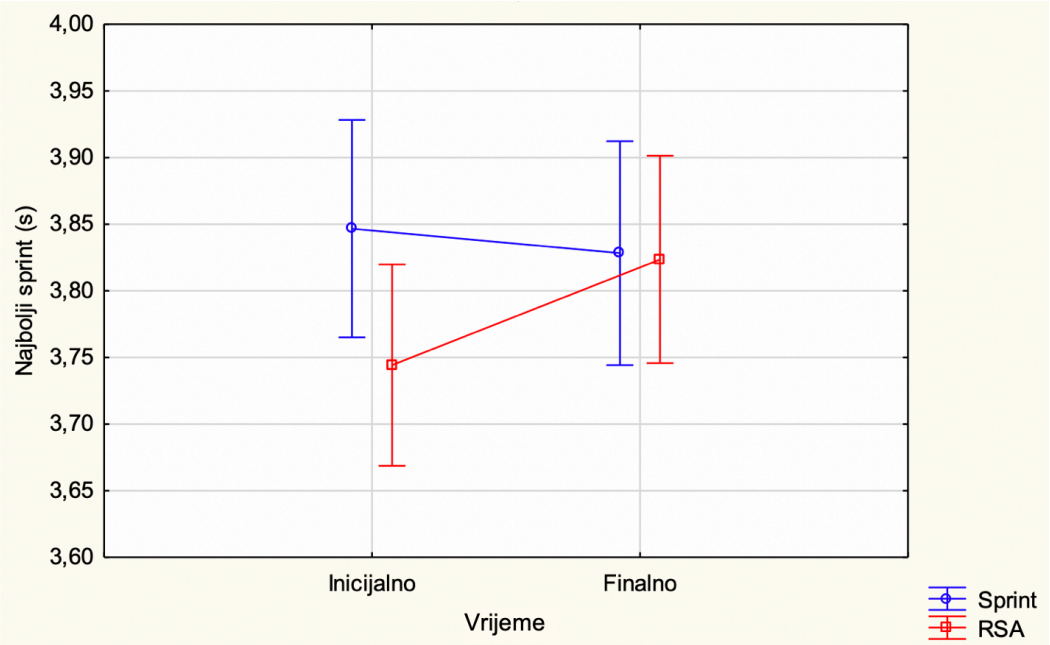
Legenda: Crveno bojom i zvjezdicom * označeni su statistički značajni rezultati.
RSAnaj – najbolji sprint u testu ponavljanih pravocrtnih sprintova, RSApro – prosjek sprintova u testu ponavljanih pravocrtnih testova, RSA%sdec – postotak opadanja sprinta pri testu ponavljanih pravocrtnih sprintova, RSAla – koncentracija laktata nakon testa ponavljanih pravocrtnih sprintova, RSArpe – subjektivna procjena opterećenja nakon testa ponavljanih pravocrtnih sprintova, FSpeakRSA – maksimalna frekvencija srca za vrijeme provođenja testa ponavljanih pravocrtnih sprintova.

U Grafikonu 14. prikazane su promjene u rezultatima unutar varijable prosjek sprintova u testu ponavljanih pravocrtnih sprintova (RSApro) pod utjecajem treninga sprinta i treninga ponavljanih sprintova za obje grupe ispitanika. Statističkom obradom bilo je vidljivo da ne postoje statistički značajne razlike između grupa u inicijalnom mjerenju. Također je uočeno kako nema promjene rezultata kod grupe S (pad rezultata od 0,2%), dok je kod grupe RSA rezultat bio lošiji za 0,7 % također bez značajnosti između inicijalnog i finalnog mjerenja.



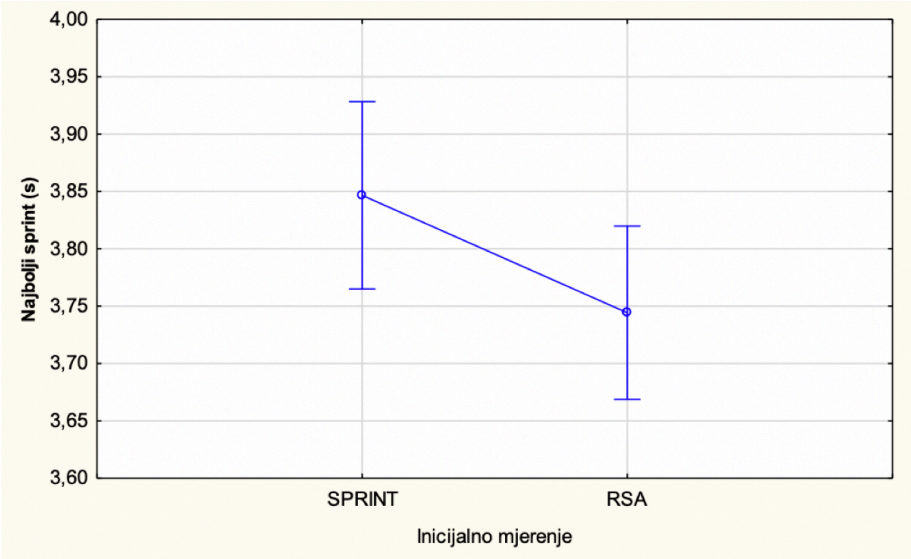
Grafikon 14. Promjene u varijabli prosjek sprintova u testu ponavljanih pravocrtnih sprintova (RSApro) pod utjecajem eksperimentalnih programa

Grafikon 15. prikazuje značajne promjene u rezultatima unutar varijable najbolji sprint (RSAnaj) u testu ponavljanih pravocrtnih sprintova pod utjecajem treninga sprinta i treninga ponavljanih sprintova za obje grupe ispitanika. Statističkom obradom bilo je vidljivo da ne postoje statistički značajne razlike između grupa u inicijalnom mjerenju. Također je vidljivo poboljšanje rezultata za 0,5 % bez značajnosti kod grupe S, s druge strane kod grupe RSA zabilježeni su značajno lošiji rezultati za 2,1 % između inicijalnog i finalnog mjerenja.

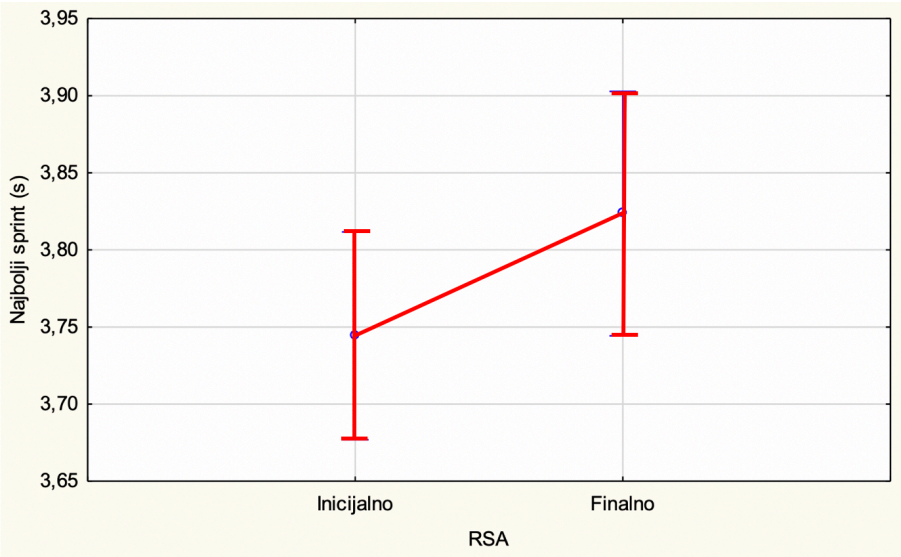


Grafikon 15. Promjene u varijabli najbolji sprint (RSAnaj) u testu ponavljanih pravocrtnih sprintova pod utjecajem eksperimentalnih programa

S obzirom na to da su u RSAnaj varijabli vidljive značajne promjene između grupa (Tablica 25.), pod utjecajem eksperimentalnog programa izračunata je razlika između inicijalnog i finalnog testiranja. Kako u inicijalnom mjerenju nije bilo značajne razlike između grupe RSA i grupe S (Grafikon 16), u Grafikonu 17. vidljiva je značajna razlika u rezultatima kod grupe RSA između inicijalnog i finalnog vremena, kod grupe S nije bilo značajnih razlika.

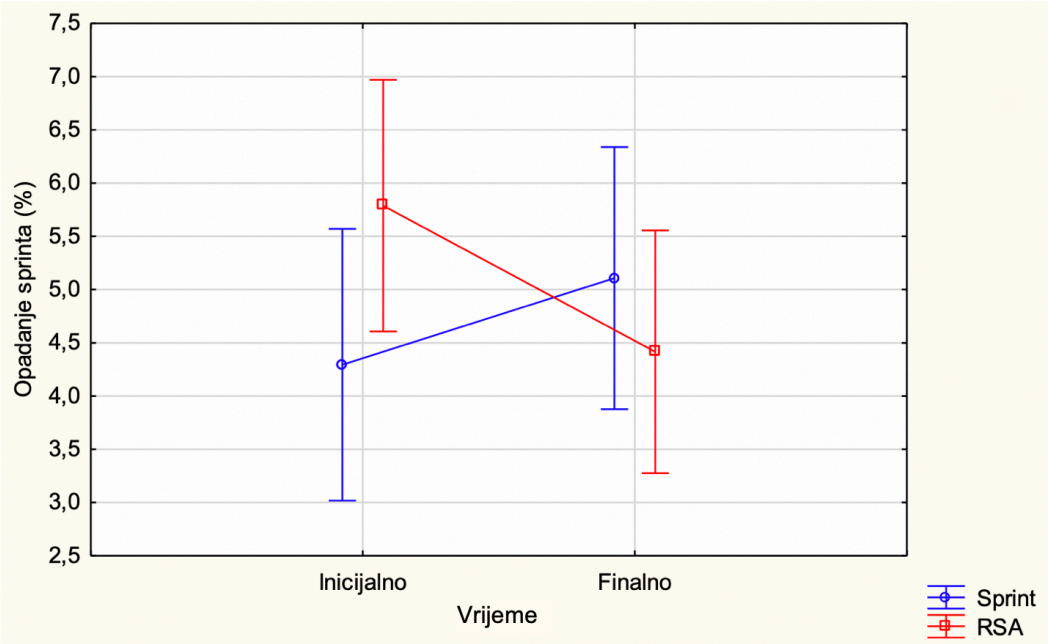


Grafikon 16. Razlike između grupe RSA i grupe S u inicijalnom mjerenju.

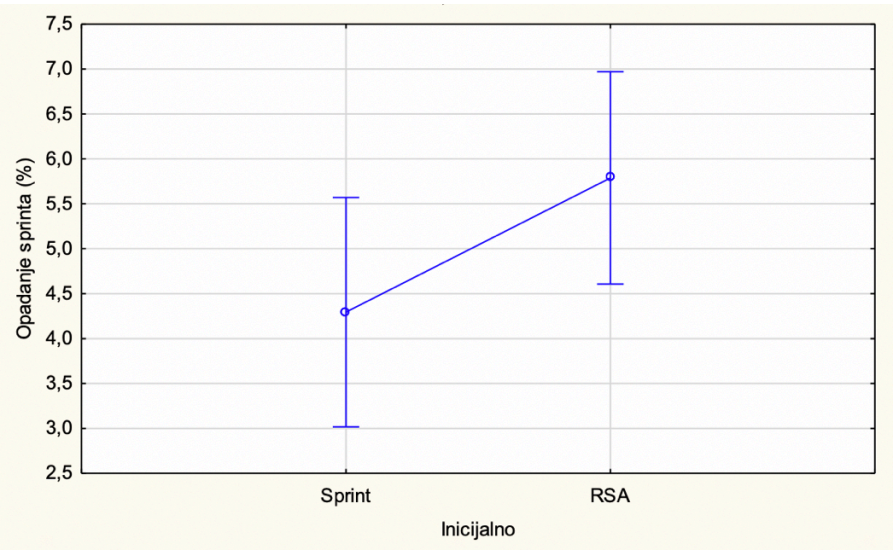


Grafikon 17. Promjene u varijabli najbolji sprint (RSAnaj) kod grupe RSA u testu ponavljanih pravocrtnih sprintova

U Grafikonu 18. prikazane su promjene u rezultatima unutar varijable postotak opadanja sprinta (RSA%sdec) u testu ponavljanih pravocrtnih sprintova pod utjecajem treninga sprinta i treninga ponavljanih sprintova za obje grupe ispitanika. Statističkom obradom bilo je vidljivo da ne postoje statistički značajne razlike između grupa u inicijalnom mjerenju (Grafikon 19.). Također je vidljiva značajna razlika između grupa pod utjecajem eksperimentalnog programa. Grupa S imala je lošije rezultate za 19 %, dok je kod grupe RSA zabilježeno poboljšanje rezultata za 23,6 %.

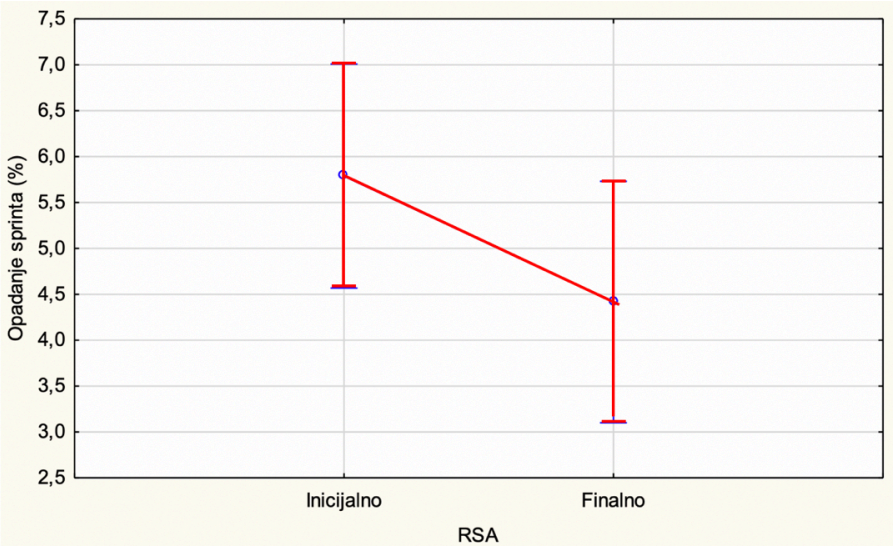


Grafikon 18. Promjene u varijabli postotak opadanja sprinta (RSA%sdec) u testu ponavljanih pravocrtnih sprintova pod utjecajem eksperimentalnih programa



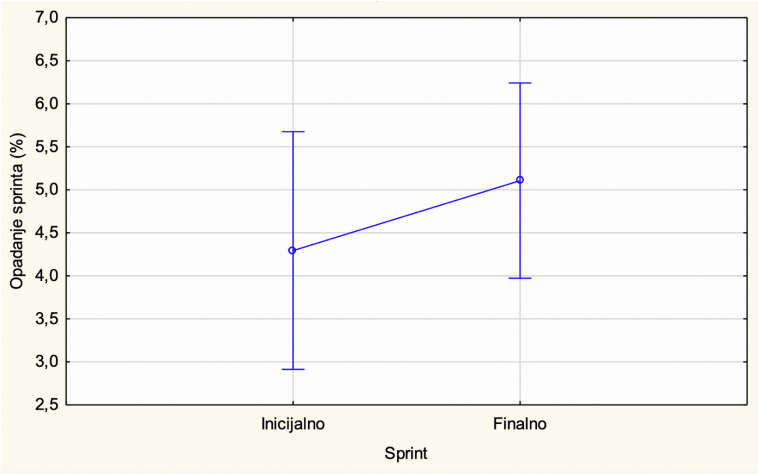
Grafikon 19. Razlike između grupe RSA i grupe S u inicijalnom mjerenju.

