Učinci dodatnoga pliometrijskoga treninga na pokazatelje kondicijske pripremljenosti i subjektivnog doživljaja trenažnoga opterećenja u nogometaša

Dadić, Marin

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:117:053483

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Repository / Repozitorij:

Repository of Faculty of Kinesiology, University of Zagreb - KIFoREP

Sveučilište u Zagrebu
KINEZIOLOŠKI FAKULTET

Marin Dadić

UČINCI DODATNOGA PLIOMETRIJSKOGA TRENINGA NA POKAZATELJE KONDICIJSKE PRIPREMLJENOSTI I SUBJEKTIVNOG DOŽIVLJAJA TRENAŽNOGA OPTEREĆENJA U NOGOMETAŠA

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2022.

University of Zagreb
FACULTY OF KINESIOLOGY

Marin Dadić

THE EFFECTS OF ADDITIONAL PLYOMETRIC TRAINING ON FITNESS AND TRAINING LOAD PARAMETERS IN SOCCER PLAYERS

DOCTORAL THESIS

Zagreb, 2022.

Sveučilište u Zagrebu
KINEZIOLOŠKI FAKULTET

Marin Dadić

UČINCI DODATNOGA PLIOMETRIJSKOGA TRENINGA NA POKAZATELJE KONDICIJSKE PRIPREMLJENOSTI I SUBJEKTIVNOG DOŽIVLJAJA TRENAŽNOGA OPTEREĆENJA U NOGOMETAŠA

DOKTORSKI RAD

Mentor:
izv. prof. dr. sc. Luka Milanović

Zagreb, 2022.

University of Zagreb
FACULTY OF KINESIOLOGY

Marin Dadić

THE EFFECTS OF ADDITIONAL PLYOMETRIC TRAINING ON FITNESS AND TRAINING LOAD PARAMETERS IN SOCCER PLAYERS

DOCTORAL THESIS

Supervisor:
Assoc. prof. Luka Milanović, PhD

Zagreb, 2022.

INFORMACIJE O MENTORU

Luka Milanović rođen je u Zagrebu 1978. godine, a od 1997. do 2011. na Kineziološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu – studirao je, stekao diplomu profesora kineziologije sa specijalizacijom iz kondicijske pripreme, magistrirao i doktorirao u području društvenih znanosti, grana kineziologija. Od 2003. godine zaposlen je na istom fakultetu, a danas je izvanredni profesor na predmetu Osnovne kineziološke transformacije te obnaša funkciju predstojnika Zavoda za kineziologiju sporta.

Bogati stručni rad započinje u mlađim kategorijama Košarkaškog kluba Zagreb, a tijekom bogate i uspješne karijere osobnog, klupskog i reprezentativnog kondicijskog trenera sudjelovao je u pripremama kao član Cro Cop Teama – Mirka Filipovića, košarkaških klubova Zagreb i Cibona, košarkaških reprezentacija Hrvatske (OI 2008, SP 2010, 2014, EP 2007, 2009, 2011, 2013) i Japana (SP 2006), rukometne reprezentacije Egipta, nogometnih klubova Zagreb, Rudeš i Rostov te konačno kao član stručnog stožera i kondicijski trener nogometne reprezentacije Hrvatske na svjetskom prvenstvu u Rusiji.

Od početka studija do danas autor je ili koautor više od šezdeset znanstvenih i stručnih radova od kojih je većinu objavio u znanstvenim i stručnim časopisima, a neke prezentirao na znanstvenim i stručnim skupovima. U ovim radovima najviše se bavi istraživanjem karakteristika pripremljenosti sportaša i učinaka programiranog treninga.

Važno je spomenuti da iza ovih vrijednih sportskih dostignuća stoji i Lukin kontinuirani znanstveno istraživački rad, sudjelovanje na uglednim međunarodnim konferencijama, dugogodišnja komunikacija sa vrhunskim europskim i svjetskim kondicijskim trenerima i stručnjacima u području sporta, a trenutno je i predsjednik Udruge kondicijskih trenera Hrvatske. Dobitnik je rektorove nagrada za studentski znanstveni rad, te se od nagrada izdvaja drugo mjesto na nogometnom svjetskom prvenstvu u Rusiji 2018. godine sa reprezentacijom Hrvatske te najboljeg kondicijskog trenera iste godine. Nakon medalje Luka Milanović dobitnik je odlikovanja reda Hrvatskog trolista za iznimnu promociju sporta i ugleda Republike Hrvatske.

mami i tati.

UČINCI DODATNOGA PLIOMETRIJSKOGA TRENINGA NA POKAZATELJE KONDICIJSKE PRIPREMLJENOSTI I SUBJEKTIVNOG DOŽIVLJAJA TRENAŽNOGA OPTEREĆENJA

SAŽETAK

Osnovni cilj ovog istraživanja je utvrditi utjecaj programa dodatnog pliometrijskog treninga malog volumena i visoke učestalosti na kondicijsku pripremljenost te na subjektivni doživljaj trenažnog opterećenja. Istraživanje je provedeno na 33 nogometaša juniorskog uzrasta u dobi od 17,3 ± 0,9, članova nogometnog kluba Maksimir iz Zagreba. Ispitanici su bili randomizirano raspoređeni u kontrolnu (visine tijela: 180,40 ± 4,88, mase tijela: 71,0 ± 7,9) i eksperimentalnu grupu (visine tijela: 180,52 ± 6,86, mase tijela: 69,8,0 ± 7,2). Eksperimentalni program treninga trajao je šest tjedana u kojemu su ispitanici iz eksperimentalne skupine četiri puta tjedno izvodili dodatni pliometrijski trening, te je ukupno realizirano 24 trenažne jedinice. Prije i nakon trenažnih intervencija ispitanici su podvrgnuti testiranju morfoloških karakteristika (visina tijela, masa tijela i postotak potkožnog masnog tkiva), kondicijskih sposobnosti u kontekstu eksplozivne jakosti tipa skoka, eksplozivne jakosti tipa sprinta, sposobnosti ponavljanja sprintova i sposobnosti promjena smjera kretanja. Isto tako, mjerile su se i funkcionalne sposobnosti ispitanika. Osim navedenog, svakodnevno su se pratili subjektivni parametri doživljaja trenažnog opterećenja putem ocjena subjektivnog osjećaja opterećenja te wellness upitnika.

Eksperimentalni program treninga rezultirao je promjenom i značajnim smanjenjem razine potkožnog masnog tkiva kontrolne skupine, dok su izostale promjene u ostalim testiranim varijablama morfoloških karakteristika.

U testovima varijabli eksplozivne jakosti tipa sprinta (trčanje na 5 m, 10 m i 25 m) zabilježene su značajne razlike u grupama nakon provedenog eksperimentalnog programa. Rezultati sprinta na 5 metara poboljšali su se kod eksperimentalne skupine za 1,8 % ($p < 0,005$) i kod kontrolne skupine za 0,8 % ($p = 0,023$), sprint na 10 metara poboljšao se kod eksperimentalne skupine za 2,6 % ($p < 0,005$) i kod kontrolne skupine za 2,3 % ($p < 0,005$) , te rezultati u sprintu na 25 metara bili su bolji kod eksperimentalne skupine za 1,3 % ($p < 0,005$) i kod kontrolne skupine za 1,5 % ($p < 0,005$) .

Testiranje eksplozivne jakosti tipa skoka nakon eksperimentalnog programa pokazala je značajnu razliku u rezultatima između kontrolne i eksperimentalne skupine na univarijantnoj razini. Unutar eksperimentalne skupine zabilježeno je poboljšanje rezultata u testu skok iz čučnja za 8,5 % ($p < 0,005$) te u testu skok s prethodnom pripremom za 9,4 % ($p < 0,005$)

značajnih razlika kod kontrolne skupine nije bilo (p= 0,563). Varijabla za procjenu agilnosti nakon eksperimentalnog postupka pokazala je značajno poboljšanje rezultata kod obje grupe. U rezultatima je također vidljiv trend poboljšanja rezultata i to kod eksperimentalne za 2,2 % (p <0,005) i kod kontrolne za 1,7 % (p <0,005).

U testu i varijablama sposobnosti ponavljanja sprintova primijećeno je značajno poboljšanje rezultata u varijabli RSAnaj kod eksperimentalne skupine za 2,6 % (p <0,005) te kod kontrolne skupine 1,0 % (p <0,005). Također kod varijable koja je procjenjivala prosjek sprintova primijećena je značajna razlika rezultata kod eksperimentalne skupine za 2,5 % (p <0,005), te kod kontrolne skupine za 1,2 % (p <0,005).

Testiranje funkcionalnih sposobnosti nakon pliometrijskog tretmana pokazalo je značajno poboljšanje rezultata kod obje grupe ispitanika. Statističkom analizom zabilježeno je poboljšanje u eksperimentalnoj skupini za 2,6 % (p <0,005) i u kontrolnoj skupini za 3,1 % (p <0,005).

Analizom varijance u prosječnim ocjenama subjektivnog doživljaja opterećenja kroz šest tjedana nisu zabilježene značajne razlike između eksperimentalne i kontrolne grupe na razini svakog tjedna. Također, prosječne ocjene Wellness upitnika prikazale su značajne razlike između eksperimentalne i kontrolne grupe kroz prva dva tjedna, u kojima su ispitanici kontrolne skupine imali veće prosječne vrijednosti. U ostalim tjednima značajnih razlika između grupa nije bilo.

Rezultati istraživanja ukazuju da provedbom šest-tjednog pliometrijskog treninga malog volumena i visoke učestalosti rezultira značajnim poboljšanjem rezultata eksplozivne jakosti tipa skoka, također trend poboljšanja vidljiv je na varijablama sprinta na 5 i 10 metara. Isto tako, značajne adaptacije kod obje grupe na nogometni trening rezultirale su poboljšanjem funkcionalnih sposobnosti i sposobnosti promjena smjera kretanja. Temeljem rezultata se zaključuje da pliometrijski trening malog volumena i visoke učestalosti ne doprinosi kako različitom subjektivnom doživljaju opterećenja jednog treninga tako i doživljaju psihološkog i fiziološkog stresa kod ispitanika eksperimentalne skupine. Rezultati istraživanja potvrđuju da je pliometrijski trening specifična trenažna tehnologija te se njegovom primjenom na razini malog volumena i visoke učestalosti može pozitivno djelovati na adaptacije sportaša u prostoru motoričkih sposobnosti bez većeg subjektivnog osjećaja opterećenja treninga i doživljaja psihološkog i fiziološkog stresa kod nogometaša.

Ključne riječi: pliometrijski trening, eksplozivna jakost tipa skoka, eksplozivna jakost tipa sprinta, sposobnost ponavljanja sprintova, promjene smjera kretanja, funkcionalne sposobnosti, Wellness upitnik, subjektivni osjećaj opterećenja, specifične adaptacije

THE EFFECTS OF ADDITIONAL PLYOMETRIC TRAINING ON FITNESS AND TRAINING LOAD PARAMETERS IN SOCCER PLAYERS

ABSTRACT

The main goal of the study was to evaluate the effects of additional low-volume and high-frequency plyometric training on physical conditioning, rate of percieved exertion and wellnes status. The investigation was conducted on the sample of 33 junior soccer players from football club Maksimir from Zagreb (age: 17,3 ± 0,9). The subject sample was randomized into two groups: control (height: 180,40 ± 4,88 ; mass: 71,0 ± 7,9) and experimental (height: 180,52 ± 6,86 ; mass: 69,8,0 ± 7,2). The experimental training programme lasted for six weeks and included 24 training sessions. Before and after training programmes anthropometric measurements was assesed by tests for body weight, height and percent of body fat. Physical conditioning was assesed by tests for sprint and jump performance, repeated sprint agility and test for functional capacities. As addition, the subjective parameters of the training load were monitored on a daily basis through rate of percieved exertion (sRPE) and wellness questionnaire.

The experimental training program resulted in significant decrease in the percentage of body fat in the control group, while no change was observed in the other tested anthropological characteristics.

In the tests of sprint performance (running at 5 meters, 10 meters and 25 meters) program resulted in significant differences in both groups. 5 meters sprint performance were better in ekperimental group for 1,8 % ($p < 0,005$) and in control group for 0,8 % ($p < 0,005$). 10 meters sprint results were better in experimental group for 2,6 % ($p < 0,005$) and in control group for 2,3 % ($p < 0,005$). 25 meters sprint also showed statistically significant differences in both groups, in experimental for 1,3 % ($p < 0,005$) and in control for 1,5% ($p < 0,005$).

Results of the jump performance showed a significant difference in the results of experimental group. The results in the squat jump test were improved by 9,4 % ($p < 0,005$) and for countermovement jump 8,5 % ($p < 0,005$). Statistically significant differences in control group were not observed.

The variable of the assessment of the agility after the experimental procedure showed a signicificant improvement in the results in the both groups, experimental and control. The results show improved results in both grups: experimental by 2,2 % ($p < 0,005$) and in control group by 1,7 % ($p < 0,005$).

In the test of the repeated sprint ability significant improvement were observed in the experimental group in the RSAnaj variable. The results show improved results by 2.6 % in experimental group ($p < 0,005$) and in control group for 1,0 % ($p < 0,005$). Also in variable RSApro there was significant difference in both groups, in experimental for 2,5 % ($p < 0,005$) and in control for 1,2 % ($p < 0,005$). Other variable for repeated sprint ability test showed no significant differences were observed between the experimental and control groups after the experimental program.

Testing of functional abilities after plyometric treatment showed a significant improvement in the results in both groups. Statistical analysis showed an improvement in the experimental group by 2,6 % ($p < 0,005$) and in the control group by 3,1 % ($p < 0,005$).

Analysis of variance in the average estimates of the rate of percieved exertion of six weeks did not show significant differences between the experimental and control group at the level of each week. Also, the average scores of the Wellness questionnaire showed significant differences between the experimental and control groups during the first two weeks, after that in the next four weeks there was no significant difference.

The results of the research indicate that the implementation of six-week low volume, high frequencies plyometric training results in significant improvement in the results of jump performance, and also trend of improvement of results were observed in sprint performance. Also, significant adaptations to football training resulted in improved functional abilities and the agility in both groups. Also results conlude that plyometric training of low volume and high frequency does not have a significant effects on the difference in the rate of percieved exertion and average wellness ratings during six weeks in experimental group.

The results of the research confirm that plyometric training is a specific training technology and its application at the level od low volume and high frequency can have a positive effects on soccer players adaptations in the area of motor skills without significant experience of training load.

Key words: plyometric training, sprint performance, jump performance, repeated sprint ability, changes of direction, functional abilities, Wellness questionnaire, sRPE (rate of percieved exertion), specific adaptations

SADRŽAJ

Table of Contents

1. UVOD 1

2. PLIOMETRIJSKI TRENING 2

3. UTJECAJ PLIOMETRIJSKOG TRENINGA NA MOTORIČKE SPOSOBNOSTI 2

3.1. Utjecaj pliometrijskog treninga na eksplozivnu jakost tipa skoka 3

3.2. Utjecaj pliometrijskog treninga na eksplozivnu jakost tipa sprinta 12

3.3. Utjecaj pliometrijskog treninga na agilnost 19

3.4. Utjecaj pliometrijskog trening i sposobnost ponavljanja sprintova 25

3.5. Utjecaj pliometrijskog treninga na izdržljivost 30

4. PRAĆENJE TRENAŽNOG OPTEREĆENJA 35

4.1. Subjektivni doživljaj trenažnog opterećenja 36

4.2. Markeri praćenja kondicijske pripremljenosti sportaša 38

5. PROBLEM ISTRAŽIVANJA 41

6. CILJEVI I HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA 43

7. METODE ISTRAŽIVANJA 45

7.1. Ispitanici 45

7.2. Mjerni instrumenti i varijable 45

7.2.1. Mjerni instrumenti za procjenu morfoloških karakteristika 45

7.2.2. Mjerni instrumenti za procjenu motoričkih sposobnosti 47

7.2.3. Mjerni instrumenti i varijable za procjenu funkcionalnih sposobnosti 49

7.3. Opis postupka mjerenja 51

7.4. Eksperimentalni postupak 53

7.5. Metode analize podataka 56

8. REZULTATI 57

8.1. Učinci dodatnoga pliometrijskoga treninga na morfološke karakteristike 57

8.2. Učinci dodatnoga pliometrijskoga treninga na motoričke sposobnosti 58

8.2.1. Učinci dodatnoga pliometrijskoga treninga na eksplozivnu jakost tipa sprinta 59

8.2.2. Učinci dodatnoga pliometrijskoga treninga na eksplozivnu jakost tipa skoka 63

8.2.3. Učinci dodatnoga pliometrijskoga treninga na agilnost 66

8.2.4. Učinci dodatnoga pliometrijskoga treninga na sposobnost ponavljanja sprintova 68

8.3. Učinci dodatnoga pliometrijskoga treninga na funkcionalne sposobnosti 72

8.4. Učinci dodatnoga pliometrijskoga treninga na subjektivni doživljaj opterećenja treninga .. 75

8.4.1. Učinci dodatnoga pliometrijskoga treninga na subjektivni doživljaj opterećenja treninga u prvom tjednu eksperimentalnog postupka 75

8.4.2. Učinci dodatnoga pliometrijskoga treninga na subjektivni doživljaj opterećenja treninga u drugom tjednu eksperimentalnog postupka 76

8.4.3. Učinci dodatnoga pliometrijskoga treninga na subjektivni doživljaj opterećenja treninga u trećem tjednu eksperimentalnog postupka 77
8.4.4. Učinci dodatnoga pliometrijskoga treninga na subjektivni doživljaj opterećenja treninga u četvrtom tjednu eksperimentalnog postupka 78
8.4.5. Učinci dodatnoga pliometrijskoga treninga na subjektivni doživljaj opterećenja treninga u petom tjednu eksperimentalnog postupka 79
8.4.6. Učinci dodatnoga pliometrijskoga treninga na subjektivni doživljaj opterećenja treninga u šestom tjednu eksperimentalnog postupka 80

8.5. Učinci dodatnoga pliometrijskoga treninga na psihološki i fiziološki doživljaj opterećenja . 82
8.5.1. Učinci dodatnoga pliometrijskoga treninga na wellness u prvom tjednu eksperimentalnog postupka 82
8.5.2. Učinci dodatnoga pliometrijskoga treninga na wellness u drugom tjednu eksperimentalnog postupka 83
8.5.3. Učinci dodatnoga pliometrijskoga treninga na wellness u trećem tjednu eksperimentalnog postupka 84
8.5.4. Učinci dodatnoga pliometrijskoga treninga na wellness u četvrtom tjednu eksperimentalnog postupka 85
8.5.5. Učinci dodatnoga pliometrijskoga treninga na wellness u petom tjednu eksperimentalnog postupka 86
8.5.6. Učinci dodatnoga pliometrijskoga treninga na wellness u šestom tjednu eksperimentalnog postupka 87

9. RASPRAVA 89

9.1. Učinci dodatnoga pliometrijskoga treninga na morfološke karakteristike 91

9.2. Učinci dodatnoga pliometrijskoga treninga na motoričke sposobnosti 92

9.3. Učinci dodatnoga pliometrijskoga treninga na izdržljivost 97

9.4. Učinci dodatnoga pliometrijskoga treninga na subjektivni osjećaj opterećenja i na psihološki i fiziološki doživljaj opterećenja 99

10. ZAKLJUČAK 101

11. LITERATURA 102

12. PRILOZI 119

ŽIVOTOPIS AUTORA 126

POPIS OBJAVLJENIH RADOVA 128

1. UVOD

Dinamika nogometne igre, kako kroz trening tako i kroz natjecanje okarakterizirana je izmjenom visoko-intenzivnih i nisko-intenzivnih aktivnosti koje se neprestano izmjenjuju (Glaister, 2005.). Nogometaši tijekom utakmice prijeđu 10-13 km, te izvedu približno 1350 aktivnosti (svakih 4-6 sekundi) kao što su ubrzanja i zaustavljanja, promjene smjera kretanja i skokova (Mohr i sur., 2005). Obzirom na navedeno, nogometaševi kapaciteti za izvedbe brzih i eksplozivnih kretnji imaju visoki utjecaj na kvalitetu izvedbe nogometaša tijekom treninga i utakmice (Christopher i sur., 2016, Mohr i sur., 2003, Zamparo i sur., 2015).

Popularna i učinkovita metoda za unaprjeđenje navedenih aktivnosti je pliometrijski trening (Marković i sur., 2010, Slimani i sur., 2016). Pliometrijski trening obilježavaju trenažni sadržaji u čijoj podlozi leži ciklus istezanja i skraćivanja mišića *(eng. stretch and shortening cycle).* Cilj pliometrijskih vježbi leži u adaptiranju živčanog i mišićno-tetivnog sustava kako bi proizvodio što veću mehaničku silu za što kraći vremenski period (Wang, 2016). Obzirom da je već rečeno da nogometna igra sadrži veliki broj kratkih, visoko-intenzivnih aktivnosti može se zaključiti da je pliometrijski trening izvrsna metoda treninga za unapređenje ovih važnih motoričkih sposobnosti kod nogometaša (Fleck i sur., 2014, Berryman i sur., 2009).