S obzirom na to da su u RSA%sdec varijabli vidljive značajne promjene (Tablica 25.) pod utjecajem intervencije za obje grupe ispitanika izračunata je razlika između inicijalnog i finalnog testiranja za grupe. U Grafikonu 20. prikazani su rezultati grupe RSA između inicijalnog i finalnog mjerenja u kojima nije vidljiva značajna razlika.



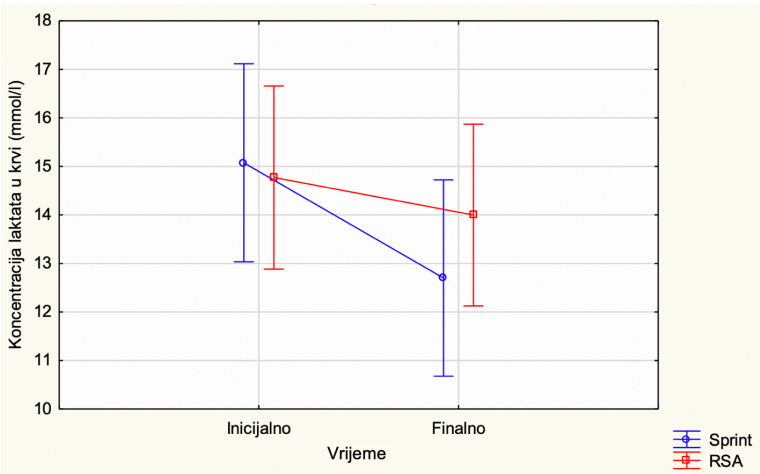
Grafikon 20. Promjene u varijabli najbolji sprint (RSA%sdec) kod grupe RSA u testu ponavljanih pravocrtnih sprintova

Isto tako, kod grupe S nije zabilježena značajna razlika između inicijalnog i finalnog testiranja u varijabli RSA%sdec u testu sposobnosti ponavljanja sprintova (Grafikon 21.)



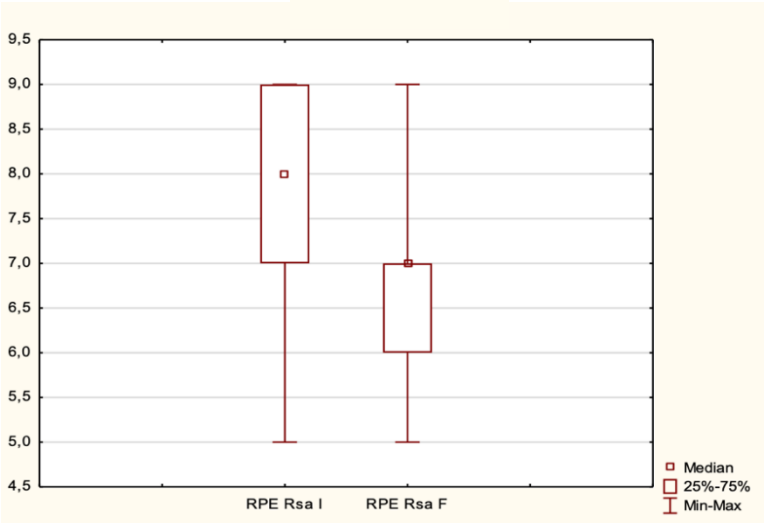
Grafikon 21. Promjene u varijabli najbolji sprint (RSA%sdec) kod grupe S u testu ponavljanih pravocrtnih sprintova

U Grafikonu 22. prikazane su promjene u rezultatima unutar varijable koncentracije laktata u krvi (RSAla) nakon testa ponavljanih pravocrtnih sprintova pod utjecajem treninga sprinta i treninga ponavljanih sprintova za obje grupe ispitanika. Statističkom obradom bilo je vidljivo da ne postoje statistički značajne razlike između grupa u inicijalnom mjerenju. Također vidljivo je da kod grupe S razina laktata u krvi nakon testa ponavljanih pravocrtnih sprintova bila manja za 15,8 % bez značajnosti, dok je kod grupe RSA koncentracija laktata bila manja za 5,2 % bez značajnosti.

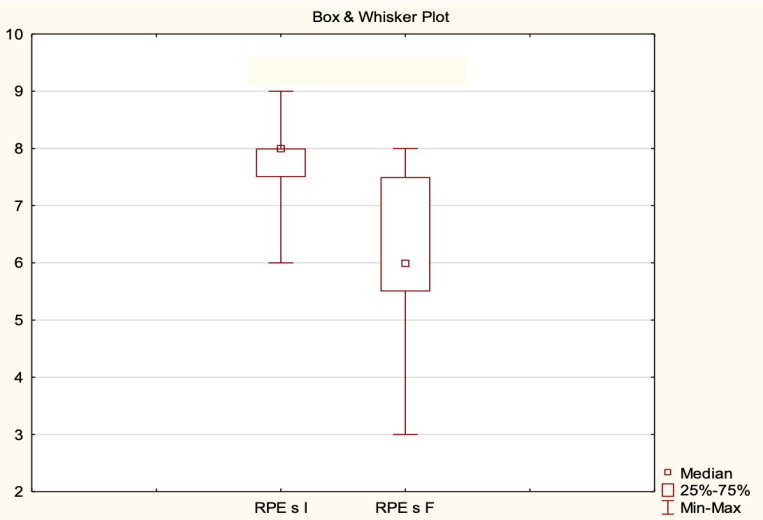


Grafikon 22. Promjene u varijabli koncentracije laktata (RSAla) nakon testa ponavljanih pravocrtnih sprintova pod utjecajem eksperimentalnih programa

U Grafikonu 23. i 24. prikazane su promjene u rezultatima unutar varijable subjektivne procjene opterećenja (RSArpe) nakon testa ponavljanih pravocrtnih sprintova pod utjecajem treninga sprinta i treninga ponavljanih sprintova za obje grupe ispitanika. Statističkom obradom bilo je vidljivo da ne postoje statistički značajne razlike između grupa u inicijalnom mjerenju. Također je vidljivo da je kod grupe S subjektivni osjećaj opterećenja bio značajno manji za 19,6 %, isto je tako Grafikonom 24. vidljivo da je kod grupe RSA razina subjektivnog osjećaja opterećenja bila značajno manja za 13,9 %.

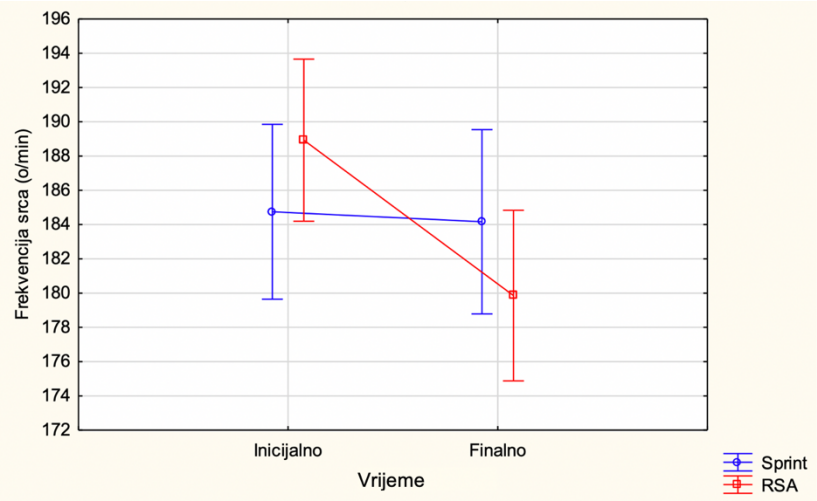


Grafikon 23. Promjene u varijabli subjektivne procjene opterećenja (RSArpe) nakon testa ponavljanih pravocrtnih sprintova pod utjecajem eksperimentalnih programa kod grupe RSA



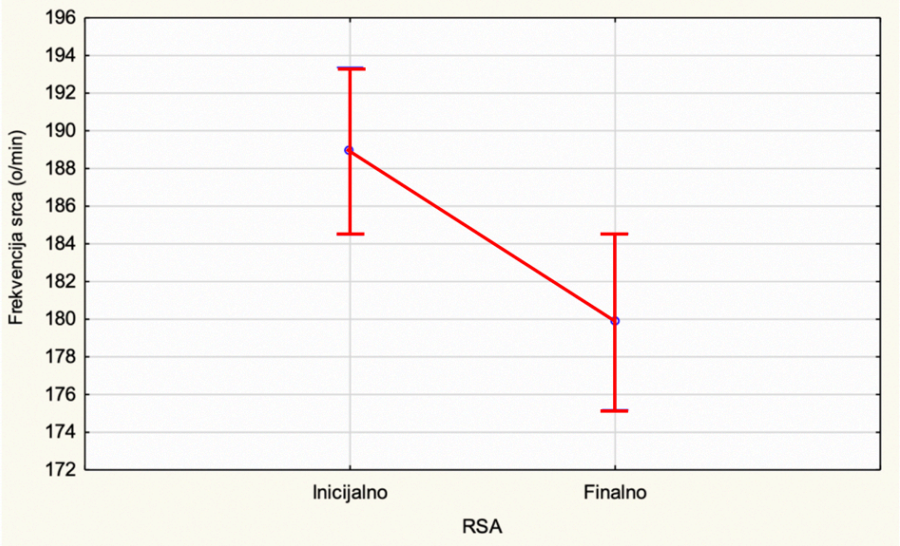
Grafikon 24. Promjene u varijabli subjektivne procjene opterećenja (RSArpe) nakon testa ponavljanih pravocrtnih sprintova pod utjecajem eksperimentalnih programa kod grupe S

Grafikon 25. prikazuje promjene u rezultatima unutar varijable maksimalne frekvencije srca za vrijeme provođenja testa ponavljanih pravocrtnih sprintova (FSpeakRSA) pod utjecajem treninga sprinta i treninga ponavljanih sprintova za obje grupe ispitanika. Statističkom obradom bilo je vidljivo da ne postoje statistički značajne razlike između grupa u inicijalnom mjerenju. Također je vidljivo poboljšanje rezultata god grupe S za 0,3 % bez značajnosti, dok je kod grupe RSA zabilježeno značajno poboljšanje u rezultatima između inicijalnog i finalnog testiranja za 4,8 %.



Grafikon 25. Promjene u varijabli maksimalne frekvencije srca (FSpeakRSA) kod grupe RSA i grupe S

S obzirom na to da su u FSpeakRSA varijabli vidljive značajne promjene (Tablica 25.) pod utjecajem intervencije za obje grupe ispitanika izračunata je razlika između inicijalnog i finalnog testiranja za grupe. U Grafikonu 26. prikazani su rezultati grupe RSA između inicijalnog i finalnog mjerenja u kojima je vidljiva značajna razlika.



Grafikon 26. Promjene u varijabli najbolji sprint (RSA%sdec) kod grupe RSA u testu ponavljanih pravocrtnih sprintova

Statističkom obradom utvrđeno je da kod svih varijabli iz prostora sposobnosti ponavljanja sprinta ne postoje statistički značajne razlike između grupa u finalnom mjerenju (Tablica 28.)

Tablica 28. Razlike između grupe RSA i grupe S u varijablama za procjenu sposobnosti ponavljanja sprinta u finalnom mjerenju

Varijable	t vrijednost	p
RSApro	0,518	0,608
RSAnaj	0,085	0,932
RSA%sdec	0,850	0,403
RSAla	-0,971	0,340
RSArpe	-0,959	0,346
FSpeakRSA	1,213	0,256

Legenda: RSAnaj – najbolji sprint u testu ponavljanih pravocrtnih sprintova, RSApro – prosjek sprintova u testu ponavljanih pravocrtnih testova, RSA%sdec – postotak opadanja sprinta pri testu ponavljanih pravocrtnih sprintova, RSAla – koncentracija laktata nakon testa ponavljanih pravocrtnih sprintova, RSArpe – subjektivna procjena opterećenja nakon testa ponavljanih pravocrtnih sprintova, FSpeakRSA – maksimalna frekvencija srca za vrijeme provođenja testa ponavljanih pravocrtnih sprintova.

10. RASPRAVA

Ovaj doktorski rad imao je cilj utvrditi ima li razlike u utjecaju treninga ponavljanja sprintova i treninga sprinta s potpunim oporavkom između ponavljanja na kondicijsku pripremljenost. Rezultati istraživanja u nekim varijablama pokazuju trend poboljšanja rezultata u motoričkim sposobnostima opisanim kroz rezultate. Najzanimljiviji dio rezultata odnosi se na varijablu postotka opadanja sprinta u testu za procjenu sposobnosti ponavljanja sprinta u kojoj je zabilježena značajna razlika kod grupe koja je provodila eksperimentalni trening sposobnosti ponavljanja sprinta u smislu poboljšanja rezultata za 23,6 % (prije 5,79±2,11 s, poslije 4,42±2,28 sekundi) te pogoršanje rezultata od 19,1 % kod grupe koja je provodila eksperimentalni program treninga sprinta (prije 4,29±2,17, poslije 5,11±1,79 sekundi). Dobiveno možemo objasniti time kako su se poboljšanja rezultata dogodila kod grupa koje su bile uključene u specifičan trenažni proces, odnosno kako je grupa koja je razvijala određenu sposobnost u istoj i ostvarila napredak u rezultatima. Isto je tako značajna razlika vidljiva u rezultatima najboljeg sprinta u testu procjene sposobnosti ponavljanja sprinta kod grupe koja je provodila eksperimentalni program treninga ponavljajućih sprintova za 2,1 % (prije 3,74±0,12, poslije 3,82±0,14 sekundi). Razlog leži u činjenici kako je napredak bio kod grupe koja je razvijala određenu sposobnost tijekom eksperimentalnog procesa (u ovom slučaju sprint) i u testovima za procjenu sprinta imala napredak u rezultatu. Značajne razlike i povećanje od 4,8 % zabilježeno je i kod varijable vršne frekvencije srca u testu za procjenu sposobnosti ponavljanja sprinta, i to kod grupe koja je provodila eksperimentalni program treninga ponavljajućih sprintova (prije 188,93±7,68, poslije 179,86±8,11 o/min).