Isto tako iz razloga povećanja razine izvedbe nogometaša te smanjenje pojavnosti i rizika od ozljeda brojni nogometni klubovi u svojim stručnim stožerima imaju sportske znanstvenike koji na dnevnoj bazi prate ukupno trenažno opterećenje (McCall i sur., 2015). Ukupno opterećenje treninga najčešće se razmatra kroz prizmu eksternih i internih parametara opterećenja. Eksterni parametri opterećenja najčešće obilježavaju ukupna pretrčana udaljenost, broj sprintova tijekom treninga ili utakmice, ukupan broj zaustavljanja te ostali faktori eksternih parametara opterećenja. S druge strane interni parametri povezani su sa fiziološkim odgovorom sportaša na aktivnost kao što su srčana frekvencija, razina laktata u krvi ili sve češće korištena metoda u nogometu subjektivni doživljaj ukupnog opterećenja tijekom treninga ili utakmice (Wallace i sur., 2014). U daljnjem tekstu zbog cilja i problema ovog doktorskog rada biti će objašnjeni parametri internog opterećenja, i utjecaja pliometrijskog treninga na njih.

2. PLIOMETRIJSKI TRENING

Pliometrijski trening *(eng. plyometric training)* uključuje aktivnosti i pokrete čija izvedba ovisi o ciklusu istezanja i skraćivanja *(eng. stretch and shortening cycle).* Sadržaje pliometrijskog treninga najčešće karakteriziraju poskoci, skokovi, naskoci, saskoci koji mogu biti unilateralnog i bilateralnog karaktera sa različitim smjerom, stoga je lako zaključiti da pliometrijski trening opisuje brzina pokreta tijekom izvedbe pojedine vježbe. Ciklus istezanja i skraćivanja mišića predstavlja poveznicu između jakosti i snage te brzine (Chu i Myer, 2013). Uzmemo li u obzir navedeno ovim tipom treninga povećava se proizvodnja sile i poboljšava sportska izvedba na treningu ili natjecanju. Dinamički rad mišića u kojemu sportaš savladava određenu silu pri određenoj brzini kretanja temelj je proizvodnje energije, stoga se mišićna snaga definira kao brzina kojom mišići obavljaju neki rad (Smith i sur., 2014). Pliometrijski trening i sadržaje ovog tipa treniranja najjednostavnije se može definirati kroz vrstu vježbanja koja povezuje mišićnu snagu s brzinom kretanja (Faigenbaum i Chu, 2001), te ovisno o vremenu kontakta s podlogom definiraju ga spori (>250) i brzi (<250) ciklusi istezanja i skraćivanja mišića (Schmidtbleicher, 1992). Uključivanjem pliometrijskog treninga u programe mladih nogometaša otvara se mogućnost napretka velikog broja motoričkih sposobnosti (Bedoya i sur.,2105) ali i smanjenja rizika od ozljede (Rossler i sur., 2014).

3. UTJECAJ PLIOMETRIJSKOG TRENINGA NA MOTORIČKE SPOSOBNOSTI

Današnji nogometni trening i utakmice imaju izuzetno visoke zahtjeve koji su u direktnoj vezi sa dobro i optimalno razvijenim motoričkim sposobnostima (Arnason i sur., 2004, Stolen i sur., 2005, Castagna i sur., 2003). Osim niže intenzivnih kretnji nogometaš tijekom utakmice i treninga izvede veliki broj eksplozivnih, visoko intenzivnih kretnji uključujući skokove, udarce, ubrzanja, usporavanja i promjene smjera kretanja (Faude i sur., 2012). Uzmemo li u obzir navedeno razumljivo je da je u kontekstu niže intenzivnih aktivnosti aerobni kapacitet važan dio nogometaševih kondicijskih sposobnosti, no maksimalne i submaksimalne kretnje su ključni faktori za optimalnu kondicijsku pripremljenost i bolju izvedbu na terenu (Arnason i sur., 2004, Faude i sur., 2012, Barnes i sur., 2014). Većina ovih kretanja su u direktnoj vezi i prethode šansama za postići zgoditak od kojih su najznačajniji pravocrtni sprint (45%) i vertikalni skok (16%) (Faude i sur., 2012, Datson i sur., 2014).

Jedna od najučinkovitijih metoda za unaprjeđenje ovih važnih struktura kretanja u nogometu je pliometrijski trening (Marković sur., 2010). Znanstveni radovi svjedoče pozitivne učinke i utjecaj pliometrijskog treninga na sve vrste eksplozivne jakosti koja se očituje kroz izvedbu skoka, sprinta i promjene smjera kretanja (Slimani i sur., 2016, Wang 2016, Yanci i sur., 2016). Marković i suradnici (2010) u preglednom znanstvenom radu zaključili su da pliometrijski tip treninga daje pozitivne efekte u eksplozivnoj jakosti, a navedeni pozitivni efekti se očituju od 2,4% do 31,3%. Isto tako, osim unaprjeđenja živčano-mišićne komponente koja je podloga visoko intenzivnim aktivnostima pozitivni učinci pliometrijskog treninga očituju se i u sportovima izdržljivosti (Marković i sur., 2010).

3.1. Utjecaj pliometrijskog treninga na eksplozivnu jakost tipa skoka

Rezultati preglednih radova i meta analiza upućuju na to da korištenje pliometrijskog treninga poboljšava eksplozivnu jakost tipa skoka vertikalnog smjera kod sportaša, sportašica te isto tako i kod rekreativne populacije (DeVillareal i sur., 2009, DeVillareal i sur., 2010, Marković 2007, Marković i sur., 2010). U preglednom radu (Marković i sur., 2010) navedeno je da pliometrijski trening može imati pozitivne efekte na eksplozivnu jakost tipa horizontalnog skoka u rasponu od 1,4 - 7%. Obzirom na rezultate istraživanja (Chelly i sur., 2010, Chimera i sur.,2004, DeVillareal i sur., 2010, Nunez i sur., 2008) može se zaključiti kako se pozitivni utjecaj treninga skokova na eksplozivnu jakost tipa skoka može očekivati unutar eksperimentalnih postupaka trajanja od jednog do deset tjedana. U nekim istraživanjima (Meylan i sur., 2001, Sohnlein i sur., 2014) proučavani su efekti pliometrijskog treninga velikog volumena u trajanju od osam do šesnaest tjedana, dok u nekim istraživanjima (Ramirez-Campillo i sur., 2014, Chaabene i sur., 2017) autori predlažu manji volumen pliometrijskog treninga u kojima također dobivaju značajne promjene u parametrima eksplozivne jakosti tipa skoka. Također, Chaabene i suradnici (2017) zaključuju da nema značajne razlike između pliometrijskog programa velikog i malog volumena obzirom da se i u programima manjeg volumena izazivaju optimalne adaptacije kod mladih nogometaša.

Osim samog volumena treninga i trajanja eksperimentalnog postupka važno je naglasiti da i vrsta primijenjenih skokova može imati različite učinke na eksplozivnu jakost tipa skoka. Tako su, Loturco i suradnici (2015) analizirali utjecaj pliometrijskog treninga na eksplozivnu jakost tipa skoka tijekom pripremnog perioda vrhunskih mladih nogometaša. Trenažni dizajn dvije grupe ispitanika bio je usmjeren prema izvedbi vertikalnih i horizontalnih skokova. Obradom rezultata zaključili su da se visina skoka unaprijedila kod ispitanika čiji je trening bio

usmjeren na vertikalnu komponentu dok su se rezultati u duljini skoka poboljšali kod ispitanika kojima je trening bio usmjeren prema horizontalnim skokovima. Rezultati Ramirez-Campillo i suradnici (2015) potvrdili su prethodno navedenu činjenicu, međutim osim grupa koje su izvodile skokove vertikalnog i horizontalnog smjera jedna skupina ispitanika koristila je kombinaciju jednonožnih i objenožnih skokova. U sve tri grupe primijećena su povećanja rezultata u testovima eksplozivne jakosti tipa skoka te među njima nije postojala značajna razlika. Autori su u ovom radu spoznali da unilateralni pliometrijski trening značajno utječe na poboljšanje rezultata u testovima unilateralnog karaktera dok bilateralni skokovi značajno poboljšavaju rezultate u testovima bilateralnog karaktera. Također, ovi autori savjetuju implementaciju pliometrijskog treninga unutar nogometnog treninga zbog poboljšanja nogometno specifičnih kretnji kod mladih nogometaša. Slično istraživanje Jlida i suradnika (2019) u analiziranju pliometrijskih skokova različite vrste polučilo je značajno poboljšanje u testovima eksplozivne jakosti tipa skoka. U ovom istraživanju eksperimentalna skupina ispitanika provodila je dodatni pliometrijski trening 20-25 minuta kroz 8 tjedana dva puta tjedno dok je kontrolna skupina provodila standardni nogometni trening. Intenzitet dodatnog treninga eksperimentalne grupe očitovao se u povećanju broja skokova tijekom tjedna, koji se kretao od 54 do 124 skoka u zadnjem tjednu eksperimentalnog programa. Poboljšanja rezultata u testovima eksplozivne jakosti tipa skoka autori objašnjavanju poboljšavanjem mišićno-tetivnih svojstava mišića agonista te njihovom utjecaju na ciklus istezanja i skraćivanja te krutosti Ahilove tetive (Hirayama i sur., 2017). Isto tako, Ozbar i suradnici (2014) u znanstvenom radu na nogometašicama zamjećuju poboljšanje rezultata u testovima vertikalnog skoka. Ovo istraživanje uključivalo je provedbu pliometrijskog treninga jednom tjedno kroz 8 tjedana. Progresivnost programa očitovala se kroz povećanje broja kontakata s podlogom sve do 220 skokova po treningu. Eksperimentalni postupak ovog istraživanja, obzirom da se dodatni trening provodio jednom tjedno karakteriziran je niskom frekvencijom treninga i velikim volumenom s trajanjem treninga 60 minuta. Ovakav tip trenažnog dizajna rezultirao je pozitivnim efektima i poboljšanju eksplozivne jakosti tipa skoka mjerene testom skok s prethodnom pripremom za 17,6%. Slično kao i prethodno istraživanje Buchheit i suradnici (2010) istraživali su promjene u parametrima eksplozivne jakosti tipa skoka s jednim treningom tjedno kroz 10 tjedana. Rezultati su pokazali značajno povećanje rezultata grupa koje su primjenjivale pliometrijski trening koji se sastojao od skokova sa prethodnom pripremom, skokova iz stopala i skokova iz pozicije čučnja. Spoznaje autora idu u smjeru da su poboljšanja rezultata u testovima bila rezultat povećanja eksplozivne jakosti kroz unapređenje sinkronizacije motoričkih jedinica, povećanje učinkovitosti ciklusa istezanja i

skraćivanja mišića ali i u promjeni u krutosti mišićno tetivnog sustava. Isto tako autori su zaključili da su ispitanici koji su izvodili pliometrijske skokove poboljšanjem razine koordinacije tijela i dijelova tijela prilikom izvedbe skokova imali značajnije poboljšanje razine eksplozivne jakosti tipa skoka. Ramirez–Campillo i suradnici (2016) su za razliku od prethodnih istraživanja utjecaj program pliometrijskog treninga analizirali unutar 6 tjedana te su također dobili značajno poboljšanje eksplozivne jakosti tipa skoka. U ovom istraživanju autori su koristili sadržaje pliometrijskog treninga unilateralnog i bilateralnog karaktera sa kombinacijom vertikalnog i horizontalnog smjera djelovanja. Rezultati ovog istraživanja sugeriraju da zamjena nekih specifičnih nogometnih sadržaja sa pliometrijskim treningom tijekom natjecateljskog perioda može biti učinkovita strategija razvoja eksplozivne jakosti tipa skoka.

Osim toga, pozitivni učinci pliometrijskog treninga vidljivi su i usporedbom sa različitim modalitetima treninga. Istraživanjem De Hoyo i suradnici (2016) utvrđivala se razlika tri modaliteta treninga i njihovom utjecaju na eksplozivnu jakost tipa skoka. Modaliteti treninga kojima su ispitanici bili podvrgnuti bili su trening s vanjskom opterećenjem, trening sprinta s vanjskim otporom i pliometrijski trening. Spoznaje i zaključci autora u odnosu na dobivene rezultate govore o povezanosti i bliskosti treninga skokova sa testom skok s prethodnom pripremom obzirom na trostruku ekstenziju zglobova donjeg dijela tijela (gležanj, koljena i kukovi). Kao i u prethodnom istraživanju, McKinlay i suradnici (2018) istraživali su razlike u efektima treninga s vanjskim opterećenjem i pliometrijskog treninga na mišićnu jakost i eksplozivnu jakost tipa skoka. Istraživanje je trajalo 8 tjedana te su autori nakon obrade podataka uvidjeli značajne razlike između pliometrijske i kontrolne grupe u testovima eksplozivne snage tipa skoka, no nije zamijećena razlika u navedenim parametrima između pliometrijske grupe i grupe koja je trenirala s vanjskim opterećenjem. U zaključku navode da osmotjedni trening s vanjskim opterećenjem i trening pliometrije rezultira povećanjem mišićne jakosti i manifestiranja eksplozivne snage tipa skoka. Za razliku od prethodnog istraživanja, Beato i suradnici (2020) također su analizirali razlike između dva tipa treninga: pliometrijskog treninga sa promjenama smjera kretanja i klasičnog treninga promjena smjera kretanja. U navedenom istraživanju koje je provođeno 2 puta tjedno kroz 6 tjedana statističkom analizom uvidjeli su značajne promjene u eksplozivnoj jakosti tipa skoka s horizontalnim smjerom kod grupe koja je izvodila pliometrijski trening. Osim toga zaključili su da je pliometrijski trening učinkovitija tehnologija za razvoj eksplozivne snage tipa skoka i sprinta od treninga promjene smjera kretanja kod nogometaša. Autori ovog istraživanja zaključuju da je korištenjem pliometrijskih sadržaja s vertikalnim i horizontalnim smjerom u kombinaciji sa promjenama

smjera kretanja može imati značajnije učinke na eksplozivnu snagu tipa skoka od treninga koji uključuje samo promjene smjera kretanja. Ova poboljšanja objašnjavaju kroz prizmu živčano-mišićnih adaptacija (aktivacija motoričkih jedinica), odnosno kroz napredak u maksimalnim voljnim kontrakcijama, unutar mišićnoj koordinaciji te u ciklusu istezanja i skraćivanja mišića. Hammami i suradnici (2019) u svom su istraživanju uspoređivali razlike utjecaja pliometrijskog i kontrastnog treninga na eksplozivnu snagu tipa skoka i sprinta, agilnost i mišićnu jakost. U ovom istraživanju autori su zaključili da su obje eksperimentalne grupe imale statistički značajno poboljšanje rezultate u varijablama eksplozivne jakost tipa skoka. Napretke i poboljšanja rezultata u testovima eksplozivne jakosti tipa skoka autori objašnjavaju i donose spoznaje o kvalitetnijoj aktivaciji motoričkih jedinica te boljoj među mišićnoj koordinaciji (Aagaard i sur., 2002, Gabriel i sur., 2006). U istraživanju Villareal i suradnici (2015) dokazuju da se pomoću kombinacije pliometrijskog treninga sa sprintom može ostvariti značajan učinak na eksplozivnu jakost tipa skoka. U ovom istraživanju poboljšanje rezultata u testu skok s prethodnom pripremom bio je 9,4 %. Rezultati ovog rada potvrdili su rezultate prethodnih istraživanja da različiti modaliteti treninga u kombinaciji sa pliometrijskim sadržajima značajno utječu na poboljšanje rezultate na visinu skoka u testovima eksplozivne jakosti (Chelly i sur., 2010., Wong i sur., 2010).

Asadi i suradnici (2018) u istraživanju utvrđivali su postoje li efekti pliometrijskog treninga na eksplozivnu snagu skoka i sprinta s obzirom na različite stupnjeve razvoja mladih nogometaša. Autori su zaključili da pliometrijski trening ima različite učinke obzirom na različite stupnjeve razvijenosti nogometaša koji su u direktnoj vezi sa vršnom brzinom u prirastu tijela. Direktno vezano za prethodnu rečenicu efekti pliometrijskog treninga na eksplozivnu jakost tipa skoka izraženiji su kod biološki starijih nogometaša što se očituje kroz poboljšanje među mišićne koordinacije, promjeni elastičnih svojstava tetivnog sustava te živčano-mišićnim adaptacijama.

Tablica 1. Pregled istraživanja utjecaja pliometrijskog treninga na eksplozivnu jakost tipa skoka

Autori studije	Uzorak ispitanika (sport), spol, dob	Trajanje istaživanja i broj treninga	Vrsta pliometrijskog treninga	Ukupan broj skokova	Testirane varijable za eksplozivnu snagu tipa skoka	Efekti na eksplozivnu snagu tipa skoka
Loturco i sur. (2015)	24 (nogomet), muški VG: 18.2 ± 0.6 godina HG: 18.5 ± 0.8 godina	3 tjedna ; 11 treninga ukupno	Bilateralni vertikalni i bilateralni horizontalni skok	472	CMJ (cm) SDM (m)	CMJ (VG) 42.25 ± 4.31 44.80 ± 3.87↑* (HG) 43.09 ± 3.53 44.10 ± 5.01↑ SDM (VG) 247.08 ± 16.42 259.25 ± 19.76↑* (HG) 246.33 ± 16.18 270.67 ± 17.41↑*
Ramirez - Campillo i sur. (2015)	54 (nogomet), muški KG 14 BG 12 UNI 16 BI+UNI 12 11.4 ± 2.2 godina	6 tjedana; 2 treninga tjedno	Bilateralni skokovi, unilateralni skokovi, bilateralni + unilateralni skokovi	2160	CMJ bilateralni i unilateralni (cm) SDM (m) MB5 (m)	CMJ vertikalno BI +UNI 30.5 ± 9.3 *↑ CMJ vertikalno (desna noga) BI + UNI 19.3 ± 7.3 ↑* CMJ vertikalno (lijeva noga) BI + UNI 19.1 ± 4.5 ↑* CMJ horizontalno BI + UNI 153 ± 41 ↑* CMJ horizontalno (desna noga) BI + UNI 131 ± 42 ↑*

						CMJ horizontalno (lijeva noga) BI + UNI 130 ± 32 ↑* MB5 819 ± 222 ↑*
Ozbar i sur. (2014)	18 (nogomet), ženski 18.4 ± 2.7 godina	8 tjedana; 1 trening tjedno	Bilateralni i unilateralni vertikalni i horizontalni skokovi i poskoci, sprint	1210	CMJ (cm) SDM (m) Troskok (m)	CMJ Prije 39.8 ± 4.5 poslije 46.8 ± 2.2 ↑* SDM Prije 182.8 ± 13.5 poslije 192.3 ± 14.6 ↑* Troskok dominantnom nogom Prije 4.9 ± 0.5 poslije 5.6 ± 0.4 ↑* Troskok nedominantnom nogom Prije 4.9 ± 0.6 poslije 5.7 ± 0.4 ↑*
Buchheit i sur. (2010)	15 (nogomet), muški 14.5 ± 0.5 godina	10 tjedana; 1 trening tjedno	Bilateralni i unilateralni skokovi i poskoci, horizontalni i vertikalni skokovi i poskoci	4-6 serija; 4-6 vježbi ovisno o intenzitetu	CMJ (cm) HOP test (m)	CMJ Prije 35.4 ± 7.8 poslije 40.6 ± 8.8 ↑* HOP test Prije 23.7 ± 5.0 poslije 30.3 ± 7.9 ↑*
Ramirez-Campillo i sur. (2016)	30 (nogomet), ženski 22.9 ± 2.5 godina KG 10 PLY + PLAC 10 PLY + CRE 10	6 tjedana	Bilateralni i unilateralni skokovi i poskoci, horizontalni, vertikalni i lateralni skokovi i poskoci		CMJ (cm) SJ (cm)	CMJ P+KR 28.7 ± 5.1 ↑ P+PLA 27.3 ± 5.2 ↑ SJ P+KR 25.0 ± 4.5 ↑ P+PLA 24.9 ± 4.4 ↑

De Hoyo i sur. (2016)	32 (nogomet), muški 18 ± 1 godina	8 tjedana ; 2 puta tjedno	Kompleks unilateralnih i bilateralnih skokova sa sprintovima i promjenom smjera kretanja	/	CMJ (cm)	CMJ Prije 35.5 ± 4.3 Poslije 37.9 ± 3.6 ↑*
Beato i sur. (2018)	21 (nogomet), muški 17 ± 0.8 godina PG 11 CODG 10	6 tjedana ; 1 puta tjedno	Kompleks unilateralnih i bilateralnih skokova sa promjenama smjera kretanja	360	Troskok (m) SDM (m)	Troskok lijeva noga Prije 6.94 ± 0.46 poslije 7.06 ± 0.52 ↔ Troskok desna noga Prije 6.82 ± 0.39 poslije 6.93 ± 0.52 ↔ SDM Prije 2.35 ± 0.14 poslije 2.40 ± 0.14 ↑*
Jlid i sur. (2019)	28 (nogomet), muški KG 11.6 ± 0.5 godina EG 11.8 ± 0.4 godina	8 tjedana ; 2 puta tjedno	Bilateralni i unilateralni skokovi s vertikalnom, horizontalnom i lateralnom komponentom	1596	CMJ (cm) SJ (cm)	SJ Prije 0.19 ± 0.02 poslije 0.21 ± 0.02↑* CMJ Prije 0.21 ± 0.02 poslije 0.23 ± 0.02 ↑*
McKinlay i sur. (2018)	41 (nogomet), muški 11-13 godina	8 tjedana ; 3 puta tjedno	Bilateralni i unilateralni poskoci s naglaskom na vertikalnu, horizontalnu i lateralnu komponentu, bilateralni i unilateralni skokovi	3438	CMJ (cm) SJ (cm)	SJ Prije 24.7 ± 3.6 poslije 28.7 ± 4.5 ↑* CMJ Prije 31.1 ± 5.0 poslije 31.5 ± 3.9 ↔
Asadi i sur. (2018)	60 (nogomet), muški Pre PHV EG 10 11.5 ± 0.8 godina KG 10 11.7 ± 0.4 godina Mid PHV 20	6 tjedana ; 2 puta tjedno	Drop jump sa povišenja od 40 i 60 cm	720	CMJ (cm) SDM (m)	CMJ Pre PHV Prije 33 ± 1.6 poslije 38 ± 1.2 ↑* Mid PHV