Osim toga, eksperimentalni program odnosno trenažni koncept koji je proveden u ovom istraživanju izazvao je značajne adaptacije i pokazao trend napretka u funkcionalnim sposobnostima kod svih varijabli, posebice u značajnoj varijabli maksimalne brzine trčanja u testu na pokretnoj traci kod obje grupe (grupa sprint rast za 2,4 % prije 16,65±1,25, poslije 17,05±1,21 i grupa sposobnosti ponavljanja sprinta 3,6 % prije 16,62±1,28, poslije 17,23±1,07 km/h). Značajne razlike, odnosno poboljšanja rezultata vidljive su i u varijabli brzina pokretnog saga pri maksimalnom primitku kisika kod obje grupe (grupa RSA prije 16,40±1,24, poslije 16,65±1,00; grupa sprint prije 16,42±1,13, poslije 16,62±1,08). Uočena je također značajna razlika kod varijable maksimalne frekvencije srca u testu na pokretnoj traci u smislu poboljšanja rezultata za 1,7 % kod grupe koja je provodila eksperimentalni program treninga sposobnosti ponavljanja sprinta (prije 193,38±7,96, poslije 190,08±9,08), dok je kod grupe sprint također postojao trend napretka od 0,8 % no bez značajnosti.

S obzirom na rezultate, iz navedenog se može zaključiti da se treningom sprinta i treningom za razvoj sposobnosti ponavljanja sprinta u frekvenciji od tri puta tjedno može značajno djelovati na neke pokazatelje kondicijske pripremljenosti.

Kako je poznato da su sportske igre obilježene kombinacijom velikog broja visoko intenzivnih kretanja s niže intenzivnim aktivnostima (Stolen i sur., 2005) lako je zaključiti kako dobro razvijene funkcionalne i motoričke sposobnosti mogu biti presudne za uspjeh. Direktno vezano na prethodnu rečenicu, definiranje optimalnih trenažnih programa za razvoj različitih pokazatelja kondicijske pripremljenosti, predstavljaju ključni faktor glavnih i kondicijskih trenera u sportu. Kako su trening sprinta i trening ponavljanih sprintova sve češće korišteni trenažni alati u promjeni sportaševih motoričkih i funkcionalnih sposobnosti (Spencer i sur., 2004), ovim doktorskim radom predstavljene su razlike između ove dvije trenažne tehnologije.

10.1. Učinci treninga ponavljanih sprintova i treninga sprinta na funkcionalne sposobnosti

U području funkcionalnih sposobnosti kod grupe koja je izvodila trening ponavljanih sprintova zabilježen je porast rezultata od 1 % u varijabli maksimalnog primitka kisika (VO2max) što je sličan rezultat kao kod autora Serpiello i sur. (2011), Stojanović i sur. (2012) te Sagelv i sur. (2019). Povezanost rezultata u dosadašnjim istraživanjima s rezultatima ovog rada je u manjem broju treninga, manjem ukupnom broju sprintova te ukupne prijeđene udaljenosti tijekom eksperimentalnog procesa. Izostanak značajnih rezultata u varijabli maksimalnog primitka kisika autori objašnjavaju kroz kratak program treninga. Naime, autori Bishop i sur. (2005) ukazuju da se vrhunac efekata treninga za razvoj sposobnosti ponavljanih sprintova javlja nakon četvrtog tjedna treninga uz frekvenciju treninga od tri puta tjedno. Helgerud i sur. (2001) te Laursen i sur. (2002) navode da su učinci programa treninga za razvoj sposobnosti ponavljanja sprinta vidljivi nakon četiri do osam tjedana. Za pretpostaviti je kako bi za značajne promjene u rezultatima bilo potrebno povećati trajanje eksperimentalnog programa.

Značajno povećanje maksimalne brzine pokretnog saga (vmax) od 3,6 % zabilježeno je nakon progresivnog testa opterećenja. Autori Serpiello i sur. (2011) te Ferarri-Bravo i sur. (2007) koji su u svom istraživanju koristili progresivne testove opterećenja nisu objavili rezultate maksimalne brzine pokretnog saga. Dobivene rezultate moguće je objasniti značajnim

povećanjem VO2max te smanjenjem maksimalne frekvencije srca kod koje su također uočeni značajni pomaci.

Značajno smanjenje rezultata u finalnom mjerenju unutar varijable maksimalne frekvencije srca na progresivnom testu od 1,7 % može se objasniti tako da je maksimalna frekvencija srca važan pokazatelj kardiorespiratornog statusa, posebice ako je promatramo uz varijable VO2max te vmax. Prema Boku (2014) maksimalna frekvencija srca rijetko je analizirana u longitudinalnim istraživanjima o sposobnosti ponavljanja sprintova. Naime, promjena maksimalne frekvencije srca zabilježena je samo u istraživanju Fernandez-Fernendeza i sur. (2012) nakon treninga ponavljanih povratnih sprintova pri kojem je također došlo do smanjenja, no kod spomenutih autora nije bilo značajne razlike. Isto se tako razloge smanjene maksimalne frekvencije srca pri progresivnom testu opterećenja na pokretnom sagu može objasniti s prethodno navedenim povećanjem maksimalnog primitka kisika (VO2max) te maksimalne brzine pokretnog saga (vmax). Autori Kenney i sur. (2012) navode da maksimalni primitak kisika ovisi o povećanju minutnog volumena srca i razlici u količini kisika između arterijske i venske krvi. Bok (2014) navodi kako VO_{2max} može biti rezultat centralne (povećanje udarnog volumena srca i/ili frekvencije srca) i periferne (povećanje razlike između arterijske i venske količine kisika) adaptacije. Autor navodi da je nekoliko dosadašnjih istraživanja utvrdilo da intervalni trening izaziva veće centralne adaptacije, odnosno da je za povećanje VO2max više odgovoran minutni volumen srca (Daussin i sur., 2007; Daussin i sur., 2008). Pri povećanju centralne komponente značajno se povećava udarni volumen, dok frekvencija srca pri submaksimalnom naporu polagano opada. Dakle, povećanje udarnog volumena srca, koje se vjerojatno dogodilo i u ovom istraživanju s obzirom na značajno povećanje VO_{2max} u obje grupe, doprinijelo je smanjenju frekvencije srca.

U području funkcionalnih sposobnosti razlike između inicijalnog i finalnog mjerenja kod grupe koja je provodila trening sprinta nisu bile značajne, osim u varijabli maksimalna brzina pokretnog saga gdje je zabilježen značajan porast od 2,4 % u odnosu na inicijalno mjerenje. Dvanaest studija (McKenna i sur., 1997.; MacDougall i sur., 1998.; Barnett i sur., 2004.; Burgomaster i dr., 2008.; Bailey i sur., 2009.; Hazell i sur., 2010.; Whyte i sur., 2010.; Astorino i sur., 2011.; Bayati i sur., 2011.; Macpherson i sur., 2011.; Metcalfe i sur., 2011.; Trilk i sur., 2011) izvijestile su o značajnom povećanju VO2max ili VO2peak u rasponu od 4 do 13,5 %. Rezultate ovog rada i izostanak značajnih razlika potvrdili su i autori unutar dvije studije (Burgomaster i sur., 2005., i Burgomaster i sur., 2006.) u kojima nakon dva tjedna

eksperimentalnog procesa i ukupno šest treninga unatoč poboljšanim performansama u aerobnom testiranju nisu imali promjene na varijabli VO2max. Prema autorima Sloth i sur. (2013) postoje čvrsti dokazi koji pokazuju da 2 do 8 tjedna treninga temeljenog na sprintu poboljšava VO2max. Važno je napomenuti da su takvi zaključci doneseni na temelju istraživanja koja su provedena kod zdravih sjedilački ili rekreativno aktivni odraslih muškarca i žena, uključujući neobučene i pretile osobe, dakle rekreativcima. Stoga je zaključke teško usporediti i implementirati u sustav treninga vrhunskih nogometaša. Prema Slothu i sur. (2013) mehanizmi odgovorni za aerobne i metaboličke adaptacije na temelju treninga sprinta još su nedovoljno istraženi. Usprkos tim tvrdnjama poznato je da su brze adaptacije treninga sprinta povezane s visokom aktivacijom mišićnih vlakana tijekom maksimalnog intenziteta, odnosno izvođenja maksimalnih sprintova Gibala i sur., 2006; Burgomaster i sur., 2007; Bailey i sur., 2009). Potencijalni stres brzih mišićnih vlakana pri treningu sprinta izaziva promjene u oksidativnom kapacitetu (Gollnick i sur., 1973; Dudley i sur., 1982; Gibala i sur., 2006; Bailey i sur., 2009). Prema Bailey i sur. (2009), visoko intenzivni intervalni trening poput treninga provedenog u ovom radu u odnosu na kontinuirani trening izdržljivosti izaziva veće prilagodbe oksidativnih enzima u brzim mišićnim vlaknima i poboljšanja oksidativnog kapaciteta u brzim mišićnim vlaknima kada intenzitet treninga premašuje VO2peak (Dudley i sur., 1982). Autori Sloth i sur. (2013) zaključuju kako specifične oksidativne adaptacije brzih mišićnih vlakana mogu biti djelomično odgovorne za povećanje VO2max i napredak u maksimalnom aerobnom kapacitetu nakon treninga sprinta.

Na temelju navedenog može se uočiti objektivni limit ovog istraživanja koji je spomenut kroz opis rezultata pojedinih varijabli. Uzimajući u obzir sve navedeno, može se reći kako su ograničenja ove studije već spomenuti i nedovoljno velik volumen treninga u smislu trajanja eksperimentalnog procesa. Naime, trend pozitivnog porasta u rezultatima bi mogao biti puno veći i značajniji ako bi istraživanje trajalo duže. Važno je naglasiti i da bi se vjerojatno s većom distancom sprinta i većim brojem sprintova pokazali veći efekti ovakvog eksperimentalnog procesa i konačno ako bi ispitanici bili dobro utrenirani nogometaši, aplikativna vrijednost studije bila bi veća i mogla bi se primijeniti na vrhunski sport, u ovom primjeru nogomet, te bi takva istraživanja praktičarima osigurala zanimljive spoznaje koje bi mogli implementirati u trenažni proces.

Tablica 29. Razlike između inicijalnog i finalnog mjerenja u funkcionalnim sposobnostima kod obje grupe ispitanika izražen u postocima

Varijable	Trening ponavljanih sprintova	Trening sprinta
VO2max	1 ↑	0,5 ↑
vmax	**3,6 ↑***	**2,4 ↑***
vVO2max	**1,2 ↑**	1,5 ↑
FSmax	**1,7 ↑***	0,8 ↑

Legenda: Crveno bojom i zvjezdicom * označeni su statistički značajni rezultati.

VO2max – maksimalni relativni primitak kisika, vmax – maksimalna brzina pokretnog saga, vVO2max – brzina pokretnog saga pri maksimalnom primitku kisika, FSmax – maksimalna frekvencija srca u progresivnom testu opterećenja.

10.2. Učinci treninga ponavljanih sprintova i treninga sprinta na motoričke sposobnosti

Rezultati ove studije pokazali su poboljšanja kod grupe koja je provodila trening ponavljanih sprintova od 1 % bez značajne razlike između inicijalnog i finalnog mjerenja u testu za procjenu eksplozivne snage tipa sprinta. Slične rezultate zabilježili su autori Ferrari-Bravo i sur. (2007) koji problem navode u premalom volumenu trenažnog programa u odnosu na studije koje su imale značajna poboljšanja te odnosa rada i oporavka. S obzirom na to da je eksperimentalni program treninga ovog doktorskog rada imao sličan volumen kao i u navedenom istraživanju, može se zaključiti da bi rezultati bili značajniji ukoliko bi se eksperimentalni program dizajnirao većim volumenom. Metoda kombinacije treninga ponavljanja sprintova s drugim trenažnim tehnologijama kao što je trening s vanjskim opterećenjem kako bi se dogodile adaptacije na mišićnu jakost te samim time i brzina pravocrtnog sprinta predložena je od strane nekih autora (Fernandes-Fernandez i sur., 2012). Fiziološke i mehaničke adaptacije na eksplozivnu jakost tipa sprinta povezane s različitim faktorima: specifičnim treningom, energetskim sustavom, mišićnom sustavom te sposobnosti brže mišićne kontrakcije te direktno time kombinacijom rada na različitim sustavima mogu se postići značajne adaptacije u prostoru eksplozivne jakosti tipa sprinta (Buchheit i sur., 2010; Buchheit i sur., 2010c; Laughlin i sur., 2008; Reilly i sur., 2009).

Rezultati ovog istraživanja pokazali su trend napretka, no bez značajnosti u sprintu kod grupe ispitanika koja je izvodila trening sprinta. Navedenim se može zaključiti da ovakav tip programa i volumena treninga ne izaziva značajne efekte. Slične rezultate kao i u ovom doktorskom radu dobili su Dawson i sur. (1998) i Marković i sur. (2007) u čijim istraživanjima također nije bilo značajnih efekata u području eksplozivne jakosti tipa sprinta što objašnjavaju nedostatnim volumenom treninga. Isto tako, ograničavajući faktor i smanjeni efekti mogu se objasniti i nedovoljnim omjerima rada i odmora što su spoznali autori rada Ferrari-Bravo i sur. (2007). Primijećeni trendovi napretka u sprintu kod grupe koja je izvodila trening sprinta u svom radu dobili su i autori Moya-Ramon i sur. (2020). Ovi autori objašnjavaju napretke u ovoj sposobnosti neuralnim adaptivnim procesima (Ross i sur., 2001; Buchheit i sur., 2010c) koji uzrokuju povećanu mišićnu silu i brzinu pokreta (Perrey i sur., 2010). Isto tako, spoznaje mogu ići u smjeru veće produkcije vertikalne i horizontalne produkcije sila na podlogu tijekom sprinta (Clark i sur., 2010; Rey i sur., 2017). Autori Chtara i sur. (2017) objašnjavaju da postoje brojni fiziološki faktori i adaptacije koji mogu objasniti napretke u pravocrtnom sprintu pod utjecajem treninga sprinta. Vezano uz to, Rodas i sur. (2000) zaključili su da se pod utjecajem

treninga sprinta odvija povećanje mišićnih metabolita i enzima. Osim toga, Marković i sur. (2007) spoznaju da povećanje kontraktilnih svojstava mišića ekstenzora nogu povećava produkciju sile te time direktno poboljšava sprint. S obzirom na da su autori Ferrari-Bravo i sur. (2007) te Dawson i sur. (1998) dobili slične rezultate, a dajući važnosti sposobnosti ubrzanja u sportskim igrama, posebice nogometu autori predlažu dodatni trening mišićne jakosti kako bi se razvila sposobnost ubrzanja i kratkog sprinta (Impellizzeri i sur., 2007, Wisloff i sur., 2004, Wisloff i sur., 1998).

Iako postoji trend napretka rezultata između inicijalnog i finalnog mjerenja u testovima za procjenu eksplozivne snage tipa skoka nije zabilježena značajna razlika pa se ne može zaključiti kako se ovakvim programom treninga može razvijati spomenuta sposobnost. Minimalne promjene u rezultatima u smislu napretka u varijabli skokova iz stopala od 0,3% između inicijalnog i finalnog mjerenja te 2,2% u varijabli skok s pripremom između inicijalnog i finalnog mjerenja nisu dovoljne kako bi se mogao izvesti opći zaključak o utjecaju treninga sprinta na eksplozivnu jakost tipa skoka. Slične rezultate i pozitivan trend napretka, no bez značajne razlike u eksplozivnoj jakosti tipa skoka pokazalo je istraživanje autora Rey, Padrón-Cabo, Costa i Lago-Fuentes (2019). Autori objašnjavaju nedostatak napretka u vertikalnoj skočnosti zbog specifičnih trenažnih strategija poput treninga za razvoj eksplozivne snage tipa skoka i treninga s opterećenjem koje nisu korištene u ovom istraživanju, a potrebne su za napredak i poboljšanje rezultata u eksplozivnoj snazi tipa skoka. Isto tako Venturelli, Bishop i Pettene (2008) u svom radu ne pronalaze značajne razlike što objašnjavaju slabijom razinom obučenosti ispitanika za razliku od ispitanika u ostalim studijama. Vezano uz to, autori Shalfawi i sur. (2012) nedostatak napretka u eksplozivnoj snazi tipa skoka, posebice u testu skoka s pripremom, objašnjavaju nedostatkom podražaja u smislu produkciji sile i nedovoljnih kontraktilnih adaptacija mišića ekstenzora nogu za koju su Marković i sur. (2007) spoznali da povećavaju produkciju sile te direktno time i eksplozivnu jakost tipa skoka. Većina objavljenih radova prema metaanalizi Shalfawia i sur. (2013) imala su duži period eksperimentalnog procesa u kojima su bila vidljiva značajna poboljšanja rezultata. Autori također sugeriraju da je većina studija rađena na mladim i slabije utreniranim nogometašima kod kojih je bilo kakav oblik trenažnog procesa izazivao pozitivne i statistički značajne pomake.

Pozitivni pomaci u rezultatima također su vidljivi u testu za procjenu reaktivne agilnosti (20 jardi test) kod grupe koja je provodila trening sprinta, ali oni nisu značajni. Poboljšanja u finalnom testiranju kod grupe koja je provodila trening sprinta veći su u odnosu na grupu koja je tijekom eksperimentalnog procesa bila podvrgnuta treningom za razvoj sposobnosti ponavljanih sprintova (Tablica 17.). Taj podatak može se objasniti tako što je

sposobnost sprinta puno bliža motoričkoj sposobnosti promjene smjera kretanja zbog različitih faktora koji na jednak način utječu na obje sposobnosti. Isto tako, poznata je međuzavisnost motoričkih sposobnosti prema Fox-u (1979) gdje autor usko povezuje brzinu, agilnost i brzinsku izdržljivost pa se time može povezati i saznanje kako su rezultati grupe koja je provodila trening sprinta nešto veći u odnosu na rezultate grupe koja je provodila trening ponavljanih sprintova u testu 20 jardi. S druge strane, kako navodi Bok (2014) te autori Little i Williams (2005) utvrđeno je da sposobnost akceleracije, maksimalna brzina i agilnost predstavljaju odvojene, odnosno specifične sposobnosti za čije je unapređenje potrebno provoditi specifične treninge koji na drugačiji način aktiviraju muskulaturu donjih ekstremiteta.

Bok (2014) navodi kako autori sugeriraju da razliku u ovim sposobnostima čine drugačiji zahtjevi za manifestiranjem snage pri raznim specifičnim duljinama mišića, pri koncentričnoj ili ekscentričnoj mišićnoj akciji, kao i kompleksnost motoričke kontrole i koordinacije većeg broja mišića. Dawson i sur. (1998) zabilježili su značajan napredak u sprintu na 40 metara, bez napretka u sprintu na 10 metara nakon treninga koji je uključivao pravocrtne sprintove na dionicama od 30 do 80 metara, što također potvrđuje specifičnost trenažnih adaptacija. Navedene razlike u manifestaciji snage pri realizaciji ponavljanih pravocrtnih i povratnih sprintova vjerojatno su u određenoj mjeri zaslužne za nešto drugačiji trend razvoja sprinterskih performansi. Budući da je korelacija između akceleracije i maksimalne brzine iznosila relativno visokih 0,62 (Little i sur., 2005; Šalaj i Marković, 2011), ipak je logično očekivati slične napretke u testovima za procjenu tih sposobnosti.

Nepostojanje značajne razlike u svojim radovima dobili su autori Shalfawi i sur. (2013) koji navode nekoliko mogućih faktora objašnjavajući ovakve limitirajuće rezultate. Prvi od niza faktora je taj da je opterećenje samog trenažnog procesa bilo neadekvatno (Dupont i sur., 2004). Neki autori, poput Gotlieba i sur. (2014), nedostatak značajnosti u finalnom mjerenju objašnjavaju činjenicom da testovi za procjenu agilnosti imaju veliku varijabilnost. Autori napominju da u kontekstu izvedbe testa i pozitivnih pomaka u samom testu veliku ulogu imaju tehničko znanje izvedbe promjene smjera te sama vještina izvođenja struktura promjena smjera kretanja. Autori niza istraživanja (Little i sur., 2005; Vescovi i sur., 2008; Young i sur., 2001; Sheppard i sur., 2006; Šalaj i Marković, 2011) objašnjavaju da trening sprinta i trening agilnosti razvijaju dvije različite sposobnosti. Autori također utvrđuju da pravocrtna brzina koju razvijamo i unapređujemo realizacijom treninga sprinta ne utječe na poboljšanje u sposobnosti promjene smjera kretanja kao i obratno (Young i sur., 2001).

Iako je vidljiv trend napretka rezultata između inicijalnog i finalnog mjerenja, u testovima za procjenu eksplozivne jakosti tipa skoka nije zabilježena značajna razlika. Minimalnim promjenama u rezultatima u varijabli skokova iz stopala od 2,2 % i 3,3 % u varijabli skok s pripremom, lako je zaključiti kako ovaj tip treninga nije optimalan za poboljšanja u eksplozivnoj jakosti tipa skoka. Slične spoznaje imaju Ferrari-Bravo i sur. (2007) i Buchheit i sur. (2009) koji također nisu zabilježili značajna napredovanja u varijablama eksplozivnoj jakosti tipa skoka pod utjecajem treninga ponavljanih sprintova. Isto tako, ove rezultate objašnjavaju time da bi rezultati mogli biti značajnije bolji ako bi se koristio veći volumen treninga. Nadalje, autori Ferrari-Bravo i sur. (2007) te Dawson i sur. (1998) predlažu implementaciju treninga s vanjskim opterećenjem kako bi se unaprijedila mišićna jakost te direktno time i sposobnost eksplozivne snage tipa skoka (Impellizzeri i sur., 2007; Wisloff i sur., 2004; Wisloff i sur., 1998).

Iako su neka istraživanja pokazala značajnu povezanost između ubrzanja na 5 metara i agilnosti (Little i sur., 2005) za očekivati je bilo da će sličnu povezanost imati i trening ponavljanih sprinova zbog svoje specifičnosti, odnosno radi faze inicijalnog ubrzanja tijekom izvođenja sprinta. Međutim, u ovom doktorskom radu nije zabilježeno značajno unaprjeđenje rezultata ove varijable. Štoviše, zabilježena je stagnacija rezultata, odnosno blagi pad od 0,6 % (Tablica 18.). Slične rezultate te izostanak značajnih rezultata autori (Gotlieb i sur., 2014) objašnjavaju velikom varijabilnosti testova za procjenu agilnosti te neadekvatnim volumenom treninga (Dupont i sur., 2004). Spoznaje različitih istraživanja pokazale su da su brzina i agilnost, odnosno sposobnost promjene smjera relativno nepovezane jedna s drugom te imaju nisku korelaciju (Little i sur., 2005; Vescovi i sur., 2008; Young i sur., 2001). Upravo se ovo objašnjenje može primijeniti i na rezultate u ovoj varijabli u ovom doktorskom radu s obzirom na to da je specifičnost treninga ponavljanja sprintova vezana za linearnu, odnosno horizontalnu komponentu kretanja bez promjena smjera kretanja. Fernandez-Fernandes i sur. (2012) zaključuju kako se pravocrtnim sprintom te treningom ovih komponenti kretanja ne mogu dogoditi adaptacije na agilnost i faktore koje utječu na nju. U smislu poboljšanja rezultata predlaže se kombinacija treninga ponavljanja sprintova i treninga s vanjskim opterećenjem (Ferrari-Bravo i sur., 2007; Dawson i sur., 1998).

Tablica 30. Razlike između inicijalnog i finalnog mjerenja u motoričkim sposobnostima kod obje grupe ispitanika izražene u postocima

Varijable	Trening ponavljanih sprintova	Trening sprinta
SP5 m	0,8 ↑	0,8 ↓
SP10 m	1 ↑	0,5 ↑
SP25 m	1 ↑	0 ↔
CMJ	2,2 ↑	2,2 ↑
RJ	3,3 ↑	0,3 ↓
20 jardi	0,6 ↑	1,2 ↓

Legenda: Crveno bojom i zvjezdicom * označeni su statistički značajni rezultati.

SP5 m – vrijeme na 5 metara, SP10 m – vrijeme na 10 metara, SP25 m – vrijeme na 25 metara, CMJ – skok s pripremom (*countermovement jump*), RJ – skokovi iz stopala (*repeated jumps*)

10.3. Učinci treninga ponavljanih sprintova i treninga sprinta na sposobnost ponavljanja sprinta

U testu za procjenu sposobnosti ponavljanja sprinta značajni rezultati u ovom radu zabilježeni su u varijablama najbolji sprint (RSAnaj), postotak opadanja sprinta pri testu ponavljanih pravocrtnih sprintova (RSAs%dec), maksimalnoj frekvenciji srca nakon testa sposobnosti ponavljanja sprintova (FSpeakRSA), subjektivnoj procjeni opterećenja nakon testa ponavljanih pravocrtnih sprintova (RSArpe).

Autori Buchheit i suradnici (2008) u svom radu pronalaze i značajne razlike unutar izoliranih varijabli (RSAnaj, RSApro) nakon intervencije, odnosno trenažnog programa koji je trajao 10 tjedana (2 puta tjedno), a u kojem je realizirano ukupno 184 sprintova. Do sličnih spoznaja došli su i autori Nasciemento i suradnici (2015) čiji je eksperimentalni proces trajao 4 tjedna te je u njemu realizirano 144 sprinta. Autori su primijetili napredak u varijabli RSAs%dec za 26,2 %. Unutar izolirane varijable RSAnaj najveći napredak u istraživanju imali su autori Serpiello i suradnici (2011) koji su zabilježili napredak od 5,5 %, dok su autori Mohr i suradnici (2007) u svom istraživanju imali napredak od 4 %. Serpiello i suradnici (2011) zabilježili su veći napredak uz realiziranih 150 sprintova, dok su Mohr i suradnici (2007) unutar svog eksperimentalnog programa realizirali 450 sprintova što je razlika od 67 % u volumenu treninga, odnosno količini sprintova. Važno je naglasiti da je razlika također u korištenom testu za procjenu sposobnosti ponavljanja sprinta koji u istraživanjima nije bio standardan pa je sukladno tome teško usporediti rezultate (Bok, 2014). Ako usporedimo rezultate ovog rada s rezultatima dosadašnjih istraživanja može se primijetiti kako je napredak grupe koja je realizirala program treninga ponavljanih sprintova manji u varijablama najbolji sprint u testu ponavljanih pravocrtnih sprintova (RSAnaj), prosjek sprintova u testu ponavljanih pravocrtnih sprintova (RSApro) i koncentracija laktata nakon testa ponavljanih pravocrtnih sprintova (RSAla) od rezultata zabilježenih u istraživanju Mohra i sur. (2007). Slične rezultate u izoliranim varijablama (RSApro) bilježe autori Nascimento i sur. (2015), Campos-Vazquez i sur. (2015), Buchheit i sur.(2008) i Buchheit, i sur. (2010c). Rezultati ovog istraživanja pokazali su značajne razlike između grupa u varijabli najbolji sprint u testu ponavljanih sprintova (RSAnaj). S obzirom na dobivene rezultate, grupe su promatrane odvojeno gdje je kod grupe koja je provodila trening ponavljanih sprintova uočena značajna razlika između inicijalnog i finalnog testiranja (pad rezultata od 2,1%) dok je kod grupe sprint zabilježen blagi napredak u rezultatu (poboljšanje od 0,5%) što možemo objasniti kako se u varijabli RSAnaj

uzima najbolji sprint za interpretaciju rezultata. Očekivano kako će upravo grupa koja je provodila trening sprinta u ovoj varijabli pokazati napredak.