	EG 10 14.0 ± 0.7 godina KG 10 14.2 ± 0.6 godina Post PHV 20 EG 16.6 ± 0.6 godina KG 10 16.2 ± 0.3 godina					Prije 33.3 ± 2.5 poslije 39.1 ± 2.5 ↑* Post PHV Prije 40.6 ± 4.5 poslije 51.6 ± 2.6 ↑* SDM Pre PHV Prije 146 ± 61.8 poslije 157.3 ± 16.7↑* Mid PHV Prije 174.8 ± 26.6 poslije 191 ± 18.6↑* Post PHV Prije 199.1 ± 13.8 poslije 197.3 ± 14.2↑*
Chtara i sur. (2017)	42 (nogomet), muški	6 tjedana ; 2 puta tjedno	Bilateralni i unilateralni vertikalni i horizontalni skokovi	632	Bilateralni SDM (m) Unilateralni SDM (m) 5 jump test (m)	Bilateralni SDM Prije 17.73 ± 0.08 poslije 1.85 ± 0.07 ↑* Unilateralni SDM lijeva noga Prije 1.54 ± 0.04 poslije 1.66 ± 0.08↑* Unilateralni SDM desna noga Prije 1.48 ± 0.08 poslije 1.50 ± 0.09↑* 5 jump test Prije 9.26 ± 0.39 poslije 10.17 ± 0.46 ↑*
Hammami i sur. (2019)	40 (nogomet), muški 15 ± 0.4 godina CSG 14 PG 14	8 tjedana ; 2 puta tjedno	Skokovi preko prepona 0,5-0.7 m, drop jumps 0,6-0,7 m	722	CMJ (cm) SJ (cm)	CMJ Prije 38.2 ± 2.1 poslije 47.0 ± 5.9 ↑* SJ

	CG 12					Prije 36.8 ± 2.8 poslije 45.4 ± 3.7 ↑*
Meylan & Malatesta (2009)	14 (nogomet), muški 13.1 ± 0.6 godina	8 tjedana ; 2 puta tjedno	Vertikalni i lateralni preskoci prepona, trening na podnim ljestvama, horizontalni i vertikalni poskoci i skokovi	768	CMJ (cm) SJ (cm) Vrijeme kontakta s podlogom (ms)	CMJ Prije 34.6 ± 4.4 poslije 37.2 ± 4.5 ↑* SJ Prije 30.1 ± 4.1 poslije 30.5 ± 3.2 ↔ Vrijeme kontakta s podlogom Prije 243 ± 45 poslije 232 ± 40 ↑
Saez de Villareal i sur. (2015)	26 nogomet (muški) 14-15 godina	9 tjedana ; 2 puta tjedno	Bilateralni i unilateralni vertikalni, horizontalni i lateralni skokovi i poskoci sa sprintom i tehničkim zadatkom	/	CMJ Abalakov test	CMJ Prije 31.8 ± 3.2 poslije 34.8 ± 3.5 ↑* Abalakov test Prije 34.7 ± 4.1 poslije 40.1 ± 4.2 ↑*

VG – grupa vertikalni skokovi, HG – grupa horizontalni skokovi, CMJ- skok s pripremom, ↑ poboljšanje rezultata, ↓ smanjenje visine, ↔ bez promjene, SJ- squat jump, SDM: skok u dalj s mjesta, EG- eksperimentalna grupa, KG – kontrolna grupa, BG – bilateralna grupa, UNI- unilateralna grupa, BI+UNI – bilateralna + unilateralna grupa, *značajna razlika, MB5- multiple 5 bounds test, P + PLA – grupa pliometrija sa placebom, P+ KR – grupa pliometrija sa kreatinom, PG – Pliometrijska grupa, CODG- grupa promjene smjera kretanja, CSG – Grupa treninga kontrastne jakosti, cm- centimetar, m- metar, ms- milisekunda

3.2.Utjecaj pliometrijskog treninga na eksplozivnu jakost tipa sprinta

Sposobnost eksplozivne jakosti tipa sprinta može se okarakterizirati i najslikovitije objasniti kroz tri faze: faza inicijalne akceleracije (0-10 m), faza sekundarne akceleracije (10-30 m) te maksimalna brzina kretanja (nakon 30 m). Poznato je da je sama akceleracija važna za kvalitetu sprinta (Kraemer i sur., 2000) no spol i tehnika izvedbe isto tako mogu imati važan utjecaj pogotovo na drugu i treću fazu (Baker, 1996). Neke studije govore o utjecaju pliometrijskog treninga u poboljšanju vremena sprinta unutar sve tri faze (Michalidis i sur., 2013), dok neke rezultatima prikazuju poboljšanja vremena sprinta u fazi inicijalne akceleracije i maksimalne brzine kretanja (Meylan i sur., 2009, Ingle i sur., 2006).

U svom istraživanju autori Ramirez-Campillo i suradnici (2015) analizirali su utjecaj pliometrijskog treninga na sprint udaljenosti 15 i 30 metara kod nogometaša. Autori ovog rada su zaključili da je grupa koja je u treningu izvodila kombinaciju bilateralnih i unilateralnih vertikalnih i horizontalnih skokova imala najznačajnije trenažne učinke u eksplozivnoj jakosti tipa sprinta. Spoznaje autora ovog istraživanja i razlozi poboljšanja rezultata mogli su se pripisati sadržajima pliometrijskog treninga unilateralnog i bilateralnog karaktera sa horizontalnim smjerom čime se unapređuje produkcija horizontalne sile važne u izvedbi sprinta (Morin i sur., 2012). Navedeni zaključak potvrđuje istraživanje Ramirez-Campillo i suradnika (2014) u kojoj korištenje samo sadržaja s naglaskom na vertikalni smjer nema utjecaja na eksplozivnu jakost tipa sprinta. Cilj studije Michalidis i suradnika (2018) bio je utvrditi koliko pliometrijski trening i trening promjena smjera kretanja zajedno sa specifičnim nogometnim treningom ima utjecaj na brzinsko-eksplozivne sposobnosti. Autori su u ovom istraživanju zabilježili u postotcima veći napredak u fazi inicijalne akceleracije kod kontrolne skupine čime su zaključili da nogometni trening sam po sebi može doprinijeti napretku brzine, pogotovo startne, jer nogometaši tijekom treninga izvode veliki broj kratkih sprintova. Primijećeno je također poboljšanje rezultata na 30 metara kod obje skupine međutim bez značajnosti. Prethodna tvrdnja može se objasniti kratkim vremenom trajanja eksperimentalnog postupka te trenažnom dizajnu eksperimentalne skupine koja je tijekom treninga izvodila kombinaciju pliometrijskog treninga i treninga promjena smjera kretanja. U istraživanju Michailidisa i suradnika (2013) utvrđivalo se ima li pliometrijski trening efekte na brzinu primjenjujemo li ga unutar nogometnog treninga. Ispitanike su činile eksperimentalna i kontrolna grupa, gdje je kontrolna grupa participirala samo u nogometnom treningu a eksperimentalna skupina izvodila dodatne pliometrijske tijekom pripreme za nogometni trening. Ovo istraživanje trajalo je 12 tjedana, a autori su analizirali rezultate i poslije šestog tjedna. Rezultatima su utvrdili značajno

poboljšanje vremena u sprintovima na 10 metara, 20 metara i 30 metara kod eksperimentalne skupine, te je jako važno da su navedene statističke promjene osim nakon 12 tjedna programa bile vidljive i nakon 6 tjedana intervencije. Grupa koja je izvodila pliometrijske sadržaje u ovom istraživanju napredovala je u inicijalnoj akceleraciji za 5%, sekundarnoj akceleraciji za 3,5% te maksimalnoj brzini trčanja za 3%. Spoznaje i razloge napretka rezultata u sve tri razine sprinta autori vide u poboljšanju i smanjenu vremena kontakta s podlogom i tetivnoj adaptaciji na pliometrijski trening (Meylan i sur., 2009, Rimmer i sur., 2000, Young i sur., 2003). Osim navedenog kontrolna skupina je također napredovala u fazi sekundarne akceleracije čime se potvrđuju rezultati prethodno navedenog istraživanja (Michalidis i sur., 2013) u kojem se tvrdi da nogometni trening zasebno pozitivno utječe na smanjenje rezultata sekundarne razine akceleracije.

Kao i u prethodnim istraživanjima Buchheit i suradnici (2010) pokušali su utvrditi efekte pliometrijskog treninga i treninga ponavljanih sprintova na brzinu pravocrtnog sprinta. Rezultatima su zaključili da oba tipa treninga pozitivno djeluju na smanjenje vremena maksimalnog pravocrtnog sprinta, no nisu utvrdili postojanje značajnih razlika između pliometrijske grupe i ispitanika koji su participirali u treningu ponavljanih sprintova. Objašnjenje pozitivnih učinaka na maksimalni sprint autori vide u povećanju eksplozivne jakosti donjih ekstremiteta, sinkronizaciji motoričkih jedinica te adaptaciji tetivnog sustava koji su u visokoj korelaciji sa napretkom u brzini kod sportaša seniorskog uzrasta (Chamari i sur., 2004) ali i kod igrača mlađih dobnih kategorija (Gorostiaga i sur., 2004). Meylan i suradnici (2009) su u svom istraživanju koristeći pliometrijske sadržaje niskog intenziteta unutar nogometnog treninga kao zamjenu za sadržaje nogometne igre utvrdili statistički značajno poboljšanje rezultata u sprintu na 10 metara. Kako se sprint ove udaljenosti može se promatrati kroz prizmu specifičnih nogometnih kretnji obzirom na njegovu visoku razinu frekvencije tijekom utakmice (Castagna i sur., 2003) ovi autori su u svom istraživanju primijetili poboljšanje rezultata za 2,1%, te time potvrdili rezultate prethodnih studija (Christou i sur., 2006, Kotzamanidis, 2006). Obzirom da je zbog različitih distribucija sila te niže mogućnosti za napredak inicijalnu akceleraciju teže poboljšati nego maksimalnu brzinu kretanja (Christou i sur., 2006, Kotzamanidis, 2006) pliometrijski trening može biti dobar alat za ovu važnu sposobnost u nogometu. Također, Siegler i suradnici (2003) istraživali su promjene na brzinu gdje su izvodili kombinaciju pliometrijskih vježbi, treninga s vanjskim opterećenjem i visoko intenzivnog anaerobnog treninga. Za razliku od eksperimentalnih skupina, kontrolna skupina participirala je samo u nogometnom treningu. Autori su u

rezultatima naveli da se pliometrijskim treningom mogu značajno poboljšati rezultati na testu sprint od 20 metara.

Za razliku od prethodnih autora Ozbar i suradnici (2014) jednom tjedno kroz 8 tjedana sa nogometašicama su izvodili zasebni pliometrijski trening velikog volumena u trajanju od 60 minuta koji nije bio dio nogometnog treninga. U navedenom istraživanju ovaj tip treninga implementiran je jednom tjedno, međutim moguće ga je ukomponirati u mikrociklus i dva puta (Saez de Villareal i sur., 2010). Program pliometrijskog treninga u ovom istraživanju bio je usmjeren na sadržaje različitih skokova i poskoka sa različitim smjerovima (vertikalno, horizontalno i lateralno) te sa vježbama promjena smjera kretanja. Rezultatima su zaključili da ovakav tip pliometrijskog treninga poboljšava rezultate na testu sprinta od 20 metara. U ovom istraživanju napredak u eksplozivnoj jakosti tipa sprinta bio je izražen je za 8,1%. Spoznaje autora i razlozi poboljšanja leže u činjenici da je pliometrijski trening bio kreiran na način da su sadržaji odgovarali horizontalnom smjeru shodno tome došlo je i do poboljšanja akceleracije (Saez de Villareal i sur., 2012) tijekom sprinta.

Osim navedenih istraživanja Diallo i suradnici (2001) su većom tjednom frekvencijom pliometrijskog treninga zabilježili značajno poboljšanje sprinta na dužim distancama. Na sličan način su Ramirez–Campillo i suradnici (2016) došli do spoznaja o poboljšanju rezultata i kod nogometaša i kod nogometašica u eksplozivnoj jakosti tipa sprinta na dužoj distanci. Ovi autori zaključuju da trenažnim dizajnom trajanja 6 tjedana te kombinacijom unilateralnih i bilateralnih skokova najbolje se može utjecati na eksplozivnu jakost tipa sprinta.

Tablica 2. Pregled istraživanja utjecaja pliometrijskog treninga na eksplozivnu jakost tipa sprinta

Autori studije	Uzorak ispitanika (sport), spol, dob	Trajanje istraživanja i broj treninga	Vrsta pliometrijskog treninga	Ukupan broj skokova	Testirane varijable za eksplozivnu snagu tipa sprinta	Efekti na eksplozivnu snagu tipa sprinta
Ramirez-Campillo i sur. (2015)	54 (nogomet), muški KG 14 BG 12 UNI 16 BI+UNI 12 11.4 ± 2.2 godina	6 tjedana; 2 treninga tjedno	Bilateralni skokovi, unilateralni skokovi, bilateralni + unilateralni skokovi	2160	Sprint 15 m (s) Sprint 30 m (s)	Sprint 15m BI+UNI 3.5 ± 0.2*↓ Sprint 30m BI+UNI 6.0 ± 0.6*↓
Michalidis i sur. (2019)	31 (nogomet), muški 12 ± 0.8 godina	6 tjedana; 2 puta tjedno	Vertikalni i horizontalni bilateralni i unilateralni poskoci i trening promjena smjera kretanja	900	Sprint 10 m (s) Sprint 30 m (s)	Sprint 10 m EG 2.20 ± 2.30 *↓ KG 2.01 ± 2. 11 *↓ Sprint 30 m EG 5.48 ± 5.76 ↓

						KG 5.21 ± 5.53 ↓
Buchheit i sur. (2010)	15 (nogomet), muški 14.5 ± 0.5 godina	10 tjedana; 1 trening tjedno	Bilateralni i unilateralni skokovi i poskoci, horizontalni i vertikalni skokovi i poskoci	4-6 serija; 4-6 vježbi ovisno o intenzitetu	Sprint 10 m (s) Sprint 30 m (s)	10 metara sprint Prije 1.93 ± 0.12 poslije 1.92 ± 0.13 ↓ 30 metara sprint Prije 4.66 ± 0.32 poslije 4.57 ± 0.23 ↓
Diallo i sur. (2001)	20 (nogomet) Muški 12-13 godina	10 tjedana; 3 treninga tjedno	Unilateralni i bilateralni vertikalni skokovi i poskoci, atletski skipovi, preskakanje prepona različitih visina	/	Sprint 20 m (s) Sprint 30 m (s) Sprint 40 m (s)	Sprint 20 m *↓ Sprint 30 m *↓ Sprint 40 m *↓
Meylan & Malatesta (2009)	14 (nogomet), muški 13.1 ± 0.6 godina	8 tjedana ; 2 puta tjedno	Vertikalni i lateralni preskoci prepona, trening na podnim ljestvama, horizontalni i vertikalni poskoci i skokovi	768	Sprint 10 m (s)	10 metara sprint 1.96 ± 0.07 s - 1.92 ± 0.07 *↓
Michalidis i sur. (2013)	45 (nogomet), muški KG 21 10.6 ± 0.5 godina EG 24 10.6 ± 0.6 godina	12 tjedana ; 2 puta tjedno	Prvih 6 tjedana: Bilateralni i unilateralni preskoci prepona, atletski skipovi, lateralni poskoci Drugih 6 tjedana: Atletski skipovi, unilateralni i bilateralni	1080	Sprint 30 m (s)	Sprint 30 m Nakon 6 tjedana 1.3-3.1% ↑* Nakon 12 tjedana 3-5 % ↑*

			naskoci, niže intenzivni dubinski skokovi 10-30 cm			
Siegler i sur. (2003)	34 (nogomet), ženski KG 17 16.3 ± 1.4 godina EG 17 16.5 ± 0.9 godina	10 tjedana	Pliometrijski skokovi, visoko intenzivni anaerobni trening, trening s vanjskim opterećenjem	/	Sprint 20 m (s)	Sprint 20 metara *↓ Delta-0.10 s ± 0.10 s
Saez de Villareal i sur. (2015)	26 nogomet (muški) 14-15 godina	9 tjedana ; 2 puta tjedno	Bilateralni i unilateralni vertikalni, horizontalni i lateralni skokovi i poskoci sa sprintom i tehničkim zadatkom	60-200 kontakata s podlogom	Sprint 5 m (s) Sprint 10 m (s)	Sprint 5 metara Prije 0.81 ± 0.1 poslije 0.74 ± 0.1 *↓ Sprint 10 metara 1.87 ± 0.1 poslije 1.78 ± 0.1 *↓
Ozbar i sur. (2014)	18 (nogomet), ženski 18.4 ± 2.7 godina	8 tjedana; 1 trening tjedno	Bilateralni i unilateralni vertikalni i horizontalni skokovi i poskoci, sprint	1210	Sprint 20 m (s)	Sprint 20 metara Prije 3.7 ± 0.3 poslije 3.4 ± 0.2 ↓

Ramirez-Campillo i sur. (2016)	19 ženski; 21 muški (nogomet) U20	6 tjedana; 2 treninga tjedno	Unilateralni i bilateralni skokovi s vertikalnom i horizontalnom komponentom	Tjedan 1: 80 skokova po nozi; Tjedan 6: 160 skokova po nozi	Sprint 30 m (s)	Sprint 30 metara Prije 5.69 ± 0.31 poslije 5.40 ± 0.32 ↓(Ž) Prije 5.05 ± 0.17d poslije 4.79 ± 0.18↓ (M)
EG- eksperimentalna grupa, KG – kontrolna grupa, BG – bilateralna grupa, UNI- unilateralna grupa, BI+UNI – bilateralna + unilateralna grupa, ↑ povećanje vremena, ↓ smanjenje vremena, ↔bez promjene, *značajna razlika, m- metar , s- sekunda						

3.3.Utjecaj pliometrijskog treninga na agilnost

Razina izvedbe u nogometnoj utakmici i treningu jako je ovisan o jakosti i snazi nogometaša (Beato i sur., 2017, Pedersen i sur., 2017). Navedena snaga i jakost predstavlja preduvjet svih kondicijskih zahtjeva i struktura kretanja tijekom nogometne utakmice ili treninga – duela, lateralnih kretanja, akceleracije, deceleracije ali i promjena smjera kretanja (*eng. COD- change of direction*) i agilnosti (Impellizzeri i sur., 2008; Marković i sur., 2010, Zamparo i sur., 2014).

Prije sistematizacije znanstvenih radova iz ovog područja važno je napomenuti da agilnost kao sposobnost ovisi o dva faktora – promjeni smjera kretanja i kognitivnim sposobnostima sportaša. Kognitivne sposobnosti presudne za učinkovitiju agilnost su: poznavanje situacija, anticipacija, tehnika percepcije i brzina percepcije pojedine situacije u specifičnim uvjetima (Sheppard i sur., 2006).

Meta-analiza Markovića i suradnika (2010) govori da pliometrijski trening utječe na poboljšanje od 2-5% u testovima koji procjenjuju agilnost a to objašnjavaju smanjenjem vremena boravka na podlozi, boljom neuralnom adaptacijom i bržom aktivacijom motoričkih jedinica. U meta-analizi Asadi i suradnika (2016) navodi se kako pliometrijski trening kroz 7 tjedana po dva treninga tjedno i 100 kontakata s podlogom po treningu ima pozitivne efekte na agilnost. Isto tako, autori navode kako nakon intervencija pozitivne učinke imaju i sportaši i sportašice, dok uspoređujući sportove, najveće efekte ostvaruju košarkaši. Meylan i suradnici (2010) su u istraživanju sa mladim nogometašima unutar sezone u trajanju od 8 tjedana koristili pliometrijske sadržaje te analizirali njihov utjecaj na agilnost. Utvrdili su da pliometrijske vježbe nisko-intenzivnog tipa unutar sezone kao dio nogometnog treninga imaju pozitivan utjecaj na agilnost i smanjenje rezultata do -9.6%. Navedena poboljšanja rezultata u testu agilnosti objašnjavaju trenažnim dizajnom koji je sadržavao pliometrijske sadržaje sa lateralnim smjerom, koji imaju utjecaj na sposobnost brže promjene smjera kretanja. Osim toga, njihove spoznaje idu u smjeru da trening skokova ima pozitivni utjecaj na ekscentrični režim i kvalitetu mišićne kontrakcije, važne komponente prilikom deceleracije u promjeni smjera kretanja (Sheppard i sur., 2006). U svom istraživanju na mladim nogometašima Thomas i suradnici (2009) utvrđivali su kako različiti modaliteti pliometrijskog treninga (drop jump i skok s prethodnom pripremom) utječu na poboljšanje agilnosti. Kako je poznata činjenica da za razliku od eksplozivne jakosti tipa sprinta agilnost uključuje sposobnost i kvalitetu deceleracije kao i brze akceleracije (Plisk, 2000) te da je mišićna snaga u korelaciji sa agilnosti

(Negrete i sur., 2000) u kontekstu reaktivne jakosti (Young, 2002) autori su naveli da pliometrijski trening izaziva adaptacije ovih karakteristika koje utječu na poboljšanje agilnosti.