Unutar varijable postotak opadanja sprinta pri testu ponavljanih pravocrtnih sprintova značajne promjene u rezultatima dobili su autori Attene i sur. (2014), Attene i sur. (2015), Suarez-Arrones i sur.(2014), Buchheit i sur. (2014), Stojanović i sur. (2012). Autori Nasciemento i sur. (2014) na temelju izostanka napretka u izoliranoj varijabli najbolji sprint u testu ponavljanih sprintova vide u objašnjenju stanja treniranosti ispitanika, odnosno nedovoljno dugim eksperimentalnim procesom, odnosno trajanjem trenažnog podražaja koji bi utjecao na neuromuskularne adaptacije. Izostanak značajnog napretka u spomenutom radu može se povezati s rezultatima ovog doktorskog rada. Spoznaje mogu ići u smjeru kako status treniranosti ispitanika (studenti prve godine redovnog studija na Kineziološkom fakultetu) nije na nivou statusa treniranosti profesionalnih sportaša, iako studenti predstavljaju aktivni dio populacije.

Iako nema značajnih razlika u rezultatima izolirane varijable koncentracija laktata, nakon testa ponavljanih pravocrtnih sprintova (RSAla) vidljiv je trend napretka za 5,5 % koji su registrirali autori Iaia i sur. (2017) u svom istraživanju. Shodno tome može se zaključiti da niže registrirane vrijednosti koncentracije laktata u krvi nakon finalnog mjerenja u testu za procjenu sposobnosti ponavljanih sprintova ukazuju na adaptaciju organizma na umor te bolji oporavak nakon visoko intenzivne aktivnosti. Autori Nasciemento i sur. (2014) poboljšanje rezultata u segmentu oporavka objašnjavaju kroz karakter eksperimentalnog procesa, odnosno trenažnog programa ponavljanih sprintova koji u svojoj strukturi ima funkciju prepokrivanja što izaziva pozitivne adaptacije organizma unutar homeostaze. Karakter treninga za razvoj ponavljanih sprintova djeluje na učinkovitiju sposobnost puferskih kapaciteta na što ukazuju vrijednosti koncentracije laktata u krvi te posljedično bržim oporavkom organizma. Prethodno napisano potvrđuju rezultati u varijabli subjektivne procjene opterećenja (RSArpe) nakon testa ponavljanih sprintova između inicijalnog i finalnog mjerenja gdje je kod grupe koja je provodila trening ponavljanih sprintova zabilježeno značajno poboljšanje u rezultatima za 16%.

Ako analiziramo rezultate dobivene u testu sposobnosti ponavljanih sprintova kod grupe koja je provodila trening sprinta s dosadašnjim istraživanjima i ako uzmemo u obzir modalitet treninga, onda možemo uočiti drugačije trendove rezultata. Mohr i sur. (2007) zabilježili su povećanje u RSAnaj za 4%, RSApro za 4,2% i RSAs%dec za 13% nakon programa treninga sprinta koji je sadržavao 15 sprintova u trajanju 6 sekundi. Isto tako, razlike u rezultatima istraživanja Mohra i sur. (2007) i rezultatima ovog istraživanja mogu se

objasniti ukupnim volumenom treninga te pretrčanom udaljenosti koja je kod Mohra i sur. (2007) bila gotovo duplo veća (13 500 metara, u odnosu na ukupno pretrčanu distancu u ovom istraživanju od 7 200 metara). Razlike se mogu uočiti i kod ispitanika jer su ispitanici u istraživanju Mohra i sur. (2007) bili stariji i slabije kondicijski pripremljeni, dok su ispitanici ovog istraživanja bili mlađi i aktivni studenti, stoga mogući razlog boljeg povećanja rezultata leži u činjenici da se na slabije treniranim pojedincima bolje uočava efekt trenažnog postupka nego kod mlađe i aktivnije populacije.

Tablica 31. Razlike između inicijalnog i finalnog mjerenja u motoričkim sposobnostima kod obje grupe ispitanika izražene u postocima

Varijable	Trening ponavljanih sprintova	Trening sprinta
RSApro	0,7 ↓	0,2 ↓
RSAnaj	**2,1 ↓***	0,5 ↑
RSA%sdec	**19↓ ***	**23,6 ↑***
RSAla	5,2 ↑	15,8 ↑
RSArpe	**13,9 ↑***	**19,6 ↑***
FSpeakRSA	**4,8 ↑***	0,3 ↑

Legenda: Crveno bojom i zvjezdicom * označeni su statistički značajni rezultati.
RSApro – prosjek sprintova u testu ponavljanih pravocrtnih sprintova, RSAnaj – najbolji sprint u testu ponavljanih pravocrtnih sprintova, RSA%sdec – postotak opadanja sprinta pri testu ponavljanih pravocrtnih sprintova, RSla – koncentracija laktata nakon testa ponavljanih pravocrtnih sprintova, RSArpe – subjektivna procjena opterećenja nakon testa ponavljanih pravocrtnih sprintova. FSpeakRSA – maksimalna frekvencija srca nakon testa sposobnosti ponavljanja sprintova.

11. ZAKLJUČAK

Ovo istraživanje provedeno je s ciljem definiranja učinaka u utjecaju treninga ponavljanih sprintova i treninga sprinta na pokazatelje kondicijske pripremljenosti. Iz dosadašnjih istraživanja vidljivo je da postoji različit trend, odnosno utjecaj ova dva protokola treninga na sposobnosti koje su od iznimne važnosti za uspjeh u pojedinom sportu, posebice nogometu.

Eksperimentalni proces od 6 tjedana s frekvencijom treninga 3 puta tjedno (ukupno 18 treninga) pokazao je kako dva različita tipa treninga sprinta mogu utjecati na pokazatelje kondicijske pripremljenosti te kolike su promjene u efektima nakon trenažnog podražaja.

U području motoričkih sposobnosti efekti treninga su slični kod obje grupe i nije došlo do značajnih promjena.

U području funkcionalnih sposobnosti za varijablu maksimalni primitak kisika (VO2max) program treninga nije izazvao značajne razlike između grupa niti između inicijalnog i finalnog mjerenja. Varijabla maksimalne brzine trčanja na pokretnom sagu (vmax) nije pokazala značajne razlike između grupa nakon eksperimentalnog postupka međutim značajne razlike između inicijalnog i finalnog mjerenja bile su vidljive za obje grupe. Unutar varijable maksimalna frekvencija srca na progresivnom testu opterećenja nije zabilježena značajna razlika između grupa nakon eksperimentalnog programa, međutim značajna razlika u rezultatima inicijalnog i finalnog mjerenja zabilježena je kod grupe koja je izvodila trening ponavljanih sprintova.

U području sposobnosti ponavljanja sprinta zabilježene su značajne razlike između inicijalnog i finalnog mjerenja u varijabli RSAnaj i to kod grupe koja je provodila trening ponavljanih sprintova, u varijabli RSA%sdec i RSArpe kod obje grupe ispitanika te u varijabli FSpeakRSA kod grupe koja je provodila trening ponavljanih sprintova.

Prvom hipotezom ovog istraživanja pretpostavilo se da će postojati statistički značajna razlika nakon provedbe treninga između grupa koje će izvoditi ponavljane sprintove i grupe koja će provoditi trening sprinta u funkcionalnim sposobnostima (maksimalni primitak kisika - VO2max, brzina trčanja na pokretnom sagu -vmax, brzina trčanja pri maksimalnom primitku kisika - vVO2max, maksimalna frekvencija srca - FSmax). Metodom obrade podataka, točnije ANOVA za ponavljana mjerenja ukazala je da nema značajnih poboljšanja rezultata u varijablama unutar prostora funkcionalnih sposobnostzi stoga se ova hipoteza smatra odbačenom.

Osim u testu za sposobnost ponavljanja sprinta u kojem je veće efekte nakon eksperimentalnog procesa imala grupa koja je bila u trenažnom programu sposobnosti ponavljanja sprinta. U varijabli (RSAnaj) zabilježene su značajne razlike između grupa, i to kod grupe koja je izvodila trening ponavljanih sprintova. Kod varijable postotak opadanja sprinta (RSAs%dec) zabilježeni su značajni rezultati između grupa pod utjecajem eksperimentalnog programa. Rezultati varijable za procjenu subjektivnog osjećaja opterećenja nakon testa ponavljanih sprintova bili su značajno manji za obje grupe ispitanika između inicijalnog i finalnog testiranja. Varijabla koja je procjenjivala vršnu frekvenciju srca u testu ponavljanih sprintova (FSpeakRSA) pokazala je značajnu razliku između grupa nakon intervencije. Izoliranim promatranjem pojedine grupe vidljiva je značajna razlika u rezultatima kod grupe koja je izvodila trening ponavljanih sprintova.

Drugom hipotezom ovog istraživanja pretpostavilo se da će postojati statistički značajna razlika nakon provedbe treninga između grupa koje će izvoditi ponavljane sprintove i grupe koja će provoditi trening sprinta u motoričkim sposobnostima (sprint na 5 metara - SP5m, sprint na 10 metara - SP10m, sprint na 25 metara - SP25m, skok s pripremom - CMJ, ponavljani skokovi - RJ, 20 jardi). Obzirom da ANOVOM za ponovljena mjerenja nije vidljiva statistički značajna razlika u rezultatima kod obje eksperimemntalne grupe navedena hipoteza se odbacuje.

Trećom hipotezom ovog istraživanja pretpostavilo se da će postojati statistički značajna razlika nakon provedbe treninga između grupa koje će izvoditi ponavljane sprintove i grupe koja će provoditi trening sprinta u sposobnostima ponavljanih sprintova (najbolji sprint u testu ponavljanih pravocrtnih sprintova - RSAnaj, prosjek sprintova u testu ponavljanih pravocrtnih sprintova - SPSpro, postotak opadanja sprinta pri testu ponavljanih pravocrtnih sprintova - RSA%sdec, koncentracija laktata nakon testa ponavljanih pravocrtnih sprintova-RSAla, subjektivna procjena opterećenja nakon testaponavljanih pravocrtnih testova - RSArpe, maksimalna frekvencija srca za vrijeme provođenja testa za procjenu sposobnosti ponavljanja sprinta - FSpeakRSA). Naime, ANOVA za ponavljana mjerenja ukazala je na statistički značajna poboljšanja rezultata u varijabli najbolji sprint u testu ponavljanih pravocrtnih sprintova (RSAnaj) za grupu ispitanika koja je izvodila trening sprinta, osim toga značajno poboljšanje rezultata vidljivo je u varijabli postotak opadanja sprinta (RSA%sdec) za grupu koja je izvodila trening ponavljanih sprintova dok su rezultati bili značajno lošiji kod grupe koja je izvodila trening sprinta. U varijabli subjektivne procjene opterećenja (RSArpe)

zabilježene su značajno viši rezultati kod obje grupe ispitanika, dok je u varijabli maksimalne frekvencije srca (FSpeakRSA) vidljivo značajno povećanje rezultata za grupu treninga ponavljanih sprintova. Rezultati pokazuju kako nisu potvrđeni očekivani učinci u ključnim varijablama, stoga se ova hipoteza djelomično prihvaća.

11.2. Ograničenja istraživanja

S obzirom na mali broj ispitanika vrlo lako je moguće da je postojala nedovoljna motiviranost pojedinaca u izvođenju eksperimentalnog programa, a posebice u finalnim testiranjima koja je mogla utjecati na ishod i rezultate testiranja. Također, sukladno navedenom moglo bi se zaključiti da bi za veće i značajnije efekte bilo potrebno povećati volumen treninga (broj treninga, dužinu sprinta i broj sprintova) te produžiti trajanje samog eksperimenta.

Iz toga proizlazi činjenica kako nakon šest tjedana eksperimentalnog procesa treninga sprinta i treninga sposobnosti ponavljanih sprintova ova dva programa treninga imaju ograničenja i različito utječu na promjene u kondicijskoj pripremljenosti. Ako sagledamo detaljnije, s pravom se može zaključiti da su programi treninga sposobnosti ponavljanih sprintova izazvali značajne promjene u sposobnosti ponavljanih sprintova radi specifičnosti izvođenja testa. Ovo istraživanje pokazalo je pozitivan trend u promjenama rezultata te bi uz već spomenute promjene unutar programa bilo zanimljivo promatrati efekte takvih modificiranih istraživanja i programa treninga koji bi u praktičnom smislu imali veći značaj.

12. POPIS LITERATURE

1. Astorino, TA., Allen, RP., Roberson, DW., Jurancich, M. (2012) Effect of high-intensity interval training on cardiovascular function, VO2max, and muscular force. J Strength Cond Res: 26: 138–145.
2. Attene, G., Laffaye, G., Chaouachi, A., Pizzolato, F., Migliaccio, GM., Padulo, J.(2015) Repeated sprint ability in young basketball players: one vs. two changes of direction (Part 2). J Sports Sci. 2015;33(15):1553-63. doi: 10.1080/02640414.2014.996182.
3. Attene, G., Nikolaidis, PT., Bragazzi, NL., Dello Iacono, A., Pizzolato, F., Zagatto, AM., Dal Pupo, J., Oggianu, M., Migliaccio, GM., Mannucci Pacini, E., Padulo, J. Repeated (2016) Sprint Ability in Young Basketball Players (Part 2): The Chronic Effects of Multidirection and of One Change of Direction Are Comparable in Terms of Physiological and Performance Responses. Front Physiol. 27;7:262. doi: 10.3389/fphys.2016.00262.
4. Attene, G., Pizzolato, F., Calcagno, G., Ibba, G., Pinna, M., Salernitano, G., Padulo, J. (2014)Sprint vs. intermittent training in young female basketball players. J Sports Med Phys Fitness. Apr;54(2):154-61.
5. Balsom, P.D., Seger, JY., Sjödin, B., Ekblom, B. (1992) Maximal-intensity intermittent exercise: effect of recovery duration. Int J Sports Med. Oct;13(7):528-33. doi: 10.1055/s-2007-1021311.
6. Bailey, S.J., Wilkerson, DP., Dimenna, FJ., Jones, AM. (2009) Influence of repeated sprint training on pulmonary O2 uptake and muscle deoxygenation kinetics in humans. J Appl Physiol: 106: 1875–1887.
7. Barbero-Alvarez, J.C., Soto, V.M., Barbero-Alvarez, V., Granda-Vera, J. (2008) Match analysis and heart rate of futsal players during competition. J Sports Sci. 26(1):63–73. doi: 10.1080/02640410701287289
8. Barnett, C., Carey, M., Proietto, J., Cerin, E., Febbraio, MA., Jenkins, D. (2004) Muscle metabolism during sprint exercise in man: influence of sprint training. J Sci Med Sport: 7: 314–322.
9. Bayati, M., Farzad, B., Gharakhanlou, R., Agha-Alinejad, H. (2011) A practical model of low-volume high-intensity interval training induces performance and metabolic

adaptations that resemble “all-out” sprint interval training. J Sports Sci Med: 10: 571–576.