Ramirez-Campillo i suradnici (2018) u svom istraživanju na nogometašicama utvrđivali su utjecaj pliometrijskog treninga na kondicijske sposobnosti obzirom na tjednu učestalost treninga. Sudionice istraživanja bile su podijeljene u tri skupine: jedan pliometrijski trening tjedno, dva pliometrijska treninga tjedno i kontrolna skupina. Rezultati istraživanja idu u prilog tome da je grupa koja je jednom tjedno izvodila pliometrijske vježbe, kao i grupa koja je to radila dva puta imale značajno bolje rezultate u testu agilnosti. Spoznaje ovog istraživanja idu u smjeru da pliometrijski trening volumena jednom i dva puta tjedno kroz 8 tjedna ima jednake učinke na agilnost. Za razliku od istraživanja Yanci i suradnika (2017) gdje značajnih razlika na agilnost nije bilo kod ispitanika koji su izvodili trening skokova jednom tjedno, od grupe koja je isto činila dva puta. Također, obzirom na smjer skokova autori savjetuju inkorporiranje kombinacije vertikalnih i horizontalnih sadržaja bilateralnog i unilateralnog karaktera kojima se povećavaju efekti pliometrijskog treninga na agilnost. Asadi (2010) u svom istraživanju na košarkašima primjenjivao je različite modalitete skokova unutar košarkaškog treninga. Ispitanici su kroz 6 tjedana 2 puta tjedno izvodili 45 skokova s naglaskom na vertikalnu i horizontalnu komponentu te dubinske skokove. Autor nakon intervencije bilježi značajne promjene u testovima agilnosti. Pienaar i suradnici (2013) su u istraživanju implementirali pliometrijski trening unutar ragbi treninga te su kroz 4 mikrociklusa uspoređivali utjecaj pliometrijskog treninga na grupu koja je uz ragbi trening izvodila specifične vježbe skokova. Ispitanici su izvodili pliometrijske vježbe nižeg intenziteta do pliometrijskih vježbi visokog intenziteta u zadnjem tjednu. Autori su nakon 12 treninga unutar 4 tjedna zabilježili značajna poboljšanja u testu agilnosti koje objašnjavaju većom količinom stimuliranih motoričkih jedinica (McLaughlin, 2001.) te poboljšanom kinestezijom koja povećava funkcionalnu stabilnost prilikom promjena smjera kretanja (Swanik, 2002).

Za razliku od prethodnog istraživanja Sohnlein i suradnici (2014) dizajnirali su trenažni program na način da su nogometaši iz eksperimentalne skupine 2 puta tjedno umjesto nogometnog treninga izvodili pliometrijski trening zasebno u trajanju od 20-35 minuta. Skokovi koje su izvodili bili su bilateralnog i unilateralnog karaktera sa vertikalnim, horizontalnim i lateralnim smjerom, intenzitet treninga su definirali brojem kontakata s podlogom koji se povećavao od 112 skokova tijekom prvog tjedna do 350 kontakata u zadnjem tjednu. Dobiveni rezultati pokazali su značajno poboljšanje rezultata u testovima agilnosti. Ove učinke pliometrijskog treninga na agilnost objašnjavaju korištenjem sadržaja pliometrijskog treninga sa lateralnim smjerom koje su unaprijedile živčano-mišićne komponente zadužene za

promjenu smjera kretanja iz deceleracije u akceleraciju (Hakinen i sur., 1985), važnog aspekta strukture kretanja kod agilnosti. U nogometno specifičnim testovima agilnosti Saez de Villareal i suradnici (2015) primjećuju poboljšanja rezultata za 5,8-7,9 %. Objašnjavaju da se primjenom pliometrijske tehnologije treninga smanjuje trajanje kontakta sa podlogom. Na istom testu agilnosti Chaabene i suradnici (2017) zapažaju poboljšanje rezultata te navode kako sami volumen treninga okarakteriziran brojem skokova nije varijabla koja utječe na poboljšanja ove sposobnosti. Poboljšanja u rezultatima testova agilnosti pripisuju boljoj efikasnosti ciklusa istezanja i skraćivanja mišića što predstavlja mehanizam promjene smjera kretanja iz deceleracije u akceleraciju (Negra i sur., 2016). Osim toga navode da pliometrijski trening može pozitivno utjecati na povećanje brzine proizvodnje sile *(eng. rate of force developement)* i izlazne sile mišića što može rezultirati poboljšanjem rezultata u testovima agilnosti i promjene smjera kretanja (Sheppard i sur., 2006).

Osim na sportskoj populaciji Miller i suradnici (2006) istraživali su efekte pliometrijskog treninga na ispitanicima aktivne rekreativne populacije koji prethodno nisu bili upoznati s pliometrijskim treningom. Tijekom 6 tjedana dva puta tjedno izvodili su unilateralne i bilateralne skokove različite kompleksnosti. Autori su u rezultatima zabilježili značajno poboljšanje u testovima agilnosti. Osim navedenog autori su uvidjeli pozitivne veze između pliometrijskog treninga vertikalnog, horizontalnog i lateralnog smjera te napretka u rezultatima u testovima agilnosti potvrđujući rezultate Robinsona i suradnika (2004).

Tablica 3. Utjecaj pliometrijskog treninga na agilnost

Autori studije	Uzorak ispitanika (sport), spol, dob	Trajanje istraživanja i broj treninga	Vrsta pliometrijskog treninga	Ukupan broj skokova	Testirane varijable za promjene smjera kretanja	Efekti na promjene smjera kretanja
Meylan i sur. (2010)	14 (nogomet), muški 13.1 ± 0.6 godina	8 tjedana ; 2 puta tjedno	Vertikalni i lateralni preskoci prepona, trening na podnim ljestvama, horizontalni i vertikalni poskoci i skokovi	768	10 metara sprint sa promjenama smjera kretanja od 60 stupnjeva (s)	Sprint 10 metara sa promjenom smjera kretanja od 60 stupnjeva Prije 4.69 ± 0.16 poslije 4.24 ± 0.17 ↓*
Thomas i sur. (2009)	12 (nogomet), muški 17.3 ± 0.4 godina	6 tjedana; 2 puta tjedno	DJG – drop jump CMJG – skok s prethodnom pripremom	80 skokova prvi tjedan 120 skokova 6 tjedan	505 agility test (s)	505 test agilnosti DJG ↑ CMJG ↑

Ramirez-Campillo (2018)	23 (nogomet), ženski 21.4 ± 3.2 godine	8 tjedana; 1 puta tjedno	Drop jump, SDM, unilateralni jednonožni skok, skok s okretom za 180 stupnjeva, povezani skokovi u vis	255	Meylan CoDa (s)	Meylan CoDa test Prije 4.94 ± 0.2 poslije 4.57 ± 0.2 ↓*
Ramirez-Campillo (2018) RPE!!!!!!!	23 (nogomet), ženski 21.4 ± 3.2 godine	8 tjedana; 2 puta tjedno	Drop jump, SDM, unilateralni jednonožni skok, skok s okretom za 180 stupnjeva, povezani skokovi u vis	510	Meylan CoDa (S)	Meylan CoDa test Prije 5.12 ± 0.3 poslije 4.74 ± 0.3 ↓*
Asadi (2013)	20 (košarka), muški 20.1 ± 1.3 godina	6 tjedana; 2 puta tjedno	Dubinski skok (45 cm), vertikalni skok, skok u dalj	270	IAT (s) ATT (s)	IAT Prije 17.36 ± 0.48 poslije 16.14 ± 0.5 ↓* ATT Prije 12 ± 0.56 poslije 10.97 ± 0.61 ↓*
Pienaar i sur. (2013)	40 (ragbi), muški 18.94 ± 0.40 godina	4 tjedna; 3 puta tjedno	Unilateralni i bilateralni skokovi vertikalne i horizontalne komponente, dubinski skokovi. Lateralni skokovi, varijante atletske škole trčanja	/	ATT (s)	ATT Prije 10.72 ± 0.49 poslije 10.42 ± 0.54 ↓*

Miller i sur. (2006)	28 (studenti) KG 24.2 ± 4.8 godina EG 22.3 ± 3.1 godina	6 tjedana; 2 puta tjedno	Dijagonalni i lateralni unilateralni skokovi, bilateralni skokovi s vertikalnom i horizontalnom komponentom	730	ATT (s) IAT (s)	ATT Prije 12.8 ± 1.0 poslije 12.1 ± 1.1↓* IAT Prije 17.1 ± 1.7 poslije 16.6 ± 1.6 ↓*
Sohnlein i sur. (2014)	22 (nogomet), muški 11.2-14.7 godina	16 tjedana; 2 puta tjedno	Unilateralni i bilateralni skokovi s vertikalnom, horizontalnom i lateralnom komponentom	997 ± 65	HAR (s) 5x10 Shuttle run (s)	Hurdle agility run test Prije 11.6 ± 0.79 poslije 10.95 ± 0.58 ↓* 5x10 shuttle run test Prije 11.53 ± 0.26 poslije 11.40 ± 0.33 ↓
Saez de Villareal i sur. (2015)	26 nogomet (muški) 14-15 godina	9 tjedana ; 2 puta tjedno	Bilateralni i unilateralni vertikalni, horizontalni i lateralni skokovi i poskoci sa sprintom i tehničkim zadatkom	60-200 kontakata s podlogom	Ten-meter agility test (s) Agility with ball (s)	TMA(d) Prije 4.15 ± 0.3 poslije 3.82 ± 0.1 ↓* TMA (l) Prije 4.26 ± 0.3 poslije 4.01 ± 0.1↓* AWB(d) Prije 5.18 ± 0.4 poslije 4.80 ± 0.2↓* AWB(l) Prije 5.48 ± 0.3 poslije 5.12 ± 0.2↓*

DJG-drop jump grupa, CMJG- grupa skok s prethodnom pripremom, SDM- skok u dalj s mjesta, IAT- Illinois agility test, ATT – agility T test, s-sekunda, *značajna razlika, ↑ poboljšanje rezultata, ↓ smanjenje vremena , KG- kontrolna grupa, EG- eksperimentalna grupa, HAR- hurdle agility run, TMA(d)-ten meter agility test desna noga, TMA(l)- ten meter agility test lijeva noga, AWB(d) -agility with ball desna noga, AWB(l)- agility with ball lijeva noga

3.4.Utjecaj pliometrijskog trening i sposobnost ponavljanja sprintova

Sprint predstavlja jednu od najvažnijih struktura kretanja u sportu (Spencer i sur., 2003), a kvaliteta ove sposobnosti tijekom treninga i sportskog natjecanja opada kao rezultat umora (Girard i sur., 2011). Sposobnost odgađanja pojave umora i zadržavanje konstantnog maksimalnog intenziteta sprinta kroz trening ili utakmicu pripada jednoj od najvažnijih sposobnosti u sportu. Opisana sposobnost naziva se sposobnost ponavljanja sprintova *(eng. RSA-repeated sprint ability).* U znanstvenoj literaturi iz područja rukometa sposobnost ponavljanja sprintova opisuje se kao sposobnost kojom se mogu razlikovati amaterski od profesionalnih sportaša (Moss i sur., 2015). Ovu sposobnost karakteriziraju metaboličke (oksidativni kapacitet, resinteza kreatin fosfata te akumulacija vodikovih iona), ali i živčano-mišićne kvalitete (angažiranost motoričkih jedinica) (Spencer i sur., 2005). Kako pliometrijski trening ali i njegove pod varijante mogu imati pozitivne učinke na sposobnosti eksplozivne jakosti tipa sprinta ali i izdržljivosti u ovom će se poglavlju sistematizirati radovi vezani za efekte pliometrijskog treninga na sposobnost ponavljanja sprintova.

Istraživanje Mazureka i suradnika (2018) na vrhunskim rukometašima govori o utjecaju pliometrijskog treninga na kondicijsku pripremljenost nogometaša. Jedna od sposobnosti koju su autori mjerili bila je i sposobnost ponavljanja sprintova na biciklističkom ergometru. U ovom su istraživanju unutar treninga s vanjskim opterećenjem ispitanici realizirali 97 skokova, u kojemu je zadatak kod eksperimentalne skupine bio je skočiti maksimalno visoko i prilikom skokova imati kratak kontakt s podlogom dok je kod kontrolne zadatak bio skočiti maksimalno visoko, namjestiti se u novu poziciju i ponovno izvesti skok. Autori su u rezultatima uvidjeli poboljšanje rezultata u testu sposobnosti ponavljanja sprintova no bez značajnosti što su pripisali premalom volumenu treninga. Kao i prethodno istraživanje ali s nogometašima Negra i suradnici (2020) zabilježili su poboljšanje rezultata u testu sposobnosti ponavljanja sprintova isto tako bez značajnosti. Nogometaši iz eksperimentalne skupine su tijekom 8 tjedana dva puta tjedno izvodili pliometrijski trening koji je bio integriran u njihov nogometni trening. U ovom su istraživanju autori koristili 60-120 kontakata s podlogom tijekom treninga što nije predstavljalo veliki volumen. Poboljšanja rezultata u varijablama sposobnosti ponavljanja sprintova autori objašnjavaju boljom sposobnosti promjena smjera kretanja (Buccheit i sur., 2010) ali i ekonomičnosti trčanja (Marta i sur., 2013). Obzirom na rezultate ovog istraživanja autori preporučuju integraciju pliometrijskog treninga u nogometni trening. Slično kao i prethodno istraživanje Chaabene i suradnici (2021) na mladim rukometašicama zapažaju poboljšanja na razini sposobnosti ponavljanja sprintova nakon intervencije od 8 tjedana.

Rukometašice eksperimentalne skupine su u ovom istraživanju unutar natjecateljskog perioda tijekom rukometnog treninga izvodile pliometrijske sadržaje niskog intenziteta i malog volumena. Ispitanice su izvodile od 80 skokova u prvom tjednu do 120 skokova u zadnjem tjednu eksperimentalnog postupka te su osim poboljšanja sposobnosti ponavljanja sprintova imali značajna poboljšanja u testovima brzine i promjene smjera kretanja. Spoznaje ovog rada te promjene i poboljšanja u varijablama sposobnosti ponavljanja sprintova leže u već navedenim značajnim promjenama brzine i promjene smjera kretanja. Autori preporučuju implementaciju treninga ovakvog tipa unutar rukometnog treninga. Slično istraživanje napravili su Hermassi i suradnici (2014) ali na muškim vrhunskim rukometašima, koji su unutar rukometnog treninga nakon zagrijavanja provodili protokol pliometrijskog treninga. Autori su zabilježili značajno poboljšanje u varijablama najbržeg sprinta, i vremena ukupnog sprinta koje su izolirali iz testa sposobnosti ponavljanja sprintova.

Yanci i suradnici (2017) na futsal igračima istraživali su efekte pliometrijskog treninga različite frekvencije na kondicijske sposobnosti. U istraživanju koje je trajalo 6 tjedana jedna grupa je izvodila intervenciju jednom tjedno dok je druga grupa izvodila program treninga dva puta tjedno, kontrolna skupina je participirala samo u futsal treningu. Eksperimentalne grupe su prije futsal treninga izvodile pliometrijski trening u trajanju od 15-30 minuta. Nakon eksperimentalnog programa autori su zabilježili da pliometrijski trening utječe na poboljšanje sposobnosti ponavljanja sprintova. Osim toga zaključili su da je značajno poboljšanje rezultata imala grupa sa jednim dodatnim pliometrijskim treningom tjedno, dok kod ispitanika koji su ovaj tip treninga imali dva puta u tjednu nije zabilježena značajna promjena. Fachina i suradnici (2017) su sa dvije skupine ispitanika napravili istraživanje u kojemu je umjesto dva treninga s vanjskim opterećenjem eksperimentalna skupina izvodila pliometrijski program treninga kroz 8 tjedana. U rezultatima navode da pliometrijski trening kao zamjena treningu s vanjskim opterećenjem izaziva značajno poboljšanje rezultata u sposobnosti ponavljanja sprintova, te zaključuju kako je pliometrijski trening poželjno inkorporirati unutar programa kondicijskog treninga.

Tablica 4. Utjecaj pliometrijskog treninga na sposobnost ponavljanja sprintova

Autori studije	Uzorak ispitanika (sport), spol, dob	Trajanje istraživanja i broj treninga	Vrsta pliometrijskog treninga	Ukupan broj skokova	Testirane varijable za promjene sposobnosti ponavljanja sprintova	Efekti na promjene sposobnosti ponavaljanja sprintova
Mazurek i sur. (2018)	26 (rukomet), muški 20.2 ± 2.2 godina	5 tjedana; 3 puta tjedno	Bilateralno preskakanje prepona, bilateralni vertikalni skok, skok s noge na nogu, vezani skokovi u dalj, drop jump (20-60 cm)	1218	5x6 sekundi maksimalni sprint svakih 30 sekundi (W) p: 24 s između sprinta	KG P_{RSAmax} (W) Prije 835 ± 82 poslije 871 ± 94 ↑ EG P_{RSAmax} (W) Prije 880 ± 107 poslije 891 ± 98 ↑
Negra i sur. (2020)	24 (nogomet) 12.7 ± 0.2 godina	8 tjedana; 2 puta tjedno	Bilateralni i unilateralni skokovi vertikalnog i horizontalnog smjera	1284	6x20 m sa okretom od 180 stupnjeva (s)	6x20 metara + 180 stupnjeva okret RSAbest Prije 7.9 ± 0.4 poslije 7.7 ± 0.4 ↓ RSAtotal

					p:25 s između sprinta	Prije 48.8 ± 2.2 poslije 47.8 ± 2.5 ↓
Chaabene i sur. (2021)	21 (rukomet) ženski KG: 15.9 ± 0.3 godina EG: 15.9 ± 0.2 godina	8 tjedana; 2 treninga tjedno	Bilateralni preskoci prepona 20 cm, Bilateralni skok s prethodnom pripremom	800	6x20 m (s) p:25 s između sprinta	6x20 metara RSAbest Prije 8.45 ± 0.33 poslije 8.38 ± 0.43 ↓ RSAtotal Prije 53.82 ± 2.80 poslije 52.58 ± 2.66 ↓
Yanci i sur. (2017)	44 (futsal) muški 22.5 ± 5.0 godina	6 tjedana; 1 trening tjedno	Bilateralni i unilateralni skokovi s vertikalnim smjerom, unilateralni skokovi s lateralnim smjerom, unilateralni drop jump	774	6x30 m (s) p:25 sekundi između sprinta	6 x 30 metara RSAMean 5m Prije 1.12 ± 0.03 poslije 1.06 ± 0.04 ↓* RSAmean30 m Prije 4.47 ± 0.23 poslije 4.36 ± 0.17 ↓*
Yanci i sur. (2017)	44 (futsal) muški 22.5 ± 5.0 godina	6 tjedana; 2 treninga tjedno	Bilateralni i unilateralni skokovi s vertikalnim smjerom, unilateralni skokovi s lateralnim smjerom, unilateralni drop jump	774	6x30 m (s) p:25 sekundi između sprinta	6 x 30 metara RSAMean 5m Prije 1.10 ± 0.04 poslije 1.08 ± 0.08 ↓ RSAmean30 m Prije 4.45 ± 0.23 poslije 4.44 ± 0.27 ↓

Hermassi i sur. (2014)	24 (rukomet) muški 20 ± 0.3 godina	8 tjedana; 2 puta tjedno	Skokovi preko prepona (40 cm i 60 cm), 40 cm drop jump	470	6x30 m (15+15) m (s) p:20 sekundi između sprinta	6x30 m (15+15) m RSA najbrži sprint ↓ RSA vrijeme ukupnog sprinta ↓* Razlika EG i KG u RSA ↓*
Fachina i sur. (2017)	42 (košarka) muški KG: 16.4 ± 2.6 godina EG: 15.2 ± 2.7 godina	8 tjedana; 2 puta tjedno	Drop jump (43 cm), naskok (43 cm), skokovi iz stopala	/	Modificirani RAST test (s)	Modificirani RAST test Prije 89.5 ± 8.8 poslije 59.1 ± 5.1 ↓*
cm- centimetri, KG- kontrolna grupa, EG-eksperimentalna grupa, s – sekunda, p-pauza, * - značajna razlika, ↑ povećanje rezultata, ↓ smanjenje rezultata (vremena, visine), W-wati						

3.5.Utjecaj pliometrijskog treninga na izdržljivost

Marković i suradnici (2010) govore da je utjecaj pliometrijskog treninga vidljiv na ekonomičnost kretanja koja može biti važan faktor u sportovima trčanja na duge pruge. Također, u ovoj meta analizi primijećena su poboljšanja rezultata na trčanju u duljini od 5 km te poboljšanju ukupnog vremena za 3,1%. U istraživanju Spurrs i suradnici (2002) na dugoprugašima analizirani su efekti pliometrijskog treninga na trčanju duljine 3 km. Istraživanje je trajalo 6 tjedana u kojima je eksperimentalna skupina prva tri tjedna dodatni pliometrijski trening imala dva puta, a zadnja tri tjedna tri puta tjedno. Tijekom eksperimentalnog postupka poštivao se princip progresivnosti te se broj kontakata i kompleksnost sadržaja povećavala iz tjedna u tjedan od 60 kontakata s podlogom prvi tjedan do 180 kontakata zadnji tjedan. Analizom rezultata eksperimentalna grupa poboljšala je rezultate trčanja na 3 km za 2,7 % dok značajnih promjena u varijablama VO2max i laktatni prag nije bilo. Autori zaključuju da su napreci zabilježeni u rezultatima trčanja rezultat poboljšanja ekonomičnosti trčanja, što može biti važan indikator kvalitetnijih trkačkih sposobnosti (Noakes, 1991, Daniels, 1998). Ekonomičnost trčanja može se definirati kao količina iskorištenog kisika po jedinici mase tijela prilikom konstantnog trčanja na jednakoj brzini, dokazano je da brži trkači imaju bolju ekonomičnost trčanja (Anderson, 1996). Osim navedenog, autori donose spoznaje o adaptaciji mišićno-tetivnog sustava pod utjecajem pliometrijskog treninga, te direktno time količina utroška energije je znatno manja tijekom dugog trčanja. Ove adaptacije također su izazvale promjene u duljini i frekventnosti koraka tijekom trčanja čime su izazvale bolju horizontalnu propulziju tijela. Ramirez-Campillo i suradnici (2020) u svom istraživanju promatrali su efekte pliometrijskog treninga kojega su eksperimentalne skupine odrađivale prije i poslije nogometnog treninga. Jedna eksperimentalna skupina izvodila je pliometrijski program nakon samostalnog zagrijavanja, a druga skupina 10 minuta poslije nogometnog treninga. U ovom radu, osim utjecaja na izdržljivost autori su promatrali efekte i na eksplozivnu jakost tipa skoka, sprinta te agilnosti što su neke od varijabli koje se istražuju i u ovom doktorskom radu. U rezultatima istraživanja vezanim za varijablu izdržljivosti autori su dobili približno jednako unaprjeđenje izdržljivosti kod grupa koje su izvodile intervenciju prije i poslije. Osim toga, rezultati testova za procjenu eksplozivne jakosti tipa sprinta i skoka te promjene smjera kretanja pokazali su značajnije poboljšanje rezultata ukoliko se pliometrijski sadržaji izvode prije treninga. Autori smanjenje vremena u testu izdržljivosti pripisuju živčano-mišićnim promjenama izraženim kroz efikasnost trčanja (Balsalobre-Fernandez i sur., 2016, Yamamoto i sur., 2008), mehaničkim

napretkom (Marković i sur., 2010), te povećanoj krutosti tetivnog sustava. Kako su pozitivni učinci pliometrijskog treninga vidljivi u prijenosu sile sa mišića na kost (Legerlotz i sur., 2016), a test izdržljivosti korišten u ovoj studiji sadržavao promjene smjera kretanja poboljšanja vremena u testu izdržljivosti mogli su se pripisati i boljim promjenama smjera kretanja (Myers i sur., 2017). Istraživanjem Krakan i suradnika (2020) analizirao se utjecaj pliometrijskog treninga na kondicijske sposobnosti aktivne studentske populacije. Autori su u istraživanju koristili vježbe bilateralnog i unilateralnog karaktera s vertikalnim i horizontalnim smjerom. Istraživanjem u trajanju od 6 tjedana i primjenom pliometrijskog treninga 3 puta tjedno autori nisu zabilježili značajno poboljšanje rezultata na progresivnom testu opterećenja na pokretnom sagu. U istraživanju Michalidisa i suradnika (2019) u kojemu su istraživali efekte pliometrijskog treninga implementiranog u nogometni trening autori su zabilježili poboljšanje rezultata u testu izdržljivosti bez značajnosti. Također, važno je napomenuti i da je kontrolna grupa isto tako imala poboljšanje u izdržljivosti. Obzirom na sve navedeno autori objašnjavaju poboljšanje rezultata u varijablama izdržljivosti kvalitetnijom i boljom ekonomičnošću trčanja (Spurrs i sur., 2002). Saez de Villareal i suradnici (2015) u svom istraživanju primjenjivali su sa eksperimentalnom skupinom pliometrijski trening prije nogometnog treninga 2 puta tjedno kroz 9 tjedana. Slično kao u prethodno navedenom istraživanju, autori su zabilježili poboljšanje rezultata u testu izdržljivosti bez značajnosti. Lum i suradnici (2016) u svom istraživanju su pratili efekte pliometrijskog treninga i ponavljanih sprintova na izdržljivost kod atletičara dugoprugaša. Istraživanje je trajalo 6 tjedana u kojoj su eksperimentalne grupe nakon zagrijavanja izvodili sadržaje pliometrijskog treninga ili treninga ponavljanja sprintova. U rezultatima autori bilježe smanjenje ukupnog vremena trčanja na 10 kilometara kod eksperimentalnih skupina bez značajnosti. U istaživanju Lum i suradnici (2020) cilj je bio istražiti učinkovitost 10-tjednog programa nisko intenzivne pliometrije na izdržljivost kod amaterskih dugoprugaša. Tijekom 10 tjedana eksperimentalna grupa je unutar protokola zagrijavanja za trening izvodila sadržaje na vijači. Poštujući princip progresivnosti sadržaji su prva četiri tjedna bili bilateralnog karaktera nakon čega su ispitanici izvodili unilateralne preskoke. Također ukupno tjedno vrijeme rada s ovim rekvizitom mijenjao se od 10 minuta u prva dva tjedna, preko 15 minuta u trećem i šestom tjednu do 20 minuta u zadnja četiri tjedna. Eksperimentalni program rezultirao je smanjenjem vremena na testu izdržljivosti no bez značajnosti.

Tablica 5. Utjecaj pliometrijskog treninga na izdržljivost

Autori studije	Uzorak ispitanika (sport), spol, dob	Trajanje istraživanja i broj treninga	Vrsta pliometrijskog treninga	Ukupan broj skokova	Testirane varijable za sposobnost izdržljivosti	Efekti pliometrijskog treninga na izdržljivost
Spurrs i sur. (2002)	17 (atletika-duge pruge), muški 25 ± 4 godina	6 tjedana; 3 tjedna : 2 puta tjedno 3 tjedna : 3 puta tjedno	Bilateralni i unilateralni skokovi , dubinski skok, bilateralni i unilateralni preskoci prepona	2064	Progresivni test opterećenja na pokretnom sagu Trčanje 3 km (min)	VO2max (ml/kg min) Prije 57.6 ± 7.7 poslije 59.5 ± 8.1↓ ANP Prije 4.26 ± 1.18 poslije 4.03 ± 1.42 ↓ Trčanje 3 kilometra Prije 10.28 ± 1.26 poslije 10.12 ± 1.15 ↓*
Ramirez-Campillo i sur. (2020)	30 (nogomet) 15.5 do 17.9 godina	7 tjedana; 2 puta tjedno	Bilateralni skokovi s vertikalnim smjerom, unilateralni skokovi iz stopala u mjestu i kretanju, bilateralni skokovi s okretom, bilateralni vezani skokovi u dalj s horizontalnim smjerom, unilateralni skokovi s	702	MSSRT (min)	MSSRT EG (poslije treninga) Prije 10.4 ± 1.2 poslije 11.4 ± 1.2 ↑ EG (prije treninga) Prije 10.1 ± 1.0 poslije 11.0 ± 1.2 ↑

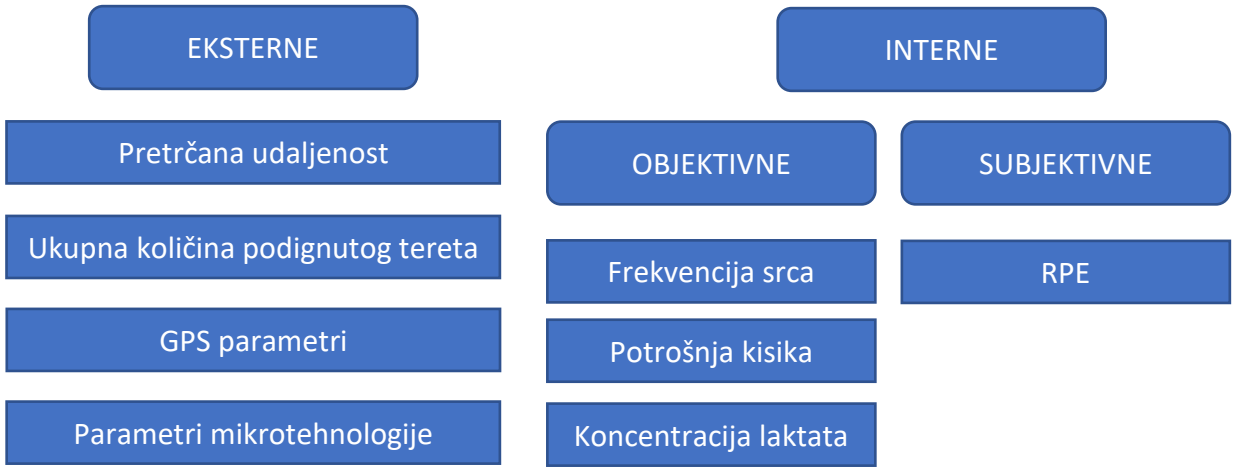
			lateralnim smjerom, drop jump (20 cm)			
Krakan i sur. (2020)	41 (aktivna rekreativna populacija) muški	6 tjedana; 3 puta tjedno	Bilateralni i unilateralni skokovi s vertikalnim i horizontalnim smjerom	2700	Progresivni test opterećenja na pokretnom sagu	VO2max (ml/kg min) Prije 55.16 ± 3.79 poslije 55.29 ± 4.72
Michalidis i sur. (2019)	31 (nogomet), muški 12 ± 0.8 godina	6 tjedana; 2 puta tjedno	Vertikalni i horizontalni bilateralni i unilateralni poskoci i trening promjena smjera kretanja	900	YOYO Lv1 intermittent test (m)	YOYO Lv1 test ↑
Saez de Villareal i sur. (2015)	26 (nogomet) muški 14-15 godina	9 tjedana ; 2 puta tjedno	Bilateralni i unilateralni vertikalni, horizontalni i lateralni skokovi i poskoci sa sprintom i tehničkim zadatkom	60-200	YOYO Lv1 intermittent test (m)	YOYO Lv1 test Prije 752.6 ± 180 poslije 796.3 ± 154 ↑
Lum i sur. (2016)	14 (atletika-duge pruge) muški 29 ± 3.4 godine	6 tjedana; 2 puta tjedno	Bilateralni skokovi s vertikalnim smjerom, preskakanje prepona bilateralno30 cm, dubinski, unilateralno preskakanje prepona 30 cm, unilateralni skokovi s vertikalnim	1225	Trčanje 10 km (min)	Trčanje 10 km Prije 50.28 ± 6.45 poslije 51.57 ± 7.57 ↓

			smjerom, dubinski skok 40-60 cm,			
Garcia-Pinillos i sur. (2020)	96 (dugoprugaši - amateri) 45 ženski 31 muški EG: 27.2 ± 8.6 KG: 26.1 ± 6.3	10 tjedana; 2-4 puta tjedno	Bilateralno i unilateralno preskakanje vijače	UVT 10-20 min	Trčanje 3 km (s)	Trčanje 3 km Prije 774.6 poslije 751.7 ↓
km- kilometar, VO2max- maksimalni primitak kisika, ANP- anaerobni prag, MSSRT – 20 m multistage shuttle run, * - značajna razlika, ↑ povećanje vremena, ↓ smanjenje vremena, LV1 -razina 1,cm-centimetar, m- metar, UVT – ukupno vrijeme u tjednu,						

4. PRAĆENJE TRENAŽNOG OPTEREĆENJA

Planiranje i analiziranje volumena, intenziteta treninga i njegove učestalosti važni su čimbenici i povezani su sa kvalitetom treninga i izvedbe na natjecanju (Svilar, 2019). Zbog toga zadnjih godina praćenje trenažnog i natjecateljskog opterećenja uživa veliki interes znanstvenika posebice jer sama distribucija trenažnog opterećenja ima visoku korelaciju sa pozitivnim i negativnim efektima samog treninga. Metode praćenja opterećenja (*eng. load management*) mogu se svrstati u dvije kategorije: eksterne i interne (Prikaz 1). Najčešće mjere eksternog opterećenja sportaša su: pretrčana udaljenost, količina podignutog vanjskog opterećenja te parametri dobiveni GPS tehnologijom kao što su: broj akceleracija i deceleracija, skokova, promjena smjera kretanja… S druge strane interne metode praćenja opterećenja zasnovane su na biokemijskim, biomehaničkim i psihološkim odgovorima gdje je interno opterećenja sportaša pod utjecajem eksternog opterećenja. Najčešće objektivne metode internog opterećenja su mjerenje frekvencije srca, koncentracije laktata i potrošnje kisika, dok u subjektivne metode pripada ocjena doživljaja opterećenja *(eng. sRPE- session rate of percieved exertion).* Zbog problema i ciljeva istraživanja ovog doktorskog rada u daljnjem tekstu fokus će biti na internom subjektivnom praćenju trenažnog opterećenja.

Prikaz 1. Najčešće metode praćenja opterećenja (Svilar, 2019)



4.1. Subjektivni doživljaj trenažnog opterećenja

Korištenje dobrih i valjanih alata tijekom svakog treninga u svrhu praćenja ukupnog trenažnog opterećenja *(eng. TL- training load)* važno je zbog optimalne adaptacije sportaša na trening i natjecanje te zbog izbjegavanja pretreniranosti (Haddad i sur. 2017). Prema Fosteru i suradnicima (2001) metoda praćenja trenažnog opterećenja temeljem sportaševa subjektivnog doživljaja opterećenja treninga *(eng. sRPE- session rate of percieved exertion)* može biti dobar pokazatelj kako intenziteta tako i volumena treninga. Pomoću skale vrijednosti sportaši nakon utakmice ili natjecanja iskazuju svoj doživljaj opterećenja utakmice ili treninga. Ukratko, sportaš nakon treninga odgovara na pitanje: „Koliko ti je bilo teško na treningu?“ te svoj doživljaj iskazuje brojkom prema modificiranoj skali Fostera i suradnika (2001) (Tablica 6).

Tablica 6. Modificirana CR-10 skala doživljaja trenažnog opterećenja prema Foster i suradnici 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

Praćenje trenažnog opterećenja, i eksternog i internog pomaže odrediti individualne odgovore svakog sportaša u različitim modalitetima treniranja (Manzi i sur., 2009). Isto tako, mjerenjem internih varijabli opterećenja procjenjujemo fiziološki stres na organizam sportaša tijekom treninga, a mjerenjem eksternih varijabli kvantificiramo njegovu tehničko-taktičku izvedbu i sami trenažni podražaj. Rezultat i adaptacija sportaša na trening proizlazi iz internog

i eksternog opterećenja, te je analiza ovih varijabli važna jer može pružiti korisne informacije te direktno time i procijeniti same efekte treninga (Scott i sur., 2013, Akubat i sur., 2014). Mjerenje internog opterećenja može biti važan pokazatelj trenutne treniranosti sportaša i u nogometu se najčešće koriste metode bazirane na srčanoj frekvenciji kao što su mjera Banisterovog trenažnog impulsa (TRIMP) (Banister, 1991), Edwardovo trenažno opterećenje (Edwards, 1993.) i Stagnova adaptacija na momčadski sport (Stagno i sur., 2007). Međutim, u velikom broju slučajeva sportski klubovi ali i sportaši iz ostalih sportova (Impellizeri i sur., 2004) koriste alternativnu praktičnu i besplatnu metodu kvantificiranja internog opterećenja putem subjektivne ocjene opterećenja treninga (sRPE) (Foster, 2001).

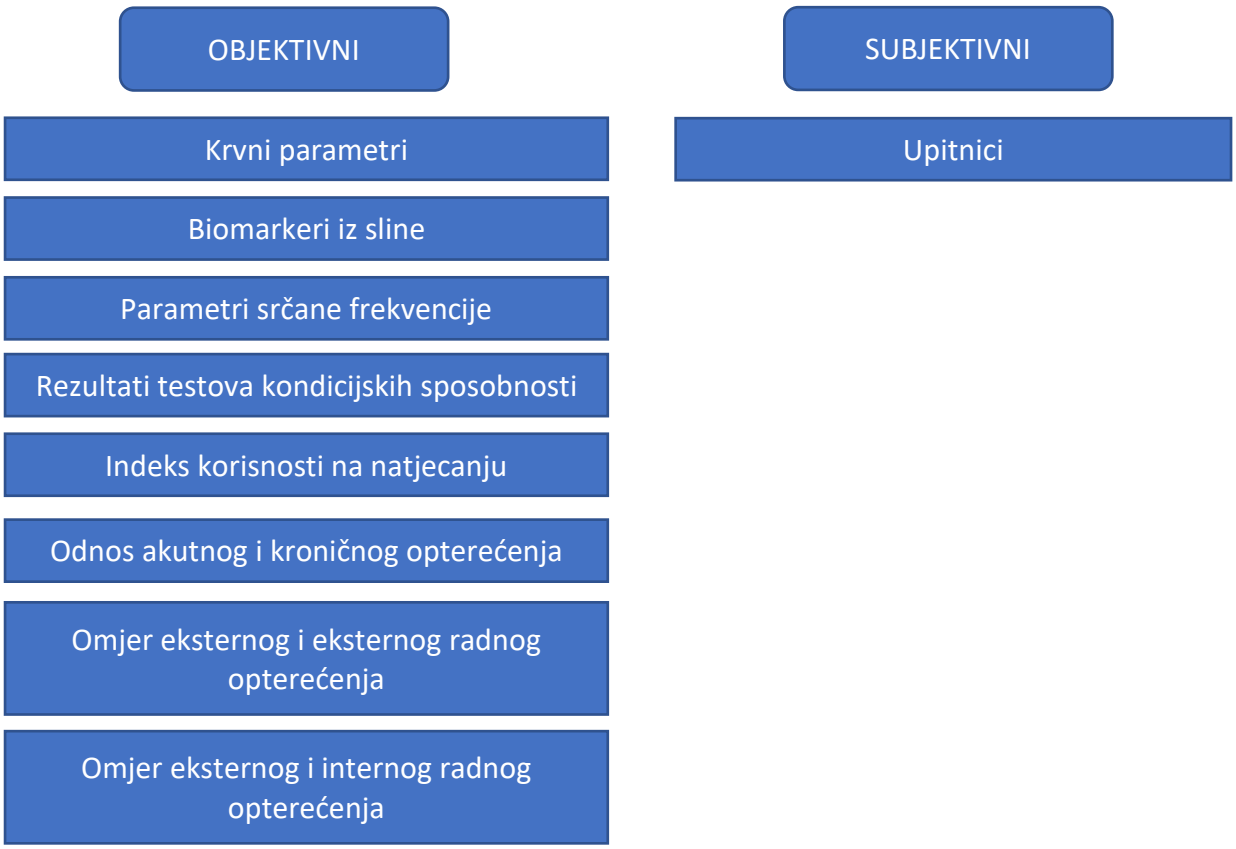
Obzirom na valjanost i pouzdanost ove metode mjerenja internog opterećenja te visoke i korelacije sa mjerama zasnovanim na srčanoj frekvenciji ova metoda spada u najkorištenije metode praćenja opterećenja (Impellizeri i sur., 2004, Alexiou i sur., 2008, Jeong i sur., 2011). Neki autori u svojim istraživanjima tvrde da visina korelacije u ove dvije metode može varirati u odnosu na različite usmjerenosti treninga (Alexiou i sur., 2008). Oni su u svom znanstvenom radu primijetili visoku korelaciju (r =.82) između subjektivne procjene opterećenja treninga (sRPE) i Edwardsovog trenažnog opterećenja u nisko intenzivnim, aerobnim treninzima, dok je niska korelacija (r = .25) zabilježena u visoko intenzivnim modalitetima treniranja nogometašica. Isto tako, Impellizeri i suradnici (2004) su u istraživanju potvrdili značajne korelacije između sRPE metode praćenja opterećenja i metoda baziranih na srčanoj frekvenciji. Kao i u prethodnom istraživanju, ali na taekwondo sportašima Haddad i suradnici (2001) utvrđivali su povezanost ovih metoda praćenja opterećenja. Ovi autori su također potvrdili značajne korelacije (r = 0.55-0.90) između sRPE metode i metoda zasnovanim na praćenju srčane frekvencije. Također, u svom istraživanju kroz 6 tjedana na mladim nogometašima Akubat i suradnici (2012) potvrdili su statistički značajnu korelaciju između sRPE metode i Banisterovog trenažnog impulsa (TRIMP) (r=0.75; P=0.02). Prethodne rezultate studija potvrdili su i Rodriguez-Maroyo i suradnici (2015) gdje su u svom istraživanju zabilježili statistički značajnu korelaciju (r=0.79) između dvije već spomenute varijable. Navedenim se može zaključiti da je sRPE metoda valjana i korisna za praćenje ukupnog trenažnog opterećenja radi boljeg praćenja i kontrole sportaša te kvalitetnijeg dizajniranja plana i programa treninga. Isto tako, za sportaše koji treniraju s vanjskim opterećenjem također je važno poznavati razinu ukupnog trenažnog opterećenja (Foster i sur., 2021.) U svom znanstvenom radu Singh i suradnici (2007) uspoređivali su trening s vanjskim opterećenjem s ciljem poboljšanja jakosti, hipertrofije i snage. U istraživanju su došli do spoznaja da sRPE u praćenju ukupnog opterećenja tijekom treninga s vanjskim opterećenjem različitih modaliteta dobra metoda

praćenja ukupnog opterećenja u treningu s vanjskim opterećenjem. Isto tako (McGuigan i sur., 2004, Eagan i sur., 2006) tvrde da je sRPE metodu praćenja opterećenja poželjno koristiti i u timskim sportovima u kojemu postoji kombinacija specifičnog treninga s treningom s vanjskim opterećenjem.