10. Bishop, D., Girard, O., Mendez-Villanueva, A. (2011) Repeated-sprint ability – part II: recommendations for training. Sports Med. 41(9):741-56. doi: 10.2165/11590560-000000000-00000.
11. Bishop, D., Spencer, M. (2004) Determinants of repeated-sprint ability in well-trained team-sport athletes and endurance-trained athletes. J Sports Med Phys Fitness. 44(1):1–7.
12. Bishop, D., Edge, J. (2006) „Determinants of repeated-sprint ability in females matched for single-sprint performance,“ *European Journal of Applied Physiology*, 97(4), pp. 373–379. doi:10.1007/s00421-006-0182-0.
13. Bok, D. (2014). *Učinci dva trenažna protokola ponavljanih sprintova na pokazatelje kondicijske pripremljenosti* (doktorska disertacija). Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb
14. Branta, C., Haubenstricker, J., Seefeldt, V. (1984) Age changes in motor skills during childhood and adolescence. Exerc Sport Sci Rev. 1984;12:467-520. PMID: 6734680.
15. Buchheit, M., Haydar, B., Ahmaidi, S. (2012) „Repeated sprints with directional changes: do angles matter?,“ *Journal of Sports Sciences*, 30(6), pp. 555–562. doi:10.1080/02640414.2012.658079.
16. Buchheit, M. (2012a) Should we be recommending repeated sprints to improve repeated-sprint performance? Sports Med.42(2):169-72; author reply 172-3. doi:10.2165/11598230-000000000-00000.
17. Buchheit, M., Laursen, P. B., Kuhnle, J., Ruch, D., Renaud, C., & Ahmaidi, S. (2009). Game-based training in young elite handball players. *International journal of sports medicine*, *30*(04), 251–258. doi: 10.1055/s-0028-1105943
18. Buchheit, M., Mendez-Villanueva, A., Delhomel, G., Brughelli, M., & Ahmaidi, S. (2010). Improving repeated sprint ability in young elite soccer players: repeated shuttle sprints vs. explosive strength training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *24*(10), 2715-2722. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181bf0223
19. Buchheit, M., Mendez-Villanueva, A., Simpson, B. M., & Bourdon, P. C. (2010a). Match running performance and fitness in youth soccer. International Journal of Sports Medicine, 31, 818–825.

20. Buchheit, M., Mendez-Villanueva, A., Simpson, B. M., & Bourdon, P. C. (2010b). Repeated-sprint sequences during youth soccer matches. International Journal of Sports Medicine, 31, 709–716.
21. Buchheit, M., Mendez-Villanueva, A., Quod, M., Quesnel, T. & Ahmaidi, S. (2010c). Improving acceleration and repeated sprint ability in well-trained adolescent handball players: speed versus sprint interval training. *International Journal of Sports Physiology and Performance, 5,* 152–164.
22. Buchheit, M., Mendez-Villanueva, A. (2014) Changes in repeated-sprint performance in relation to change in locomotor profile in highly-trained young soccer players. J Sports Sci.;32(13):1309-17. doi: 10.1080/02640414.2014.918272.
23. Buchheit, M., Millet, G., Parisy, A., Pourchez, S., Laursen, P., & Ahmaidi, S. (2008). Supramaximal training and postexercise parasympathetic reactivation in adolescents. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *40*(2), 362. doi:10.1249/mss.0b013e31815aa2ee
24. Burgomaster, K.A., Cermak, N.M., Phillips, S.M., Benton, C.R., Bonen, A., Gibala, M.J. (2007) Divergent response of metabolite transport proteins in human skeletal muscle after sprint interval training and detraining. Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol: 292:R1970–R1976.
25. Burgomaster, K.A., Heigenhauser, G.J., Gibala, M.J. (2006) Effect of short-term sprint interval training on human skeletal muscle carbohydrate metabolism during exercise and time-trial performance. J Appl Physiol: 100: 2041–2047.
26. Burgomaster, K.A., Howarth, K.R., Phillips, S.M., Rakobowchuk M., Macdonald, M.J., McGee, SL., Gibala, MJ. (2008) Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans. J Physiol: 586: 151–160.
27. 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. J Appl Physiol: 98: 1985–1990.
28. Chatzopoulos, D., Michailidis, C., Papaiakovou, G., Patikas, D. (2005). The effect of a combined high-intensity strength and speed training program on the running and jumping ability of soccer players. J Strength Cond Res 19: 369–375.
29. Campos-Vazquez, M.A., Romero-Boza, S., Toscano-Bendala, F.J., Leon-Prados, J.A., Suarez-Arrones, L.J., Gonzalez-Jurado, J.A. (2015). Comparison of the effect of repeated-sprint training combined with two different methods of strength training on

young soccer players. J Strength Cond Res. 29(3):744-51. doi: 10.1519/JSC.0000000000000700

30. Carling, C., Le Gall, F., Dupont G. (2012). Analysis of repeated high-intensity running performance in professional soccer. Journal of Sports Sciences, 30, 325–336.
31. Castagna, C., Abt, G., Manzi, V., Annino, G., Padua, E., D'Ottavio, S. (2008) Effect of recovery mode on repeated sprint ability in young basketball players. J Strength Cond Res. 22(3):923-9. doi: 10.1519/JSC.0b013e31816a4281.
32. Castanga, J.B., D'Ottavio, S., Abt, G. (2003). Activity profile of young soccer players during actual match play. *J Strength Cond Res* 17, 775–780.
33. Castagna, C., Impellizzeri, F.M., Chamari K., Carlomagno, D., Rampinini, E. Aerobic fitness and yo-yo continuous and intermittent tests performances in soccer players: a correlation study. J Strength Cond Res 2006; 20: 320–325.
34. Chaouachi, A., Chtara, M., Hammami, R., Chtara, H., Turki, O., Castagna, C. (2014). Multidirectional sprints and small-sided games training effect on agility and change of direction abilities in youth soccer. J Strength Cond Res; 28: 3121–3127.
35. Chelly, M.S., Fathloun, M., Cherif, N., Ben Amar, M., Tabka, Z., Van Praagh, E. (2009). Effects of a back squat training program on leg power, jump, and sprint performances in junior soccer players. J Strength Cond Res 23: 2241–2249.
36. Chtara, M, Rouissi, M, Haddad, M, Chtara, H, Chaalali, A, Owen, A, Chamari, K. (2017) Specific physical trainability in elite young soccer players: efficiency over 6 weeks' in-season training. Biol Sport. 2017 Jun;34(2):137-148. doi: 10.5114/biolsport.2017.64587.
37. Clark, K. P., Stearne, D. J., Walts, C. T., Miller, A. D. (2010). The longitudinal effects of resisted sprint training using weighted sleds vs. weighted vests. Journal of Strength and Conditioning Research, 24(12), 3287–3295.
38. Clemente, F., Ramirez-Campillo, R., Afonso, J., Sarmento, H., Rosemann, T., Knechtle, B. (2021). A Meta-Analytical Comparison of the Effects of Small-Sided Games vs. Running-Based High-Intensity Interval Training on Soccer Players' Repeated-Sprint Ability. International Journal of Environmental Research and Public Health. 18. doi:10.3390/ijerph18052781.
39. Dal Pupo, J., Detanico, D., Santos, S.G. (2012) Kinetic parameters as determinants of vertical jump performance. Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum;14(1):41–51.
40. Daussin, F. N., Ponsot, E., Dufour, S. P., Lonsdorfer-Wolf, E., Doutreleau, S., Geny B., Piquard, F., Richard, R. (2007). Improvement of VO_{2max} by cardiac output and

oxygen extraction adaptation during intermittent versus continuous, endurance training. *European Journal of Applied Physiology, 101,* 377–383.

41. Daussin, F. N., Zoll, J., Dufour, S. P., Ponsot, E., Lonsdorfer-Wolf, E., Doutreleau, S., Mettauer, B., Piquard, F., Geny, B., Richard, R. (2008). Effect of interval versus continuous training on cardiorespiratory and mitochondrial functions: relationship to aerobic performance improvements in sedentary subjects. *American Journal of Physiology– Regulatory, Integrative and Comparative Physiology, 295,* R264-R272.
42. Dawson, B., Fitzsimons, M., Green, S., Goodman, C., Carey, M., Cole, K. (1998) Changes in performance, muscle metabolites, enzymes and fibre types after short sprint training. Eur J Appl Physiol Occup Physiol.; 78(2):163-9. doi: 10.1007/s004210050402.
43. Dawson, B., Fitzsimons, M., Green, S., Goodman, C., Carey, M., Cole, K. (1998) Changes in performance, muscle metabolites, enzymes and fibre types after short sprint training. Eur J Appl Physiol; 78: 163–169.
44. Delecluse, C., Van Coppenolle, H., Willems, E., Van Leemputte, M., Diels, R., Goris, M. (1995) Influence of high-resistance and high-velocity training on sprint performance. Med Sci Sports Exerc.; 27(8):1203–1209.
45. Di Salvo, V., Gregson, W., Atkinson, G., Tordoff, P., Drust, B. (2009). Analysis of high intensity activity in Premier League soccer. Int J Sports Med 30: 205–212.
46. Di Salvo, V., Baron, R., González-Haro, C., Gormasz, C., Pigozzi, F., Bachl N. (2010). Sprinting analysis of elite soccer players during European champions league and UEFA cup matches. Journal of Sports Sciences, 28, 1489–1494.
47. Dietz, V., Schmidtbleicher, D., Noth, J. (1979). Neuronal mechanism of human locomotion. J. Neurophysiol. 42: 1212–1222.
48. Nascimento, P.C., Lucas, R.D., Pupo, J., Arins, F.B., Castagna, C., Guglielmo, L.G.A.. (2015). Effects of four weeks of repeated sprint training on physiological indices in futsal players. Brazilian Journal of Kinanthropometry and Human Performance. 17. 91–103. doi:10.5007/1980-0037.2015v17n1p91.
49. Dudley, G.A., Abraham, W.M., Terjung, R.L. (1982) Influence of exercise intensity and duration on biochemical adaptations in skeletal muscle. J Appl Physiol: 53: 844–850.
50. Dupont, G., Akakpo, K., Berthoin, S. (2004) The effect of in-season, high-intensity interval training in soccer players. J Strength Cond Res 18: 584–589.

51. Edge, J., Bishop, D., Goodman, C., Dawson, B. (2005). Effects of high-and moderate-intensity training on metabolism and repeated sprints. Medicine & Science in Sports & Exercise, 37, 1975–1982.
52. Esfarjani, F., Laursen, P.B. (2007). Manipulating high-intensity interval training: effects on VO2max, the lactate threshold and 3000 m running performance in moderately trained males. J Sci Med Sport.10(1):27–35.
53. Fatouros, I.G., Jamurtas, T., Leontsini, D., Taxildaris, K., Aggeloussis, N., Kostopoulos, N., Buckenmeyer, P. (2000). Evaluation of Plyometric Exercise Training, Weight Training, and Their Combination on Vertical Jumping Performance and Leg Strength. The Journal of Strength & Conditioning Research. 14. doi:10.1519/00124278-200011000-00016.
54. Faude, O., Koch, T., Meyer, T. (2012) „Straight sprinting is the most frequent action in goal situations in professional football," *Journal of Sports Sciences*, 30(7), pp. 625–631. doi:10.1080/02640414.2012.665940.
55. Fernandez-Fernandez, J., Sanz-Rivas, D., Kovacs, M.S., Moya, M. (2015). In-season effect of a combined repeated sprint and explosive strength training program on elite junior tennis players. J Strength Cond Res, 29(2): 351–357.
56. Fernandez-Fernandez, J., Zimek, R., Wiewelhove, T., Ferrauti, A. (2012). High intensity interval training vs. repeated sprint training in tennis. *Journal of Strength and Conditioning Research, 26*(1), 53–62. 72. doi: 10.1519/JSC.0b013e318220b4ff.
57. Ferrari Bravo, D., Impellizzeri, F.M., Rampinini, E., Castagna, C., Bishop, D., Wisloff, U. (2007) Sprint vs. interval training in football. *International Journal of Sports Medicine*, 29(8), pp. 668–674. doi:10.1055/s-2007-989371.
58. Foster, C., Florhaug, J.A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L.A., Parker, S. (2001) A new approach to monitoring exercise training. *Proceedings of the National Academy of Sciences,* 15, 109–115.
59. Fox, E. (1979). Sports Physiology. Saunders, Philadelphia.
60. Galvin, H. M., Cooke, K., Sumners, D. P., Mileva, K. N., Bowtell, J. L. (2013). Repeated sprint training in normobaric hypoxia. *British journal of sports medicine*, *47*(Suppl 1), i74-i79. doi: 10.1136/bjsports-2013-092826
61. Gibala, M.J., Little, J.P., van Essen, M., Wilkin, G.P., Burgomaster, K.A., Safdar, A., Raha, S., Tarnopolsky, M.A. (2006) Short-term sprint interval versus traditional endurance training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. J Physiol: 575: 901–911.

62. Gil, S., Barroso, R., Crivoi do Carmo, E., Loturco, I., Kobal, R., Tricoli, V., Ugrinowitsch C., Roschel H. (2018). Effects of resisted sprint training on sprinting ability and change of direction speed in professional soccer players. J Sports Sci, 36(17): 1923–1929.
63. Girard, O., Mendez-Villanueva, A. i Bishop, D. (2011). Repeated-sprint ability - part I: factors contributing to fatigue. Sports Med 41: 673–694.
64. Gollnick, P.D., Armstrong, R.B., Saltin, B., Saubert, C.W., Sembrowich, W.L., Shepherd, R.E. (1973) Effect of training on enzyme activity and fiber composition of human skeletal muscle. J Appl Physiol: 34: 107–111.
65. Gottlieb, R., Eliakim, A., Shalom, A., Iacono, A., Meckel, Y. (2014). Improving anaerobic fitness in young basketball players: plyometric vs. specific sprint training. J Athl Enhanc 3: 1–6.
66. Gunnarsson, T.P., Christensen, P.M., Holse, K., Christiansen, D., Bangsbo, J. (2012). Effect of additional speed endurance training on performance and muscle adaptations. Med Sci Sports Exerc, 44: 1942–1948.
67. Harper, D. J., Carling, C., Kiely, J. (2019) „High-Intensity Acceleration and Deceleration Demands in Elite Team Sports Competitive Match Play: A Systematic Review and Meta-Analysis of Observational Studies," *Sports Medicine*. Springer International Publishing, pp. 1923–1947. doi:10.1007/s40279-019-01170-1.
68. Harrison, A.J., Bourke, G. (2009). The effect of resisted sprint training on speed and strength performance in male rugby players. J Strength Cond Res 23: 275–283.
69. Haugen, T.A., Tonnessen, E, Hisdal, J, Seiler, S. (2014) „The role and development of sprinting speed in soccer," *International Journal of Sports Physiology and Performance*. Human Kinetics Publishers Inc., pp. 432–441. doi:10.1123/IJSPP.2013-0121.
70. Hausler, J., Halaki M., Orr R. (2016). Application of global positioning system and microsensor technology in competitive rugby league match-play: a systematic review and meta-analysis. Sports Med.46:559–88.
71. Hazell, T.J., Macpherson, R.E., Gravelle, B.M., Lemon, P.W. (2010) 10 Or 30-S sprint interval training bouts enhance both aerobic and anaerobic performance. Eur J Appl Physiol: 110: 153–160.
72. Helgerud, J., Engen, L.C., Wisloff, U., Hoff, J. (2001) Aerobic endurance training improves soccer performance. Med Sci Sports Exerc. 33(11):1925-31. doi: 10.1097/00005768-200111000-00019.