4.2. Markeri praćenja kondicijske pripremljenosti sportaša

Glavna zadaća kondicijskog trenera je briga o razini razvijenosti sportaševih kondicijskih sposobnosti no oporavak poslije treninga i praćenje tjelesnog stanja sportaša i wellnessa su jednako važni dijelovi procesa kao i trening (Svilar, 2019). Praćenjem trenutnog tjelesnog stanja sportaša može koristiti treneru dobiti uvid kako sportaš reagira na utakmicu ili trening te koliko se dobro adaptira na trenažne podražaje. Veliki broj metoda kvantifikacije posljednjih godina je razvijeno u sportu, od kojih je najpoznatija sRPE metoda objašnjena u prethodnom poglavlju te wellness upitnici u kojemu se koriste varijable praćenja kvalitete sna, umora, stresa te mišićnog zamora (Haddad i sur., 2013). Također, markere praćenja kondicijske pripremljenosti igrača mogu se podijeliti na objektivne i subjektivne (Prikaz 2). Zbog problema ovog doktorskog rada u daljnjem tekstu biti će opisano subjektivno praćenje trenutnog stanja sportaša.

Prikaz 2. Objektivni i subjektivni markeri praćenja trenutnog stanja sportaša (Svilar, 2019)



Upitnici su subjektivna metoda kvantificiranja varijabli kvalitete sna, umora, mišićnog zamora, raspoloženja i stresa na skali od 1-5 (Hooper i sur., 1995) (Tablica 7). Ocjene ovog upitnika mogu se razmatrati kao efikasna i besplatna metoda za rano otkrivanje sindroma pretreniranosti kroz kontekst biokemijske neravnoteže, problema sa fiziološkim procesima te imunološkim problemima (Angeli i sur., 2004), a direktno time i praćenjem kvalitete samog treninga (Urhausen i sur., 2002). U preglednom radu Saw i suradnici (2016) uspoređivali su objektivne i subjektivne markere trenutnog stanja sportaša. Analizom znanstvenih radova iz ovog područja utvrdili su malu korelaciju između subjektivnih i objektivnih markera stanja sportaša, nadalje zaključuju da subjektivni markeri pokazuju veću razinu osjetljivosti od objektivnih.

U istraživanju Gallo i suradnici (2017) na australskim nogometašima i njihovim wellness profilima tijekom 23 tjedna natjecateljskog perioda i razlikama između mikrociklusa treninga različitog trajanja autori su dobili spoznaje o tome da prosječni wellness igrača pada tijekom drugog dijela sezone. Isto tako, rezultatima su ustanovili da nakon 3 dana od utakmice u mikrociklusima trajanja 6 i 7 dana prosječne Z vrijednosti rastu. Osim toga, zabilježili su najniže prosječne vrijednosti wellness upitnika dan poslije utakmice nakon mikrociklusa u trajanju od 8 dana. Autori Haddad i suradnici (2013) u svom istraživanju na mladim nogometašima analizirali su utjecaj trenutnog wellnessa igrača na subjektivni doživljaj opterećenja nakon treninga. U dizajnu studije igrači su tijekom 6 tjedana 4 puta tjedno dodatno izvodili 10 minuta trčanja kontinuiranim intenzitetom na intenzitetu od 75% od frekvencije srca u mirovanju. Rezultatima i analizom su zaključili da kvaliteta sna, stres, umor te mišićni zamor ne djeluje značajno na povećanje subjektivnog doživljaja opterećenja jednog treninga. Gastin i suradnici (2013) u istraživanju na vrhunskim igračima australskom nogometa pratili su putem proširenog wellness upitnika (9 varijabli) njihovo trenutno stanje tijekom 183 dana natjecateljske sezone. Rezultati studije su sugerirali da su sportaševe povratne ocjene na trenutno stanje senzitivne i mijenjaju se tijekom dnevnih i tjednih faza smanjenog intenziteta treninga. Važna spoznaja ove studije je da igrači sa većom testiranom maksimalnom brzinom kretanja iskazuju niže ocjene u upitniku za varijable mišićnog naprezanja, naprezanja prednje strane natkoljenice i mišića stražnje strane natkoljenice dan poslije utakmice, te im treba više dana za potpuni oporavak. Isto tako, autori su zabilježili negativne promjene u varijablama kvalitete sna jedan dan nakon utakmice. McLean i suradnici (2010) na profesionalnim igračima ragbija utvrđivali su subjektivne markere stanja u mikorciklusima različitih trajanja (5, 7 i 9 dana). Analizom rezultata utvrdili su da sportaševo subjektivno stanje mjereno wellness upitnikom narušeno 48 sati nakon utakmice, te da se vraćaju na optimalno nakon 4 dana.

Tablica 7. Wellness upitnik za procjenu fiziološkog i psihološkog stresa

OCJENA	5	4	3	2	1
UMOR	Jako svjež	Svjež	Normalno	Više umorno nego normalno	Jako umoran
KVALITETA SNA	Jako odmoran	Dobar	Teško zaspao	Nespokojan san	Nesanica
MIŠIĆNI ZAMOR	Osjećam se odlično	Osjećam se dobro	Normalno	Povećani zamor	Jaki zamor
RAZINA STRESA	Jako opušten	Opušten	Normalno	Osjećam da sam pod stresom	Jako pod stresom
RASPOLOŽENJE	Jako pozitivno raspoloženje	Generalno u dobrom raspoloženju	Smanjeno zanimanje za aktivnost od uobičajenog stanja	Neraspoložen	Jako nervozan

5. PROBLEM ISTRAŽIVANJA

Treninzi i sadržaji treninga koji u svojoj podlozi imaju ciklus istezanja i skraćivanja mišića imaju zadaću unaprijediti visoko intenzivne aktivnosti i kretnje kod nogometaša (Meylan i sur., 2009, Michalidis i sur., 2013, Thomas i sur., 2009, Ramirez-Campillo i sur., 2014). Kako se ciklus istezanja i skraćivanja ponavlja često tijekom visoko intenzivnih nogometno specifičnih kretanja, pliometrijski trening je jedan od najboljih sport-specifičnih stimulusa (Negra i sur., 2014). Uzme li se u obzir trenažni dizajn pliometrijskog treninga za unaprjeđenje visoko intenzivnih sposobnosti nogometaša može se zaključiti da različiti volumen treninga, intenzitet ali i učestalost treninga ima različite efekte. Studije (Thomas i sur., 2009, Ebben i sur., 2011, Jensen i sur., 2007, Sugisaki i sur., 2013) imale su fokus na intenzitet pliometrijskog treninga dok izostaju radovi na temu volumena treninga posebice kod nogometaša mlađih dobnih kategorija (Chaabene i sur., 2017). Shodno tome primarni problem ovog rada je utvrditi utjecaj dodatnog pliometrijskog treninga malog volumena u trajanju od 15 minuta prije nogometnog treninga te česte frekvencije 4 puta tjedno tijekom natjecateljskog perioda na kondicijske sposobnosti nogometaša juniorskog uzrasta.

Isto tako, sekundarni problem odnosi se na praćenje subjektivnog osjećaja opterećenja te osjećaja fiziološkog i psihološkog stresa pod utjecajem pliometrijskog treninga. Praćenje trenažnog opterećenja može se promatrati kroz kontekst maksimiziranja učinaka treninga (Gabbett i sur., 2014), smanjenje pojavnosti ozljeda (Owen i sur., 2016) i smanjenje rizika od pojavnosti pretreniranosti (Halson, 2014). Također, zbog povezanosti volumena treninga i pojavnosti ozljeda praćenje opterećenja kod igrača mlađih dobnih kategorija jako je važan čimbenik treninga (Huxley, 2014). Rezultati istraživanja na mladim sportašima pokazuju da zbog faza rasta i sazrijevanja dobar izbor tehnologija treninga (Burgess i sur., 2010) ali i dobra distribucija opterećenja i volumena treninga čine sportsku karijeru dužom (Bourdon i sur., 2017). Međutim, praćenje komponenata opterećenja često može predstavljati problem za trenere i djelatnike sportskih klubova obzirom da pojedine metode zahtijevaju visoku razinu stručnog znanja ali i financijske izdatke kluba. Stoga su u ovom radu primjenjivane varijable praćenja opterećenja putem metode subjektivnog praćenja opterećenja koja predstavlja jednostavnu, besplatnu i efektivnu metodu praćenja opterećenja. Prethodna rečenica može se potvrditi njenom visokom korelacijom sa frekvencijom srca, krvnim parametrima te razinom koncentracije laktata u krvi (Foster i sur., 2001). Osim toga, korelacija i povezanost sa eksternim parametrima opterećenja pokazuju da subjektivna procjena opterećenja može biti

jako dobar alat za procjenu ukupnog trenažnog opterećenja kod nogometaša mlađih dobnih kategorija (Marynovicz i sur., 2020).

Osjećaj psihološkog i fiziološkog stresa također može imati utjecaj na kvalitetu treninga (Gallo i sur., 2016). Slično kao i metoda subjektivne procjene opterećenja skale trenutnog wellnessa sportaša mogu biti neinvazivne, jeftine i efektivne metode za dobivanje informacija i generalne spremnosti sportaša za trening i natjecanje (Gallo i sur., 2016, Thorpe i sur., 2016). Zaključno, problem ove doktorske disertacije očituje se u tome koliko dodatni pliometrijski trening može utjecati na parametre kondicijskih sposobnosti važnih za uspjeh u nogometu, te da li navedeni trening malog volumena ima utjecaja na interne doživljaje opterećenja mladih nogometaša.

6. CILJEVI I HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA

Primarni cilj ovog istraživanja

Utvrditi ima li dodatni pliometrijski trening realiziran tijekom natjecateljske nogometne sezone značajnije učinke na pokazatelje kondicijske pripremljenosti od standardnog nogometnog treninga bez dodatnog pliometrijskog treninga. Isto tako pokušati će se utvrditi ima li dodatni pliometrijski trening značajne promjene parametara internog subjektivnog trenažnog opterećenja (sRPE), te subjektivnog osjećaja psihološkog i fiziološkog stresa kod nogometaša (Wellness upitnik).

Sekundarni ciljevi ovog istraživanja:

1. Utvrditi ima li dodatni pliometrijski trening realiziran tijekom natjecateljske sezone značajnije učinke na promjene morfoloških obilježja (sastav tijela) nogometaša od standardnoga nogometnoga treninga.
2. Utvrditi ima li dodatni pliometrijski trening realiziran tijekom natjecateljske sezone značajnije učinke na promjene u aerobnoj funkcionalnoj sposobnosti nogometaša od standardnoga nogometnoga treninga.
3. Utvrditi ima li dodatni pliometrijski trening realiziran tijekom natjecateljske sezone značajnije učinke na promjene u motoričkim sposobnostima nogometaša od standardnoga nogometnoga treninga.
4. Analizirati da li će se subjektivni doživljaj treninga sa dodatnim pliometrijskim treningom značajno razlikovati u parametrima subjektivnog internog trenažnog opterećenja (sRPE), te subjektivnog osjećaja psihološkog i fiziološkog stresa kod nogometaša (Wellness upitnik).

Sukladno primarnim i sekundarnim ciljevima postavljaju se sljedeće hipoteze:

H1: Dodatnim pliometrijskim treningom tijekom natjecateljske sezone ostvariti će se značajnije promjene u pokazateljima kondicijske pripremljenosti od standardnog nogometnoga treninga na način da će se eksperimentalni model treninga provoditi bez značajne promjene parametara doživljaja subjektivnog internog trenažnog opterećenja te subjektivnog osjećaja psihološkog i fiziološkog stresa kod nogometaša.

H2: Dodatnim pliometrijskim treningom tijekom natjecateljske sezone neće se ostvariti statistički značajnije promjene u pokazateljima morfoloških obilježja (sastav tijela) od standardnog nogometnoga treninga

H3: Dodatnim pliometrijskim treningom tijekom natjecateljske sezone neće se ostvariti statistički značajnije promjene u pokazateljima aerobne funkcionalne sposobnosti od standardnog nogometnoga treninga.

H4: Dodatnim pliometrijskim treningom tijekom natjecateljske sezone ostvariti će se statistički značajnije promjene u pokazateljima motoričkih sposobnosti eksplozivne snage tipa sprinta i skoka, sposobnosti ponavljanja sprintova i promjenama smjera kretanja od standardnog nogometnoga treninga.

H5: Dodatni pliometrijski trening neće izazvati statistički značajne razlike između eksperimentalne i kontrolne grupe u subjektivnoj procjeni opterećenja.

H6: Dodatni pliometrijski trening neće izazvati statistički značajne razlike između eksperimentalne i kontrolne skupine u subjektivnoj procjeni psihološkog i fiziološkog stresa.

7. METODE ISTRAŽIVANJA

7.1. Ispitanici

Uzorak ispitanika činilo je 33 nogometaša juniorskog uzrasta koji nastupaju za nogometni klub Maksimir iz Zagreba u dobi od 17,3 ± 0,9 .Ispitanici ovog kluba tijekom eksperimentalnog postupka bili su sudionici 2. hrvatske nogometne lige središte u sezoni 2020/2021. godine. Sudionici istraživanja su randomizirano bili podijeljeni u dvije grupe: eksperimentalnu grupu, koja je provodila dodatni pliometrijski trening uz standardni nogometni trening (visine tijela: 180,52 ± 6,86, težine tijela: 69,8,0 ± 7,2 te postotka potkožnog masnog tkiva: 10,5 ± 0,9) i kontrolnu skupinu koja je tijekom eksperimentalnog postupka provodila standardni nogometni trening, bez dodatnog pliometrijskog treninga (visine tijela: 180,40 ± 4,88, težine tijela: 71,0 ± 7,9 te postotka potkožnog masnog tkiva: 10,6 ± 1,0). Prije eksperimentalnog postupka, tijekom intervjua, ispitanici su dobili jasne informacije da za vrijeme eksperimentalnog postupka ne provode dodatne nogometne niti kondicijske treninge. Također, osim upoznavanja sa ciljem istraživanja i sa potencijalnim rizicima svoj pristanak su potvrdili potpisom na Izjavu o suglasnosti sudjelovanja u eksperimentu. Povjerenstvo za etiku i znanstveni rad Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu odobrilo je istraživanje koje je provedeno u skladu s etičkim načelima struke i znanosti.

7.2.Mjerni instrumenti i varijable

7.2.1. Mjerni instrumenti za procjenu morfoloških karakteristika

S ciljem definiranja morfološkog statusa ispitanika izmjerene su varijable longitudinalne dimenzionalnosti skeleta i voluminoznosti i mase tijela:

- visina tijela (cm)
- težina (masa) tijela (kg)

Stojeća visina tijela (cm) mjerene su pomoću prenosivog antropometra (Seca 216; seca gmbh, Hamburg, Njemačka). Izračun visine tijela iz stojećeg položaja mjerio se od plastičnog platoa antropometra do najviše točke lubanje, dok je glava ispitanika bila u položaju „Frankfurtske horizontale“. Navedenu poziciju definira ravnina koja je određena gornjim rubom vanjskog slušnog hodnika i na donjem rubu očne šupljine. Ispitanici su bosih nogu pristupili na antropometar te u spetnom stavu stali leđima okrenuti prema centimetarskom

visinomjeru, također se od ispitanika zahtijevalo da je težina tijela ravnomjerno raspoređena na oba stopala. Nakon ispitanikova udaha mjeritelj je spuštao vrh visinomjera na verteks glave te se očitavao rezultat. Procedura mjerenja visine tijela izvodila se dva puta, te se u analizi rezultata i statističkoj obradi koristila prosječna vrijednost dva mjerenja.

Težina (masa) tijela (kg) mjerena je pomoću prenosive podne digitalne vage (Seca 877; seca gmbh, Hamburg, Njemačka). Ispitanici su tijekom mjerenja mase tijela sa minimalnom količinom odjeće i bosi stali na vagu sa ravnomjerno raspoređenom masom tijela na oba stopala. Mjeritelj je prije postavljanja ispitanikovih stopala na podnu vagu provjerio i očitao 0,0 kilograma na mjernoj skali. Procedura mjerenja mase tijela izvodila se dva puta, te se prilikom analize rezultata i statističkoj obradi koristila prosječna vrijednost dva mjerenja.

S ciljem procjene potkožnog masnog tkiva izmjereno je devet kožnih nabora:

- kožni nabor nadlaktice (mm)
- kožni nabor leđa (mm)
- kožni nabor prsa (mm)
- kožni nabor trbuha 1. (mm)
- nabor suprailiokristalno (mm)
- kožni nabor natkoljenice (mm)
- kožni nabor potkoljenice (mm)
- kožni nabor bicepsa (mm)
- aksilarni kožni nabor (mm)

Izračunavanje postotka potkožnog masnog tkiva određen je jednadžbom po Siriju, dok je gustoća tijela izračunata preko devet kožnih nabora.

7.2.2. Mjerni instrumenti za procjenu motoričkih sposobnosti

Procjena motoričkih sposobnosti ispitanika realizirana je skupom od 5 testova, u kojima je procijenjena eksplozivna jakost tipa sprinta, dva testa procjene eksplozivne jakosti tipa skoka, agilnosti te sposobnosti ponavljanja sprintova.

Mjerni instrumenti za procjenu eksplozivne jakosti tipa sprinta

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

- 5 metara
- 10 metara
- 25 metara

Testovi za procjenu eksplozivne jakosti tipa sprinta mjereni su na glavnom terenu nogometnog kluba Maksimir. Testiranje se odvijalo na podlozi od umjetne trave. 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 početak mjerenja vremena bio je definiran prelaskom noge kroz prvu fotoćeliju. Na ukupnoj dionici sprinta od 25 metara ispitaniku su izmjerena prolazna vremena na 5 i 10 metara. Svi ispitanici su test za eksplozivnu jakost tipa sprinta izveli tri puta sa pasivnom pauzom između pojedinog sprinta u trajanju od dvije minute. U analizu rezultata uključene su prosječne vrijednosti dobivene iz tri rezultata mjerenja.

Mjerni instrumenti za procjenu eksplozivne jakosti tipa skoka

Za procjenu eksplozivne jakosti tipa skoka korišteni testovi bili su:

- skok iz čučnja (SJ) (cm)
- skok s pripremom (CMJ) (cm)

Testovi za eksplozivnu jakost tipa skoka također su provedeni na glavnom terenu nogometnog kluba Maksimir na tvrdoj podlozi. Za provedbu mjerenja korišten je OPTO JUMP Next Microgate sustav bilježeći trajanje faze leta te visine odraza za svaki skok. Skok iz čučnja

uključivao je početnu poziciju polučučnja sa rukama na kukovima te je bez prethodnog znaka ispitanik proizvoljno izveo samo koncentričnu fazu skoka. Skok s pripremom uključivao je ispitanikovo brzo spuštanje u pripremnu poziciju polučučnja s rukama na kukovima te prelazak u koncentričnu fazu skoka. Kod oba testa doskok se izvodio u poziciju blage fleksije koljena. Testovi za eksplozivnu jakost tipa skoka ponavljala su se tri puta te se za analizu rezultata koristila prosječna vrijednost tri mjerenja.

Mjerni instrument za procjenu agilnosti

Za procjenu sposobnosti agilnosti korišteni test bio je:

- Test 20 jardi

Testiranje za procjenu agilnosti provedeno je na glavnom terenu nogometnog kluba Maksimir. Podloga za vrijeme izvedbe testa bila je umjetna trava. Na podlozi su obilježene dvije paralelne linije duljine jedan metar te međusobne udaljenosti 10 jardi (9,14 m). Između navedenih linija postavljena je središnja linija koja je ujedno bila i startna pozicija za izvedbu testa za svakog ispitanika. Ispitanik je stajao paralelno sa središnjom linijom u prirodnoj poziciji s blago savijenim koljenima te stopalima usmjerenim prema naprijed, a tijelom postavljenim okomito na paralelnu liniju. Na proizvoljni znak ispitanik se okrenuo prema jednoj od bočnih linija te krenuo u sprint. Nakon doticanja ili nogom ili rukom jedne bočne linije, okreće se za 180 stupnjeva te kreće u sprint prema drugoj bočnoj liniji koju je morao savladati kao i prethodnu. Tehniku okreta za 180 stupnjeva i njegov smjer ispitanici su izabrali sami. Test se završava nakon što ispitanik prođe središnju liniju. Rezultat testa predstavlja vrijeme koje je potrebno da ispitanik u maksimalnoj brzini kretanja savlada dionicu od 20 jardi sa uključenim promjenama smjera kretanja od 180 stupnjeva. Izvođenje testa mjerilo se pomoću telemetrijskog sustava foto ćelija Witty Gate, Microgate. Jedan par ćelija nalazio se na startnoj poziciji odnosno središnjoj liniji. Test se izvodio tri puta, sa 3 minute pauze između pojedinog ponavljanja, a u analizu rezultata uključena je prosječna vrijednost dobivena iz tri mjerenja.

Mjerni instrument za procjenu sposobnosti ponavljanja sprintova

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

- Sposobnost ponavljanja pravocrtnih sprintova (RSA):
  6 x 25 m; 25 s, ovo testiranje uključuje izvedu 6 maksimalnih sprintova duljine 25 metara sa ponovnim startom svakih 25 sekundi.