73. Hill, D. W., Rowell, A. L. (1996). Significance of time to exhaustion during exercise at the velocity associated with VO2max. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology, 72*(4), 383–386.
74. Hunter, J.P., Marshall, R.N., McNair, P.J. (2005). Relationships between ground reaction force impulse and kinematics of sprint-running acceleration. J Appl Biomech 21: 31–43.
75. Iaia, F.M., Fiorenza, M., Larghi, L., Alberti, G., Millet, G.P., Girard O. (2017) Short- or long-rest intervals during repeated-sprint training in soccer? PLoS One. 12(2):e0171462. doi: 10.1371/journal.pone.0171462.
76. Impellizzeri, F.M., Castagna, C., Rampinini, E., Martino, F., Fiorini, S., Wisløff, U. (2007) Effect of plyometric training on sand versus grass on muscle soreness, jumping and sprinting ability in soccer players. Br J Sports Med; 0: doi:10.1136/bjsm.2007.038497
77. Impellizzeri, F.M, Rampinini, E., Castagna, C., Bishop, D., Ferrari Bravo, D., Tibaudi, A., Wisloff, U. (2008) Validity of a repeated-sprint test for football. Int J Sports Med. Nov;29(11):899-905. doi: 10.1055/s-2008-1038491.
78. Jakovljevic, S.T., Karalejic, M.S., Pajic, Z.B., Macura, M.M., Erculj, F.F. (2012). Speed and agility of 12- and 14-year-old elite male basketball players. *J Strength Cond Res* 26, 2453-2459.
79. Jones, P., Bampouras, T.M., Marrin, K. (2009). An investigation into physical determinants of change of direction speed *J Sports Med Phys Fitness* 49, 97–104.
80. Kenney, W. L., Wilmore, J. H., Costill, D. L. (2012). *Physiology of Sport and Exercise*. Champaign, IL: Human Kinetics.
81. Kotzamanidis, C. (2003) „The effect of sprint training on running performance and vertical jump in pre-adolescent boys,“ *Journal of Human Movement Studies*, 44(3), pp. 225–2140.
82. Kotzamanidis, C. (2006). Effect of plyometric training on running performance and vertical jumping in prepubertal boys. *J Strength Cond Res* 20, 441–445.
83. Krustrup, P., Mohr, M., Amstrup, T., Rysgaard, T., Johansen, J., Steensberg, A., Pedersen P.K., Bangsbo J. (2003) The yo-yo intermittent recovery test: physiological response, reliability, and validity. Med Sci Sports Exerc. Apr;35(4):697-705. doi: 10.1249/01.MSS.0000058441.94520.32.

84. Krustrup, P., Mohr, M., Nybo, L., Jensen, J.M., Nielsen, J.J., Bangsbo, J. (2006) The yo-yo IR2 test: physiological response, reliability, and application to elite soccer. Med Sci Sports Exerc; 38: 1666–1673.
85. Laughlin, M.H., Roseguini, B. (2008) Mechanisms for exercise training- induced increases in skeletal muscle blood flow capacity: Differences with interval sprint training versus aerobic endurance training. J Physiol Pharmacol 7: 71–88.
86. Little, T., Williams, A.G. (2005). Specificity of acceleration, maximum speed, and agility in professional soccer players. *J Strength Cond Res* 19, 76–78.
87. MacDougall, J.D., Hicks, A.L., MacDonaldm, J.R., McKelvie, R.S., Green, H.J., Smith, K.M. (1998) Muscle performance and enzymatic adaptations to sprint interval training. J Appl Physiol (1985) 84: 2138–2142.
88. McKenna, M.J., Heigenhauser, G.J., McKelvie, R.S., Obminski, G., MacDougall, J.D., Jones, N.L. (1997) Enhanced pulmonary and active skeletal muscle gas exchange during intense exercise after sprint training in men. J Physiol: 501 (Pt 3): 703–716.
89. Maio Alves, J.M., Rebelo, A.N., Abrantes, C., Sampaio, J. (2010). Short-term effects of complex and contrast training in soccer players' vertical jump, sprint, and agility abilities. J Strength Cond Res 24: 936–941.
90. Malina, R.M., Eisenmann, J.C., Cumming, S.P., Ribeiro, B., Aroso, J. (2004). Maturity-associated variation in the growth and functional capacites of youth football (soccer) players 13-15 years. *Eur J Appl Physiol* 91, 555–562.
91. Marković, G., Jukić, I., Milanović, D., Metikoš, D. (2007) Effects of sprint and plyometric training on muscle function and athletic performance. J Strength Cond Res. 21(2):543-9. doi: 10.1519/R-19535.1.
92. Martínez-Valencia, MA., Romero-Arenas, S., Elvira, JL., González-Ravé, JM., Navarro-Valdivielso, F., Alcaraz, PE. (2015) Effects of Sled Towing on Peak Force, the Rate of Force Development and Sprint Performance During the Acceleration Phase. J Hum Kinet. 10;46:139-48. doi: 10.1515/hukin-2015-0042.
93. Matavulj, D., Kukolj, M., Ugarkovic, D., Tihanyi, J., Jaric, S. (2001). Effects on plyometric training on jumping performance in junior basketball players. The Journal of sports medicine and physical fitness. 41. 159-64.
94. Mathisen, G.E. (2014). Effect of high-speed and plyometric training for 13-year old male soccer players on acceleration and agility performance. LASE J Sport Sci 5: 3–14.

95. Meckel, Y., Gefenm, Y., Nemetm, D., Eliakim, A. (2012). Influence of short vs. long repetition sprint training on selected fitness components in young soccer players. J Strength Cond Res 26: 1845–1851.
96. Macpherson, R.E., Hazell, T.J., Olver, T.D., Paterson, D.H., Lemon, P.W. (2011) Run sprint interval training improves aerobic performance but not maximal cardiac output. Med Sci Sports Exerc: 43: 115–122.
97. Martinez-Valencia, M.A., Romero-Arenas, S., Elvira, J.L., González-Ravé, J.M., Navarro-Valdivielso, F., Alcaraz, P.E. (2015) Effects of Sled Towing on Peak Force, the Rate of Force Development and Sprint Performance During the Acceleration Phase. J Hum Kinet. 2015 Jul 10;46:139-48. doi: 10.1515/hukin-2015-0042.
98. Mendez-Villanueva, A., Buchheit, M. (2011). Physical capacitymatch physical performance relationships in soccer: Simply, more complex. European Journal of Applied Physiology, 111, 2387–2389.
99. Metcalfe, R.S., Babraj, J.A., Fawkner, S.G., Vollaard, N.B. (2011) Towards the minimal amount of exercise for improving metabolic health: beneficial effects of reduced-exertion high-intensity interval training. Eur J Appl Physiol: 112: 2767–2775.
100. Mero, A., Komi, P.V., Gregor, R. J. (1992). Biomechanics of sprint running: a review. Sports Med., 13: 376–392.
101. Meylan, C., Malatesta, D. (2009). Effects of in-Season Plyometric Training within Soccer Practice on Explosive Actions of Young Players. *J Strength Cond Res* 23, 2605–2613.
102. Mohr, M., Krustrup, P., Bangsbo J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sports Science, 21*, 519–528.
103. Mohr, M., Krustrup, 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.
104. Mohr, M., Krustrup, P., Nielsen, J.J., Nybo, L., Rasmussen, M.K., Juel, C., Bangsbo J. (2007). Effect of two different intense training regimens on skeletal muscle ion transport proteins and fatigue development. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology, 292,* R1594-R1602.
105. Moran, J., Sandercock, G., Rumpf, M.C., Parry, D.A. (2016) Variation in Responses to Sprint Training in Male Youth Athletes: A Meta-analysis. Int J Sports Med. 38(1):1–11. doi: 10.1055/s-0042-111439

106. Morio, C., Chavet, P., Androuet, P., Foissac, M., Berton, E., Nicol, C. (2011) Time course of neuro-mechanical changes underlying stretch-shortening cycle during intermittent exhaustive rebound exercise. Eur J Appl Physiol. 111(9):2295-305. doi: 10.1007/s00421-011-1859-6.

107. Moya-Ramon, M., Nakamura, F.Y., Teixeira, A.S., Granacher, U., Santos-Rosa, FJ., Sanz-Rivas D., Fernandez-Fernandez J. (2020). Effects of Resisted Vs. Conventional Sprint Training on Physical Fitness in Young Elite Tennis Players. J Hum Kinet.73:181–192. doi: 10.2478/hukin-2019-0142.

108. Nedrehagen, E. S., Saeterbakken, A. (2015). The Effects of in-Season Repeated Sprint Training Compared to Regular Soccer Training. Journal of Human Kinetics. 49. 237-244. doi:10.1515/hukin-2015-0126.

109. Noyes, F.R., Barber-Westin, S.D., Smith, S.T., Campbell, T., Garrison, T.T. (2012). A training program to improve neuromuscular and performance indices in female high school basketball players. J Strength Cond Res. 26(3):709-19. doi: 10.1519/JSC.0b013e318228194c.

110. Nummela, A., Rusko, H., Mero, A. (1994). EMG activities and ground reaction forces during fatigued and nonfatigued sprinting. Med Sci Sports Exerc 26: 605–609.

111. Otero-Esquina, C., de Hoyo Lora, M., Gonzalo-Skok, Ó., Domínguez-Cobo, S., Sánchez, H. (2017). Is strength-training frequency a key factor to develop performance adaptations in young elite soccer players? Eur J Sport Sci, 17(10): 1241–1251.

112. Padulo, J., Degortes, N., Migliaccio, G.M., Attene, G., Smith, L., Salernitano, G., Annino, G., D'Ottavio, S. (2013). Footstep manipulation during uphill running. Int J Sports Med. Mar;34(3):244-7. doi: 10.1055/s-0032-1323724.

113. Padulo, J, D'Ottavio, S, Pizzolato, F, Smith, L, Annino, G. (2012). Kinematic analysis of soccer players in shuttle running. Int J Sports Med. 2012 Jun;33(6):459-62. doi: 10.1055/s-0032-1304641.

114. Perrey, S., Racinais, S., Saimouaa, K., Girard, O. (2010). Neural and muscular adjustments following repeated running sprints. Eur J Appl Physiol, 109(6): 1027–1036.

115. Pettersen, S.A., Mathisen, G.E. (2012). Effect of short burst activities on sprint and agility performance in 11- to 12-year-old boys. J Strength Cond Res 26: 1033–1038.

116. Rampinini, E., Coutts, A.J., Castagna, C., Sassi, R., Impellizzeri, F.M. (2007). Variation in top level soccer match performance. Int J Sports Med 28: 1018–1024.

117. Rampinini, E., Bishop, D., Marcora, S. M., Ferrari Bravo, D., Sassi, R., Impellizzeri F. M. (2007a). Validity of simple field tests as indicators of match-related physical performance in top-level professional soccer players. International Journal of Sports Medicine, 28, 228–235.

118. Randell, A., Cronin, J., Keogh, J., Gill, N. (2010). Transference of Strength and Power Adaptation to Sports Performance-Horizontal and Vertical Force Production. Strength & Conditioning Journal. 32. 100–106. doi:10.1519/SSC.0b013e3181e91eec.

119. Reilly, T., Morris, T., Whyte, G. (2009) The specificity of training prescription and physiological assessment: A review. J Sports Sci 27: 575–589.

120. Rey, E., Padrón-Cabo, A., Fernández-Penedo, D. (2017) Effects of Sprint Training With and Without Weighted Vest on Speed and Repeated Sprint Ability in Male Soccer Players. J Strength Cond Res;31(10):2659-2666. doi:10.1519/JSC.0000000000001726.

121. Rey, E., Padrón-Cabo, A., Costa, P.B., Lago-Fuentes, C. (2019) Effects of different repeated sprint-training frequencies in youth soccer players. Biol Sport. Sep;36(3):257-264. doi: 10.5114/biolsport.2019.87047.

122. Rodas, G., Ventura, J.L., Cadefau, J.A., Cusso, R., Parra, J. (2000). A short training programme for the rapid improvement of both aerobic and anaerobicmetabolism. Eur J Appl Physiol; 82: 480–486.

123. Rosenblat, M.A., Perrotta, A.S., Thomas, S.G. (2020). Effect of High-Intensity Interval Training Versus Sprint Interval Training on Time-Trial Performance: A Systematic Review and Meta-analysis. Sports Med. 50(6):1145–1161. doi: 10.1007/s40279-020-01264-1.

124. Ross, A., Leveritt, M., Riek, S. (2001). Neural influences on sprint running: training adaptations and acute responses. Sports Med 31: 409–425.

125. Ross, R. E., Ratamess, N.A., Hoffman, J. R., Faigenbaum, A. D., Kang, J., Chilakos, A. (2009). The effects of treadmill sprint training and resistance training on maximal running velocity and power. J. Strength Cond. Res. 23, 385–394. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181964a7a

126. Rowland, T.W. (2005). Children's exercise physiology. Champaign, Ill.: Human Kinetics.

127. Rumpf, M.C., Cronin, JB., Pinder, S.D., Oliver, J., Hughes, M. (2012). Effect of different training methods on running sprint times in male youth. *Pediatr Exerc Sci* 24, 170–186.

128. Rumpf, M.C., Lockie, R.G., Cronin, J.B., Jalilvand, F. (2016) Effect of Different Sprint Training Methods on Sprint Performance Over Various Distances: A Brief Review. J Strength Cond Res. Jun;30(6):1767-85. doi: 10.1519/JSC.0000000000001245.