U testu su mjerene varijable:

- najbolji sprint (RSAnaj) (s)
- prosjek svih sprintova (RSApro) (s)
- postotak opadanja sprinterskih sposobnosti tijekom testa (RSA%dec) (%) koji se izračunavao putem jednadžbe (Buchheit i sur. 2010):

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

Test za procjenu sposobnosti ponavljanja sprintova realiziran je na glavnom terenu nogometnog kluba Maksimir na podlozi od umjetne trave. 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 bio reproduciran putem zvučnika spojenog na prijenosno računalo. Mjerenje ukupnog vremena pojedinog sprinta zabilježen je putem telemetrijskog sustava foto ćelija Wittty Gate, Microgate. Ispitanik je nakon zvučnog signala krenuo u izvedbu maksimalnog sprinta na dionici od 25 metara. Početak mjerenja određen je prelaskom noge kroz prvu foto stanicu, odnosno početnu liniju, a završetak kroz zadnju foto stanicu, odnosno ciljnu liniju. Ispitanik je nakon realizacije jednog maksimalnog sprinta unutar 25 sekundi pauze hodajući vraćao na izvedbu ponovnog sprinta, te je morao ukupno realizirati šest sprintova sa definiranom pauzom od 25 sekundi.

7.2.3. Mjerni instrumenti i varijable za procjenu funkcionalnih sposobnosti

Za procjenu funkcionalnih sposobnosti korišten je test:

- 30-15 intermittent fitness test (Buchheit, 2010)

U testu je mjerena varijabla:

- Brzina trčanja na 30-15 intermittent fitness testu (VIFT) (Buchheit, 2010)

Test za procjenu funkcionalnih sposobnosti realiziran je na glavnom terenu nogometnog kluba Maksimir na podlozi od umjetne trave. Prije realizacije testiranja definirani su koridori testa sa koridorom A, koridorom B ili središnjim koridorom udaljenim 20 metara od koridora A, dok je koridor C bio udaljen 40 m od koridora A. Svaki koridor je predstavljao zonu veličine 3 metra. 30 -15 intermittent fitness test sastojao se od 30 sekundi kontinuiranog kretanja koja su bila isprepletena s intervalima pasivnog oporavka u trajanju od 15 sekundi odmora. Zvučni signali intervala rada i odmora prethodno su snimljeni na prijenosno računalo te su ispitaniku pušteni putem zvučnika. Od ispitanika se zahtijevalo da trče naprijed između dvije linije udaljene 40 metara tempom zadanim od strane zabilježenog zvučnog signala. Ovaj zvučni signal je omogućavao ispitaniku da prilagodi brzinu kako bi na vrijeme bio u zadanom koridoru od 3 metra. Tijekom perioda oporavaka od 15 sekundi, ispitanik se kretao u frontalnom smjeru prema najbližem sljedećem koridoru ovisno o prijašnjem startu. Taj koridor je predstavljao početak sljedećeg starta. Ispitanici su morali izdržati što je više moguće razina, a završetak testa definiran je kada ispitanik nije bio u stanju pratiti i održavati brzinu te tri puta nije stigao u koridor veličine 3 metra. Brzina posljednje ostvarene razine predstavljala je ispitanikovu brzinu trčanja na 30:15 intermittent fitness testu (VIFT) (Buchheit, 2010). Početna brzina u testu iznosi trčanje na 8 km/h za prvih 30 sekundi, te se brzina povećavala za 0,5 km/h svakih 30 sekundi. Povećanje brzine kretanja određeno je smanjivanjem trajanja vremena između zvučnih signala.

7.3. Opis postupka mjerenja

Eksperimentalni program ovog istraživanja ukupno je trajao 8 tjedana gdje je inicijalno i finalno testiranje realizirano u prvom i osmom tjednu (Tablica 8). Ispitanici su izborom glavnog trenera zbog lakše organizacije prije inicijalnog mjerenja bili podijeljeni u dvije grupe.

Tablica 8. Eksperimentalni program rada

1.tjedan	**2.-7. tjedan**	**8.tjedan**
Inicijalno testiranje	**Eksperimentalni postupak**	**Finalno testiranje**
Intervjui Morfološke karakteristike Motoričke sposobnosti Funkcionalne sposobnosti	24 treninga po 15 minuta	Morfološke karakteristike Motoričke sposobnosti Funkcionalne sposobnosti

Inicijalno i finalno testiranje provedeno je u okviru jednog tjedna te zbog organizacije ispitanika i broja testova oblikovane su tri skupine testova (Tablica 9).

Tablica 9. Prikaz grupa testova

Prva grupa testova	**Druga grupa testova**	**Treća grupa testova**
Morfološke karakteristike • Visina tijela • Težina tijela • Kožni nabori	Motoričke sposobnosti • Eksplozivna snaga tipa skoka • Eksplozivna snaga tipa sprinta • Sposobnost promjena smjera kretanja • Sposobnost ponavljanja sprintova	Funkcionalne sposobnosti • 30-15 IFT test

Ispitanici su nakon što su podijeljeni u dvije grupe te su odrađivali inicijalno testiranje prema zadanom rasporedu prikazanom u tablici 10.

Tablica 10. Prikaz rasporeda inicijalnog testiranja

GRUPE	PONEDJELJAK	UTORAK	SRIJEDA
grupa 1	17:00 - 18.30 Morfološke karakteristike	16:00 – 18:00 Motoričke sposobnosti	17:00 - 18.30 Funkcionalne sposobnosti
grupa 2	18:30 – 20:00 Morfološke karakteristike	18:00 – 20:00 Motoričke sposobnosti	17:00 - 18.30 Funkcionalne sposobnosti

Prije provedbe testiranja motoričkih i funkcionalnih sposobnosti grupe su izvodile standardno zagrijavanje sa kondicijskim trenerom iz kluba. Sve vježbe zagrijavanja izvodile su se u frontalnom obliku rada.

- Podizanje radne temperature: Niskointenzivni nogometni poligon u trajanju od 5 minuta
- Miofascijalno opuštanje s pjenastim valjcima: valjanje lista, stražnje strane natkoljenice, mišića gluteusa, prednje strane natkoljenice i unutarnje strane natkoljenice. Svaki dio tijela po 20-30 sekundi.
- Dinamičko istezanje: Naizmjenično prednoženje iz skipa, naizmjenično odnoženje iz skipa, naizmjenično povlačenje koljena na prsa, istezanje mišića prednje strane natkoljenice sa titranjima, istezanje stražnje strane potkoljenice sa titranjima, naizmjenična promjena strana u širokom raskoračnom stavu. Svaku vježbu ispitanici su izvodili kroz 10 - 12 ponavljanja
- Aktivacija: izdržaj na podlakticama (2 x 30 sekundi), čučanj bez vanjskog opterećenja (1 x 8 ponavljanja), iskorak bez vanjskog opterećenja (1 x 5 +5 ponavljanja), sklek (1 x 10 ponavljanja), jednoručno vučenje u parovima (1 x 10 + 10 ponavljanja)
- Pet progresivnih ubrzanja na 30 metara sa 1 minutom pasivne pauze.

7.4. Eksperimentalni postupak

Eksperimentalni program treninga proveden je tijekom proljetnog natjecateljskog dijela sezone 2020/2021. Nakon provedenog inicijalnog testiranja ispitanici su slučajnim odabirom raspoređeni u dvije skupine: kontrolnu i eksperimentalnu. Obje grupe formirane su izvlačenjem papirića sa imenima i prezimenima ispitanika. Ukupni broj ispitanika na početku mjerenja bio je 34. Jedan ispitanik iz kontrolne skupine nije završio eksperimentalni postupak iz razloga što je napustio klub. te je istraživanje kompletirano sa 33 ispitanika. Eksperimentalnu skupinu činilo je 17 ispitanika, dok je kontrolnu skupinu činilo 16 ispitanika. Ispitanici iz obje skupine tijekom eksperimentalnog postupka nisu pohađali nikakav oblik dodatnog rada usmjerenog prema tehničko-taktičkoj pripremi ili kondicijskoj pripremi. Intervjui s igračima prije inicijalnog testiranja uključivali su pitanja o trenažnoj povijesti u odnosu na pliometrijski trening, tijekom razgovora primijećeno je da su ispitanici eksperimentalne i kontrolne skupine bili upoznati s navedenom tehnologijom treninga, te su kroz cijelu sezonu u odnosu na plan i program upražnjavali vježbe skokova.

Tijekom eksperimentalnog tretmana u trajanju od 6 tjedana realizirano je 30 tehničko taktička treninga, 7 utakmica te 5 slobodnih dana. Sumarni parametri cijelog eksperimentalnog tretmana po tjednima prikazani su u tablici 10.

Tablica 10. Sumarni parametri eksperimentalnog postupka

TJEDAN	BROJ TE/TA TRENINGA	BROJ SLOBODNIH DANA	BROJ UTAKMICA
1.	5	0	2
2.	5	0	2
3.	5	1	1
4.	5	1	1
5.	5	1	1
6.	5	2	0
UKUPNO	30 treninga	5 dana	7 utakmica

Eksperimentalni program treninga uključivao je s eksperimentalnom grupom četiri dodatna pliometrijska treninga tjedno (Tablice 11.-16.) prije nogometnog treninga u trajanju

od 15 minuta kroz šest tjedana. Ispitanici eksperimentalne skupine dolazili su na nogometni teren 20 minuta prije početka treninga te provodili 3-5 minuta zagrijavanja te 15 minuta dodatnog pliometrijskog treninga. Zagrijavanje za program sadržavalo je nisko intenzivno kontinuirano trčanje te vježbe dinamičkog istezanja. Tijekom svih 6 tjedan eksperimentalnog postupka zagrijavanje za eksperimentalnu skupinu prije izvedbe dodatnog pliometrijskog treninga izgledalo je:

- Kontinuirano trčanje po širini terena 2 minute
- Prednoženje iz skipa u kretanju 1x6+6 ponavljanja svaka noga
- Zanoženje iz skipa u kretanju 1x6+6 ponavljanja svaka noga
- Naizmjenično prebacivanje težine s jedne na drugu nogu u širokom raskoračnom stavu 1x6+6 ponavljanja
- Naizmjenična fleksija u zglobu koljena s povlačenjem noge 1x4+4 ponavljanja svaka noga
- Naizmjenično peta do podloge u uporu na pruženim rukama 1x5+5 ponavljanja svaka noga

Pliometrijski trening sadržavao je skokove bilateralnog i unilateralnog karaktera sa vertikalnim, horizontalnim i lateralnim smjerom. Važno je napomenuti da je progresivnost u intenzitetu eksperimentalnog programa dizajnirana na način da su se kompleksnost sadržaja, visina skokova te broja ponavljanja i serija povećavali iz tjedna u tjedan poštujući metodičke principe treninga i progresivnosti. Sumarni parametri dodatnog pliometrijskog treninga prikazani su u tablici 17. Kontrolna skupina je kroz 6 tjedana izvodila samo standardni nogometni trening bez dodatnog pliometrijskog treninga koji je bio usmjeren na razvoj specifične kondicijske pripremljenosti i usavršavanju tehničko-taktičkih znanja nogometaša.

Isto tako eksperimentalni postupak uključivao je praćenje subjektivnog osjećaja opterećenja (sRPE) na kraju treninga. Ispitanici eksperimentalne i kontrolne skupine su 30 minuta nakon treninga ocjenjivali subjektivni osjećaj opterećenja treninga na skali od 1-10 (Foster i sur. 2001.). Ispitanici su bili upoznati s evaluacijom osjećaja opterećenja treninga obzirom da su kroz kompletnu sezonu na već navedeni način kondicijskom treneru u klubu ocjenjivali svoje subjektivno stanje.

Osim internog subjektivnog praćenja opterećenja, ispitanici su svako jutro putem mobilne poruke ocjenjivali trenutni doživljaj psihološkog i fiziološkog stresa. Za ovu potrebu

korišten je wellness upitnik za procjenu fiziološkog i psihološkog stresa (Hopper, 1995.) u kojemu su ispitanici ocjenjivali varijable kvalitete sna, umora, mišićnog zamora, stresa i zadovoljstva na Likertovoj skali od 1-5 s mogućnošću ocjenjivanja za vrijednost 0,5 (Tablica 7). Ocjene pojedine varijable ispitanici eksperimentalne i kontrolne skupine slali su putem mobilne poruke kondicijskom treneru zaposlenom u klubu svako jutro nakon buđenja koje su označavale odgovor za prethodni dan. Ukupno trenutno stanje definiralo se zbrajanjem rezultata svih pet pitanja. Važno je napomenuti da su markeri trenutnog stanja sportaša putem wellness upitnika praćeni kroz cijelu sezonu, te su ispitanici bili upoznati s procedurom i načinom ocjenjivanja.

Tablica 17. Sumarni parametri dodatnog pliometrijskog treninga

TJEDAN	**BROJ VJEŽBI**	**BROJ SERIJA**	**KOMPLEKSNOST SADRŽAJA**	**BROJ SKOKOVA**
1.	12	34	niska	240
2.	12	31	niska	223
3.	12	25	srednja	218
4.	12	32	srednja	278
5.	12	31	visoka	258
6.	12	33	visoka	298
UKUPNO	**72**	**186**	/	**1.515**

7.5.Metode analize podataka

Za obradu rezultata varijabli prostora morfoloških karakteristika, motoričkih sposobnosti, funkcionalnih sposobnosti te varijabli subjektivnog doživljaja opterećenja ispitanika korišten je program STATISTICA for Windows version 10.0 (StatSoft, Inc., Tulsa OK). Za sve mjerene parametre izračunata je deskriptivna statistika sa aritmetičkom sredinom i standardnom devijacijom. Normalnost distribucija testirana je Kolmogorov Smirnovljevim testom. Za varijable čija je distribucija odstupala od normalne korišteni su neparametrijski testovi statističke obrade (Friedmann ANOVA test te Mann Whitney U Test).

Analiza za varijable u kojima je utvrđena normalnost distribucija korištena je analiza varijance za ponovljena mjerenja (2x2 ANOVA) kojom se utvrđivala analiza razlika između grupa nakon eksperimentalnog programa. Statistička značajnost razlika u svim metodama obrade podataka bila je postavljena na razini od $p < 0,05$.

8. REZULTATI

8.1. Učinci dodatnoga pliometrijskoga treninga na morfološke karakteristike

Kolmogorov-Smirnovljevim testom utvrđeno je da nijedna varijabla pokazatelja morfoloških karakteristika ispitanika ne odstupa od normalne distribucije (Tablica 18).

Tablica 18. Kolmogorov-Smirnovljev test normalnosti distribucije

Varijable	Max D	K-S p	Kritična vrijednost
VT (cm)	0,071	p > .20	0,233
ATT (kg)	0,078	p > .20	0,233
%PMT	0,129	p > .20	0,233

Legenda: VT- visina tijela, ATT- tjelesna težina, %PMT – postotak potkožnog masnog tkiva

Analiza razlika između inicijalnog i finalnog mjerenja za svaku grupu pojedinačno provedena je univarijatnom analizom varijance za ponovljena mjerenja. Rezultati analize pokazali su da je u kontrolnoj skupini nakon 6 tjedana eksperimentalnog postupka postotak potkožnog masnog tkiva značajno opao za 1,8 % (tablica 19).

Tablica 19. Analiza razlika između grupa nakon provedenog tretmana

Varijabla	Kontrolna skupina		Eksperimentalna skupina		Interakcija Vrijeme x skupina	
	Inicijalno	Finalno	Inicijalno	Finalno		
	AS ± SD	AS ± SD	AS ± SD	AS ± SD	F	p
VT (cm)	180,40 ± 4,88	180,38 ± 4,89	180,52 ± 6,86	180,50 ± 6,87	0,03	0,856
ATT (kg)	71,0 ± 7,9	70,8 ± 7,9	69,8 ± 7,2	69,7 ± 7,1	0,024	0,876
%PMT (%)	10,6 ± 1,0	10,4 ± 0,9	10,5 ± 0,9	10,5 ± 0,8	6,322	0,017

Legenda: VT- visina tijela, ATT- tjelesna težina, %PMT – postotak potkožnog masnog tkiva

8.2. Učinci dodatnoga pliometrijskoga treninga na motoričke sposobnosti

Kolmogorov-Smirnovljevim testom utvrđeno je da jedna varijabla u inicijalnom mjerenju odstupa od normalne distribucije stoga će se za tu varijablu koristiti neparametrijska statistička obrada (Tablica 20).

Tablica 20. Kolmogorov-Smirnovljev test normalnosti distribucije

Varijable	Max D	K-S p	Kritična vrijednost
SP5m	0,103	p > .20	0,233
SP10m	0,130	p > .20	0,233
SP25m	0,118	p > .20	0,233
CMJ	0,115	p > .20	0,233
SJ	0,172	p > .20	0,233
20YD	0,211	p <.10	0,233
RSApro	0,142	p > .20	0,233
RSAnaj	0,123	p > .20	0,233
RSA%Sdec	0,101	p > .20	0,233

Legenda: SP5m – sprint 5 metara, SP10m – sprint 10 m, SP25M – sprint 25 metara, CMJ – skok s prethodnom pripremom, SJ – skok iz čučnja, 20YD – 20 jardi, RSApro – prosjek sprintova u testu ponavljanih sprintova, RSAnaj – najbolji sprint u testu ponavljanih sprintova, RSA%Sdec – postotak opadanja sprinta pri testu ponavljanih sprintova.

8.2.1. Učinci dodatnoga pliometrijskoga treninga na eksplozivnu jakost tipa sprinta

Rezultati univarijatne analize za ponovljena mjerenja pokazali su da nema značajne razlike u interakciji grupa i vremena u varijablama sprint na 5 metara, 10 metara i 25 metara nakon provedbe eksperimentalnog programa pliometrijskog treninga (tablica 21).

Tablica 21. Rezultati univarijatne analize varijance za ponovljena mjerenja

Varijabla	Kontrolna skupina		Eksperimentalna skupina		Vrijeme x Grupa		
	Inicijalno	Finalno	Inicijalno	Finalno			
	AS ± SD	AS ± SD	AS ± SD	AS ± SD	F	p	Parcijalni η^2
SP5m (s)	1,12 ± 0,80	1,11 ± 0,07	1,13 ± 0,06	1,11 ± 0,05	0,654	0,424	0,020
SP10m (s)	1,87 ± 0,10	1,83 ± 0,10	1,87 ± 0,07	1,82 ± 0,07	0,007	0,945	0,032
SP25m (s)	3,81 ± 0,17	3,75 ± 0,17	3,79 ± 0,14	3,74 ± 0,13	0,003	0,962	0,041

Legenda: SP5m – sprint 5 metara, SP10m – sprint 10 m, SP25M – sprint 25 metara

Značajna razlika između grupa u interakciji s vremenom nakon tretmana nije zabilježena, no rezultati su pokazali da postoji značajna razlika u eksperimentalnoj grupi između inicijalnog i finalnog mjerenja (tablica 22).

Tablica 22. Razlike između inicijalnog i finalnog mjerenju u eksperimentalnoj grupi

Varijabla	Eksperimentalna skupina		Vrijeme		
	Inicijalno	Finalno			
	AS ± SD	AS ± SD	F	p	Parcijalni η^2
SP5m (s)	1,13 ± 0,06	1,11 ± 0,05	14,23	0,001	0,470
SP10m (s)	1,87 ± 0,07	1,82 ± 0,07	46,23	<0,001	0,742
SP25m (s)	3,79 ± 0,14	3,74 ± 0,13	26,78	<0,001	0,626

Legenda: SP5m – sprint 5 metara, SP10m – sprint 10 m, SP25M – sprint 25 metara

Isto tako, primijećena je značajna razlika u rezultatima u kontrolnoj grupi između inicijalnog i finalnog testiranja (Tablica 23).