129. Sagelv, E.H, Selnaes, I., Pedersen, S., Pettersen, S.A., Randers, M.B., Welde, B. (2019) Effects of Linear Versus Changes of Direction Repeated Sprints on Intermittent High Intensity Running Performance in High-level Junior Football Players over an Entire Season: A Randomized Trial. Sports (Basel). Aug 6;7(8):189. doi: 10.3390/sports7080189.

130. Šalaj, S., Marković, G. (2011). Specificity of Jumping, Sprinting, and Quick Change-of-Direction Motor Abilities. Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association. 25. 1249-55. doi:10.1519/JSC.0b013e3181da77df.

131. Santos, D.A., Matias, C.N., Rocha, P.M., Minderico, C.S., Allison, D.B., Sardinha, L.B., Silva, A.M. (2014) Association of basketball season with body composition in elite junior players. J Sports Med Phys Fitness. 2014 Apr;54(2):162-73. PMID: 24509987.

132. Serpiello, F. R., McKenna, M. J., Stepto, N. K., Bisho, D. J., Aughey, R. J. (2011). Performance and physiological responses to repeated-sprint exercise: a novel multiple-set approach. *European Journal of Applied Physiology, 111*, 669–678.

133. Shalfawi, S., Ingebrigtsen, J., Dillern, T., Tønnessen, E., Delp, T.K., Enoksen, E. (2012). The effect of 40 m repeated sprint training on physical performance in young elite male soccer players. Serb J Sports Sci; 6: 111–116.

134. Shalfawi, S.A., Haugen, T., Jakobsen, T.A., Enoksen, E., Tønnessen, E. (2013) The effect of combined resisted agility and repeated sprint training vs. strength training on female elite soccer players. J Strength Cond Res. Nov;27(11):2966-72. doi: 10.1519/JSC.0b013e31828c2889.

135. Shalfawi, S., Sabbah, A., Elkailani, G., Tønnessen, E., Enoksen, E. (2011). The Relationship Between Running Speed and Measures of Vertical Jump in Professional Basketball Players: A Field-Test Approach. Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association. 25. 3088-92. doi:10.1519/JSC.0b013e318212db0e.

136. Sheppard, J.M., Young, W.B. (2006). Agility literature review: Classifications, training and testing. *J Sports Sci* 24, 919–932.

137. Siegler, J., Gaskill, S., Ruby, B. (2003). Changes evaluated in soccerspecific power endurance either with or without a 10-week, in-season, intermittent, high-intensity training protocol. J Strength Cond Res 17: 379–387.

138. Sloth, M., Sloth, D., Overgaard, K., Dalgas, U. (2013) Effects of sprint interval training on VO2max and aerobic exercise performance: A systematic review and meta-analysis. Scand J Med Sci Sports. 23(6):e341-52. doi: 10.1111/sms.12092.

139. Soares-Caldeira, L. F., de Souza, E.A., de Freitas, V.H., de Moraes, S. M., Leicht, A.S., Nakamura, F.Y. (2014). Effects of additional repeated sprint training during preseason on performance, heart rate variability, and stress symptoms in futsal players: a randomized controlled trial. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(10):2815-26. doi:10.1519/JSC.0000000000000461

140. Spencer, M., Bishop, D., Lawrence, S. (2004). Longitudinal assessment of the effects of field-hockey training on repeated sprint ability. J Sci Med Sport 7: 323–334.

141. Spencer, M., Lawrence, S., Rechichi, C., Bishop, D., Dawson, B., Goodman, C. (2004b). Time-motion analysis of elite field hockey, with special reference to repeated-sprint activity. Journal of Sports Sciences, 22, 843–850.

142. Spencer, M., Bishop, D.J., Dawson, B., Goodman, C. (2005). Physiological and Metabolic Responses of Repeated-Sprint Activities. Sports medicine (Auckland, N.Z.). 35. 1025-44. doi:10.2165/00007256-200535120-00003.

143. Spinks, C.D., Murphy, A.J., Spinks, W.L., Lockie, R.G. (2007). The effects of resisted sprint training on acceleration performance and kinematics in soccer, rugby union, and Australian football players. J Strength Cond Res, 21(1): 77–85.

144. Stojanovic, M., Ostojic, S., Calleja, J.G., Milosevic, Z. Mikic, M. (2012). Correlation between explosive strength, aerobic power and repeated sprint ability in elite basketball players. The Journal of sports medicine and physical fitness. 52. 375-81.

145. Stolen, T., Chamari, K., Castagna, C., Wisløff, U. (2005) Physiology of soccer: an update. Sports Med 35: 501-536. doi:10.2165/00007256-200535060-00004.

146. Suarez-Arrones, L., Tous-Fajardo, J., Núñez, J., Gonzalo-Skok, O., Gálvez, J., Mendez-Villanueva, A. (2014) Concurrent repeated-sprint and resistance training with superimposed vibrations in rugby players. Int J Sports Physiol Perform. Jul;9(4):667-73. doi: 10.1123/ijspp.2013-0238.

147. Taylor, J.B., Wright, A.A., Dischiavi, S.L., Townsend, M.A., Marmon, A.R. (2017). Activity demands during multi-directional team sports: a systematic review. Sports Med.47:2533-51.

148. Taylor, J.M., Macpherson, T.W., McLaren, S.J., Spears, I., Weston, M. (2016) Two Weeks of Repeated-Sprint Training in Soccer: To Turn or Not to Turn? Int J Sports Physiol Perform. 2016 Nov;11(8):998-1004. doi: 10.1123/ijspp.2015-0608.

149. Taylor, J., Macpherson, T., Spears, I., Weston, M. (2015) The effects of repeated-sprint training on field-based fitness measures: a meta-analysis of controlled and non-controlled trials. Sports Med. Jun;45(6):881-91. doi: 10.1007/s40279-015-0324-9.

150. Thébault, N., Leger, L., Passelergue, P. (2011). Repeated-Sprint Ability and Aerobic Fitness. Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association. 25. 2857-65. doi:10.1519/JSC.0b013e318207ef37.

151. Tønnessen, E., Shalfawi, S.A., Haugen, T., Enoksen, E. (2011). The effect of 40-m repeated sprint training on maximum sprinting speed, repeated sprint speed endurance, vertical jump, and aerobic capacity in young elite male soccer players. J Strength Cond Res 25: 2364–2370.

152. Torres-Torrelo, J., Rodríguez-Rosell, D., Mora-Custodio, R., Pareja-Blanco, F., Yañez-García, J.M., González-Badillo, J.J. (2018). Effects of Resistance Training and Combined Training Program on Repeated Sprint Ability in Futsal Players. Int J Sports Med, 39(7): 517–526.

153. Trilk, J.L., Singhal, A., Bigelman, K.A., Cureton, K.J. (2011) Effect of sprint interval training on circulatory function during exercise in sedentary, overweight/obese women. Eur J Appl Physiol: 111: 1591–1597.

154. Tsimahidis, K, Galazoulas, C, Skoufas, D, Papaiakovou, G, Bassa, E, Patikas, D, Kotzamanidis, C. (2010) The effect of sprinting after each set of heavy resistance training on the running speed and jumping performance of young basketball players. J Strength Cond Res. Aug;24(8):2102-8. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181e2e1ed.

155. Valdivielso, F., Alcaraz, P.E. (2015). Effects of sled towing on peak force, the rate of force development and sprint performance during the acceleration phase. J Hum Kinet 46: 139–148.

156. Varley, M. C., Aughey, R. J. (2013). Acceleration profiles in elite Australian soccer. International Journal of Sports Medicine, 34, 34–39.

157. Venturelli, M., Bishop, D., Pettene, L. (2008). Sprint training in preadolescent soccer players. Int J Sports Physiol Perform; 3: 558–562.

158. Vescovi, J.D., McGuigan, M.R. (2008) Relationships between sprinting, agility, and jump ability in female athletes. J Sports Sci 26: 97–107.

159. Villarreal, de E.S., Suarez-Arrones, L., Requena, B., Haff, G.G., Ferret C. (2015). Effects of plyometric and sprint training on physical and technical skill performance in adolescent soccer players. J Strength Cond Res; 29: 1894–1903.

160. West, D.J., Owen, N.J., Jones, M.R., Bracken, R.M., Cook, C.J., Cunningham, D.J., Shearer, D.A., Finn, C.V., Newton, R.U., Crewther, B.T., Kilduff, L.P. (2011). Relationships between force-time characteristics of the isometric midthigh pull and dynamic performance in professional rugby league players. J Strength Cond Res 25: 3070–3075.

161. West, D.J., Cunningham, D.J., Bracken, R.M., Bevan, H.R., Crewther, B.T., Cook, C.J., Kilduff, L.P. (2013) Effects of resisted sprint training on acceleration in professional rugby union players. J Strength Cond Res. 2013 Apr;27(4):1014-8. doi: 10.1519/JSC.0b013e3182606cff.

162. Weyand, P., Sternlight, B., Bellizzi, M., Wright, S. (2000). Faster top running speeds are achieved with greater ground forces not more rapid leg movements. J Strength Cond Res 89: 1991–1999.

163. Whitehead, S., Till, K., Weaving, D., Jones, B. (2018). The use of microtechnology to quantify the peak match demands of the football codes: a systematic review. Sports Med. 48:2549-75.

164. Whyte, L.J., Gill, J.M., Cathcart, A.J. (2010) Effect of 2 weeks of sprint interval training on health-related outcomes in sedentary overweight/obese men. Metabolism: 59: 1421–1428.

165. Wisløff, U., Castagna, C., Helgerud, J., Jones, R., Hoff, J. (2004) Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. Br J Sports Med; 38: 285–288.

166. Wisløff, U., Helgerud, J., Hoff, J. (1998) Strength and endurance of elite soccer players. Med Sci Sports Exerc; 30: 462–467.

167. Young, W.B., McDowell, M.H., Scarlett, B.J. (2001). Specificity of sprint and agility training methods. *J Strength Cond Res* 15, 315–319.

13. POPIS OBJAVLJENIH RADOVA

1. Naglić, V., (2008) Trening izdržljivosti u pripremnom periodu kadetske košarkaške reprezentacije za europsko prvenstvo 2008. *Zbornik radova znanstveno-stručne konferencije Kondicijska priprema sportaša 2009* (str. 332–335.). Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Udruga kondicijskih trenera Hrvatske.
2. Sporiš, G., Naglić, V., Milanović, L., Talović, M., Jelešković, E. (2010) Fitness profile of young elite basketball players (cadets). Acta Kinesiologica 4(2):62-8.
3. Naglić, V., Pisačić, T., (2011) The relations of morphological dimensions and physical fitness among Croatian armed forces members, U D. Milanović, G. Sporiš (ur.) 6. Međunarodna znanstvena konferencija o kineziologiji *„Integrative Power of Kinesiology“* Proceedings Book (pp. 485-486). Zagreb: Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu.
4. Pisačić, T., Naglić, V., (2011) Daily load of Croatian soldiers during the peackeeping mission in Afganistan, U D. Milanović, G. Sporiš (ur.) 6. Međunarodna znanstvena konferencija o kineziologiji *„Integrative Power of Kinesiology“* Proceedings Book (pp. 483-484). Zagreb: Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu
5. Mašina, T., Naglić, V., (2012) Specifični trening košarkaša u natjecateljskom razdoblju *Zbornik radova znanstveno-stručne konferencije Kondicijska priprema sportaša 2012* (str. 502–505.). Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Udruga kondicijskih trenera Hrvatske.
6. Naglić, V., Pavlović, L. (2013) Prikaz tjednog natjecateljskog mikrociklusa nogometne ekipe s aspekta kondicijske pripreme *Zbornik radova znanstveno-stručne konferencije Kondicijska priprema sportaša 2014* (str. 430–437.). Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Udruga kondicijskih trenera Hrvatske.
7. Večerić, V., Naglić, V. (2014) Poštivanje principa provođenja sportskog treninga kod mlađih dobnih kategorija, *Zbornik radova znanstveno-stručne konferencije Kondicijska priprema sportaša 2014* (str. 532–534.). Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Udruga kondicijskih trenera Hrvatske.
8. Naglić, V., (2022) Sustav kondicijske pripreme u21 Hrvatske nogometne reprezentacije, *Zbornik radova znanstveno-stručne konferencije Kondicijska priprema sportaša 2022* (str. 166–170.). Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Udruga kondicijskih trenera Hrvatske.

14. ŽIVOTOPIS AUTORA

Vedran Naglić rođen je 18. lipnja 1983. godine u Sisku gdje je završio osnovnu i srednju školu (Opća gimnazija Sisak). Diplomirao je 2010. godine na Kineziološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Trenersku karijeru započeo je u Košarkaškom klubu Dubrava (Prva hrvatska košarkaška liga), Košarkaškom klubu Zrinjevac (Druga hrvatska košarkaška liga), te je šest godina radio u Hrvatskom košarkaškom savezu kao kondicijski i košarkaški trener mlađim dobnim kategorijama (od U14 do U20), kao i s Hrvatskom košarkaškom A selekcijom (za vrijeme priprema za Eurobasket 2015., kao kondicijski trener). Karijeru je nastavio u Nogometnom klubu Zagreb (Prva hrvatska nogometna liga) gdje je proveo četiri godine i osvojio naslov u drugom rangu natjecanj čime se Nogometni klub Zagreb ponovno promovirao u Prvu hrvatsku nogometnu ligu.

Nakon Nogometnog kluba Zagreba, odlazi u FC Sheriff Tiraspol (Moldavija), FC Adanaspor (Turska Super Lig) te Nogometni klub Rudeš gdje je osvojio naslov prvaka Druge hrvatske nogometne lige čime se klub promovirao u Prvu hrvatsku nogometnu ligu. Prvo mjesto u ligi i Slovenski Kup osvojio je s Nogometnim klubom Olimpija Ljubljana (Prva slovenska nogometna liga) nakon čega odlazi u Hrvatski nogometni klub Rijeka (Prva hrvatska nogometna liga) gdje je osvojio naslov Hrvatskog kupa. Od 2019. je kondicijski trener u Hrvatskom nogometnom savezu u mladoj nogometnoj reprezentaciji (U21) gdje sudjeluje na Europskom prvenstvu U21 2021 te se uspješno kvalificira na Europsko prvenstvo U21 2023.

UEFA B nogometnu licencu stekao je na Akademiji Hrvatskog nogometnog saveza. Dopredsjednik je organizacijskog i programskog odbora međunarodne konferencije Kondicijska priprema sportaša te poslovni tajnik Udruge kondicijskih trenera Hrvatske. Kao vanjski suradnik predaje na Kineziološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.