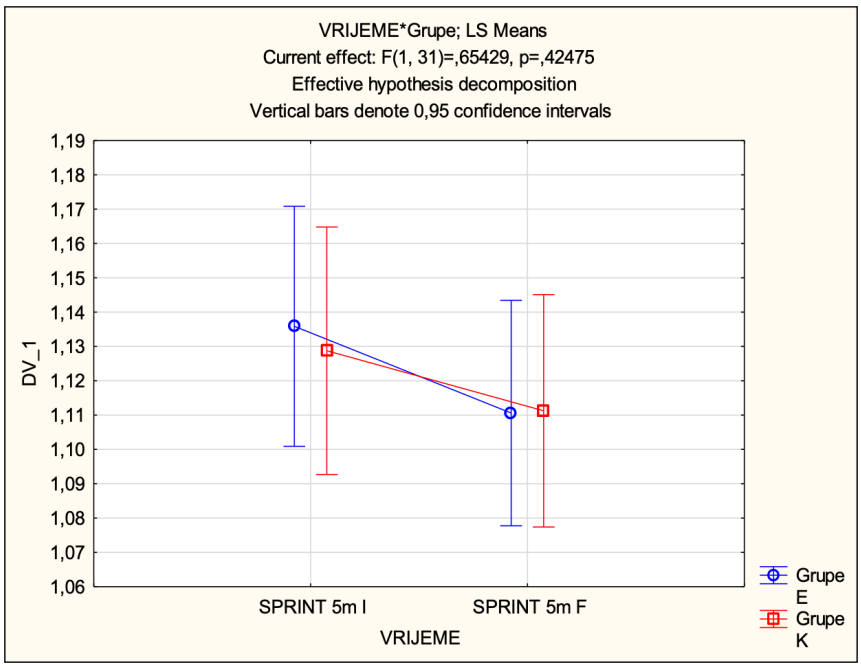
Tablica 23. Razlike između inicijalnog i finalnog mjerenja u kontrolnoj grupi

Varijabla	Kontrolna skupina		Vrijeme		
	Inicijalno	Finalno			
	AS ± SD	AS ± SD	F	p	Parcijalni η^2
SP5m (s)	1,12 ± 0,80	1,11 ± 0,07	6,39	0,023	0,296
SP10m (s)	1,87 ± 0,10	1,83 ± 0,10	25,28	<0,001	0,627
SP25m (s)	3,81 ± 0,17	3,75 ± 0,17	8,78	<0,001	0,369

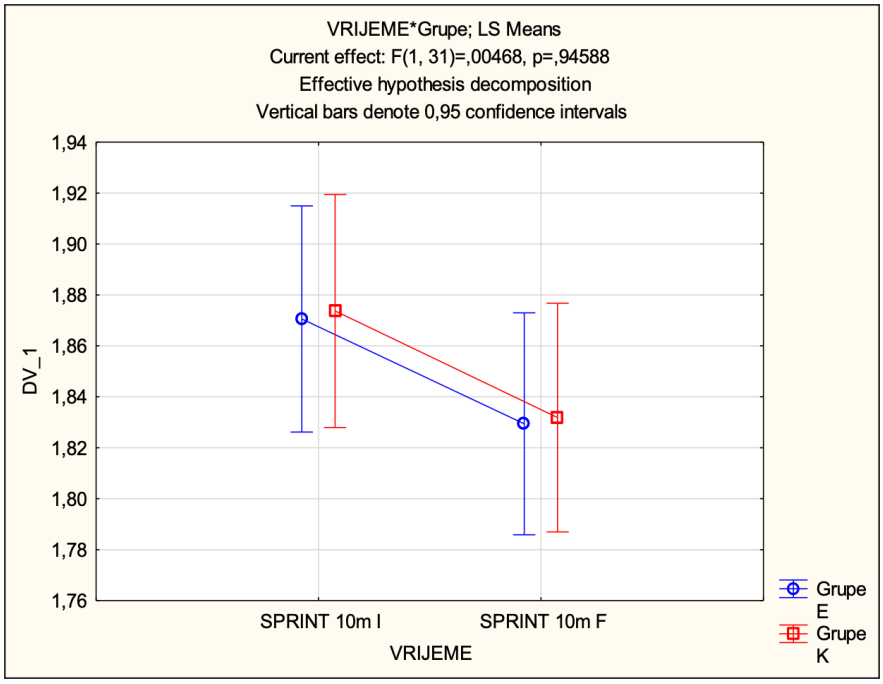
Legenda: SP5m – sprint 5 metara, SP10m – sprint 10 m, SP25M – sprint 25 metara

Rezultati analize pokazuju da su u eksperimentalnoj skupini nakon 6 tjedana intervencije rezultati u sprintu na 5 metara imali značajno poboljšanje za 1,8 % u sprintu na 10 metara 2,6 % dok u sprintu na 25 metara za 1,3%. Isto tako napredak kod kontrolne skupine bio je izražen za vrijednosti od 0,8 % u sprintu na 5 metara, u sprintu na 10 metara napredak je bio za 2,3 % dok u sprintu na 25 metara 1,5 % . Na grafikonu 1 prikazane su promjene u rezultatima sprinta na 5 metara, grafikon 2 prikazuje promjene u rezultatima sprinta na 10 metara, dok se na grafikonu 3 prikazuju rezultati sprinta na 25 metara. Promjene na svim navedenim varijablama bile su bez značajnosti.

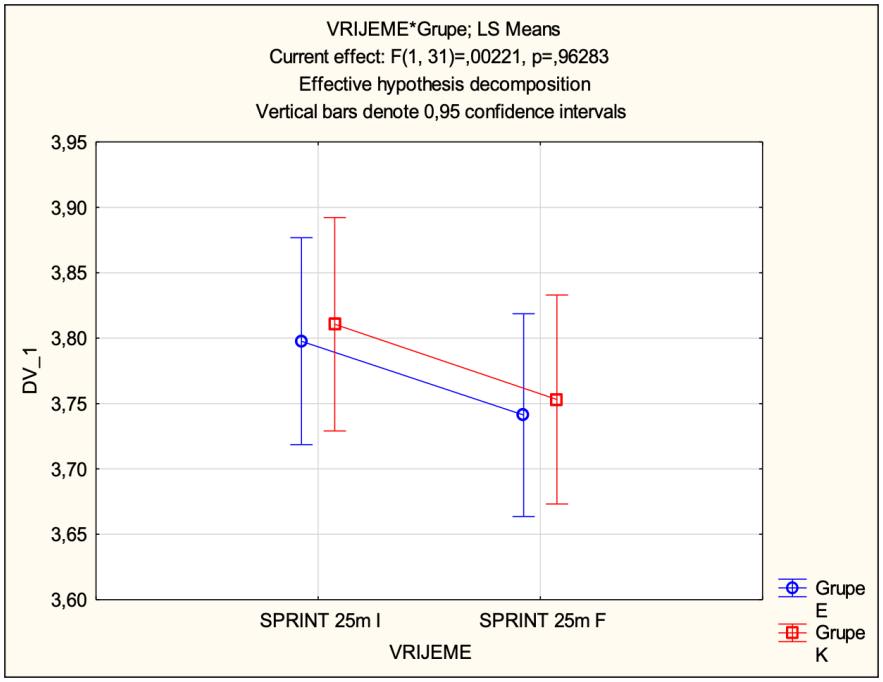
Grafikon 1. Promjene eksplozivne jakosti tipa sprinta na 5 metara



Grafikon 2. Promjene eksplozivne jakosti tipa sprinta na 10 metara



Grafikon 3. Promjene eksplozivne jakosti tipa sprinta na 25 metara



8.2.2. Učinci dodatnoga pliometrijskoga treninga na eksplozivnu jakost tipa skoka

Rezultati univarijatne analize za ponovljena mjerenja pokazali su da postoje sznačajne razlike u interakciji grupa i vremena u varijablama skok iz čučnja (SJ) i skok s prethodnom pripremom (CMJ) nakon provedbe eksperimentalnog programa. (tablica 24).

Tablica 24. Rezultati univarijatne analize za ponovljena mjerenja

Varijabla	Kontrolna skupina		Eksperimentalna skupina		Vrijeme x grupa		
	Inicijalno	Finalno	Inicijalno	Finalno			
	AS ± SD	AS ± SD	AS ± SD	AS ± SD	F	p	Parcijalni η^2
SJ (cm)	32,28 ± 4,40	32,42 ± 4,25	32,37 ± 4,89	35,42 ± 3,95	35,72	<0,001	0,984
CMJ (cm)	35,39 ± 5,35	35,51 ± 5,29	34,65 ± 4,31	37,61 ± 3,87	33,38	<0,001	0,790

Legenda: SJ- skok iz čučnja, CMJ- skok s prethodnom pripremom

Nakon tretmana zabilježena je značajna razlika između grupa u interakciji s vremenom te je rezultatima utvrđeno da postoji značajna razlika u eksperimentalnoj grupi između inicijalnog i finalnog mjerenja (tablica 25).

Tablica 25. Razlike između inicijalnog i finalnog mjerenju u eksperimentalnoj grupi

Varijabla	Eksperimentalna skupina		Vrijeme		
	Inicijalno	Finalno			
	AS ± SD	AS ± SD	F	p	Parcijalni η^2
SJ (cm)	32,37 ± 4,89	35,42 ± 3,95	52,14	<0,005	0,765
CMJ (cm)	34,65 ± 4,31	37,61 ± 3,87	141,97	<0,005	0,898

Legenda: SJ- skok iz čučnja, CMJ- skok s prethodnom pripremom

Isto tako, značajne razlike u rezultatima u kontrolnoj grupi između inicijalnog i finalnog testiranja nije bilo (Tablica 26).

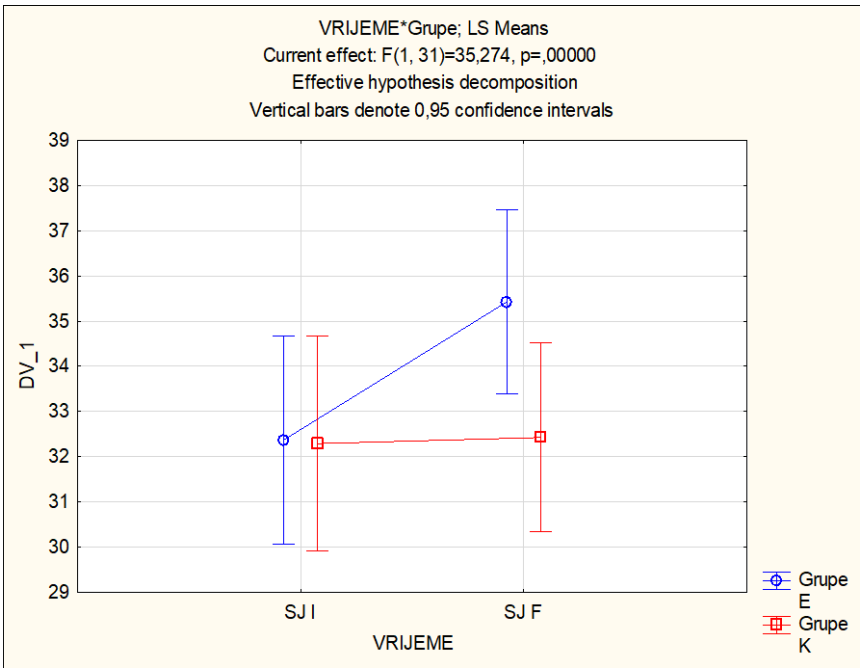
Tablica 26. Razlike između inicijalnog i finalnog mjerenja u kontrolnoj grupi

Varijabla	Kontrolna skupina		Vrijeme		
	Inicijalno	Finalno			
	AS ± SD	AS ± SD	F	p	Parcijalni η^2
SJ (cm)	32,28 ± 4,40	32,42 ± 4,25	0,348	0,563	0,022
CMJ (cm)	35,39 ± 5,35	35,51 ± 5,29	4,10	0,060	0,214

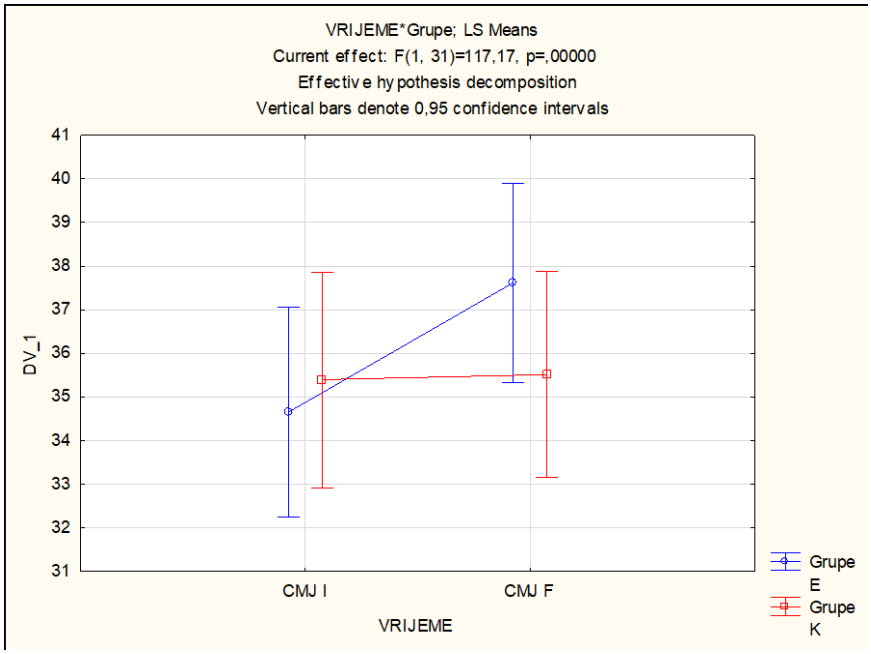
Legenda: SJ- skok iz čučnja, CMJ- skok s prethodnom pripremom

Značajna razlika nakon tretmana je zabilježena je u eksperimentalnoj skupini nakon provedenog pliometrijskog treninga za 8,5 % u testu skok iz čučnja i za 9,4 % u testu skok s prethodnom pripremom, značajne razlike u kontrolnoj skupini nije bilo. Na grafikonima 4 i 5 prikazane su značajne promjene u rezultatima eksplozivne jakosti tipa skoka na varijablama skok iz čučnja i skok s prethodnom pripremom nakon provedenog eksperimentalnog postupka.

Grafikon 4. Promjene eksplozivne jakosti tipa skoka u testu skok iz čučnja



Grafikon 5. Promjene eksplozivne jakosti tipa skoka u testu skok s prethodnom pripremom



8.2.3. Učinci dodatnoga pliometrijskoga treninga na agilnost

Obzirom da su rezultati varijable za procjenu sposobnosti promjena smjera kretanja odstupali od normalne distribucije analiza rezultata provodila se neparametrijskom statističkom obradom. Rezultati Friedmann testa ukazali su na postojanje statistički značajne razlike u rezultatima promjene smjera kretanja u interakciji s vremenom za obje skupine nakon provedenog eksperimentalnog postupka (Tablica 27).

Tablica 27. Analiza razlika između grupa nakon provedenog tretmana

Varijabla	Kontrolna skupina		Eksperimentalna skupina		
	Inicijalno	Finalno	Inicijalno	Finalno	p
	AS ± SD	AS ± SD	AS ± SD	AS ± SD	
20YD (s)	4,63 ± 0,33	4,55 ± 0,33	4,81 ± 0,14	4,70 ± 0,15	<0,001

Legenda: test 20 jardi

Statističkom obradom uvidjela se značajna razlika unutar grupa, stoga su se razlike u rezultatima inicijalnog i finalnog mjerenja za obje grupe izolirano promatrale (tablica 28).

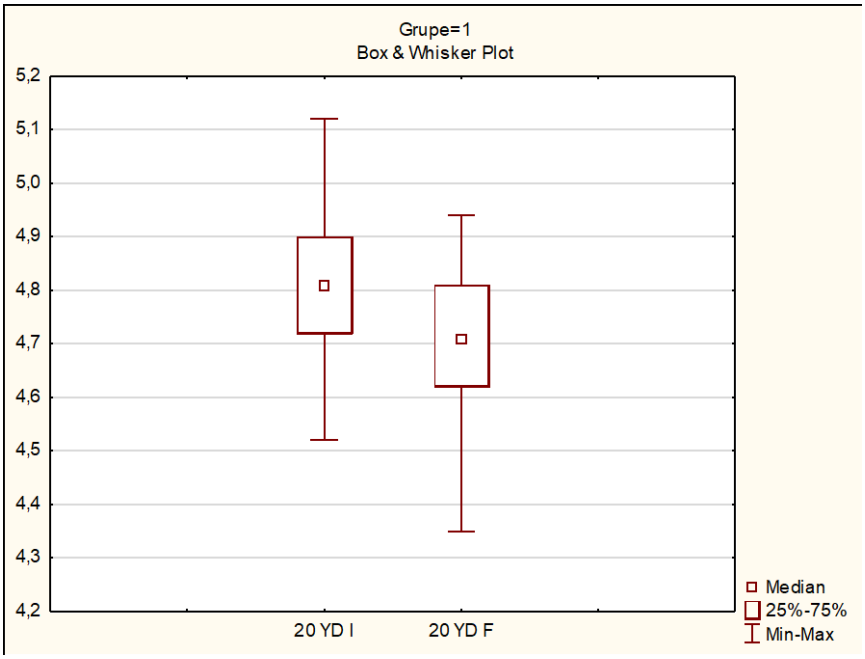
Tablica 28. Analiza razlika između inicijalnog i finalnog mjerenja u eksperimentalnoj i kontrolnoj grupi

Varijabla	Grupa	Kendall Coeff.	r	p
20 YD	Eksperimentalna	0,882	0,875	<0,001
	Kontrolna	0,875	0,866	<0,001

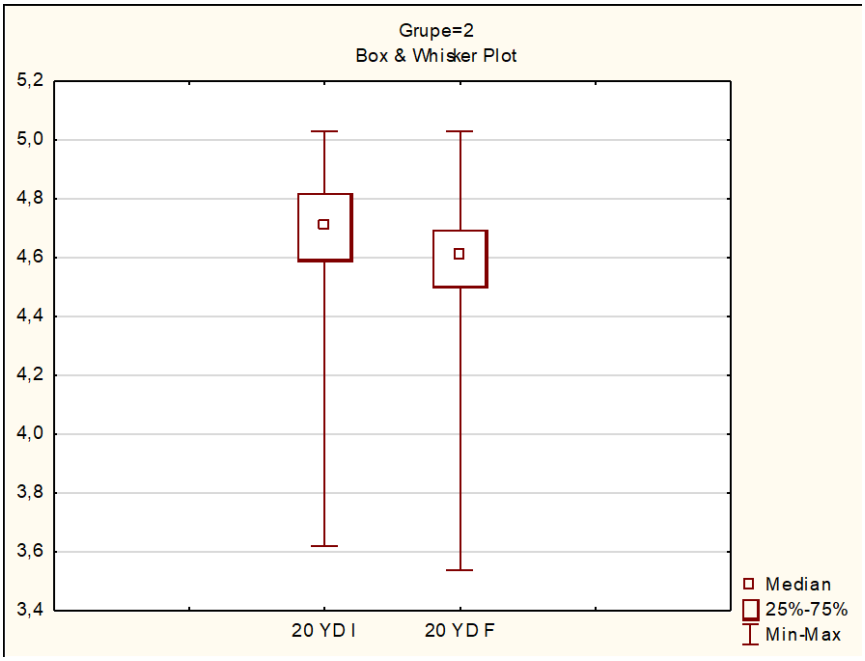
Legenda: 20YD – 20 jardi

Na grafikonima 6 i 7 prikazane su značajne promjene u rezultatima sposobnosti promjena smjera kretanja nakon eksperimentalnog postupka. Statistički značajna razlika nakon tretmana je zabilježena je u eksperimentalnoj skupini nakon provedenog pliometrijskog treninga za 2,2 % (grafikon 6) te u kontrolnoj skupini za 1,7 % (grafikon 7).

Grafikon 6. Promjene u rezultatima u eksperimentalnoj grupi u inicijalnom i finalnom testiranju



Grafikon 7. Promjene u rezultatima u kontrolnoj grupi u inicijalnom i finalnom testiranju



8.2.4. Učinci dodatnoga pliometrijskoga treninga na sposobnost ponavljanja sprintova

Rezultati univarijatne analize za ponovljena mjerenja pokazali su postojanje značajne razlike nakon provedenog tretmana u vremenu najboljeg sprinta, dok značajne razlike nije bilo u varijablama postotka opadanja sprintova i prosjeku sprintova u testu sposobnosti ponavljanja sprintova (Tablica 29).

Tablica 29. Rezultati univarijatne analize za ponovljena mjerenja

Varijabla	**Kontrolna skupina**		**Eksperimentalna skupina**		**Vrijeme x Grupa**		
	Inicijalno	**Finalno**	**Inicijalno**	**Finalno**			
	AS ± SD	AS ± SD	AS ± SD	AS ± SD	**F**	**p**	**Parcijalni η^2**
RSAnaj	3,83 ± 0,18	3,79 ± 0,18	3,82 ± 0,15	3, 72 ± 0,11	6,43	0,016	0,998
RSApro	3,97 ± 0,17	3,92 ± 0,15	3,94 ± 0,16	3,84 ± 0,11	2,95	0,095	0,086
RSA%Sdec	3,59 ± 0,96	3,59 ± 1,36	3,22 ± 1,28	3,26 ± 1,28	0,018	0,891	0,000

Legenda: RSAnaj - najbolji sprint u testu ponavljanih sprintova, RSApro – prosjek sprintova u testu ponavljanih sprintova, RSA%Sdec – postotak opadanja sprintova u testu ponavljanih sprintova

Nakon tretmana zabilježena je značajna razlika između grupa u interakciji s vremenom u varijabli RSAnaj, također rezultatima je utvrđeno da postoji značajna razlika u eksperimentalnoj grupi između inicijalnog i finalnog mjerenja u varijablama RSAnaj i RSApro (tablica 30).

Tablica 30. Razlike između inicijalnog i finalnog mjerenju u eksperimentalnoj grupi

Varijabla	**Eksperimentalna skupina**		**Vrijeme**		
	Inicijalno	**Finalno**			
	AS ± SD	AS ± SD	**F**	**p**	**Parcijalni η^2**
RSAnaj	3,82 ± 0,15	3, 72 ± 0,11	22,99	<0,001	0,589
RSApro	3,94 ± 0,16	3,84 ± 0,11	18,86	<0,001	0,540
RSA%Sdec	3,22 ± 1,28	3,26 ± 1,28	0,018	0,892	0,001

Legenda: RSAnaj - najbolji sprint u testu ponavljanih sprintova, RSApro – prosjek sprintova u testu ponavljanih sprintova, RSA%Sdec – postotak opadanja sprintova u testu ponavljanih sprintova

Isto tako, primijećena je značajna razlika u rezultatima u kontrolnoj grupi između inicijalnog i finalnog testiranja (Tablica 31).

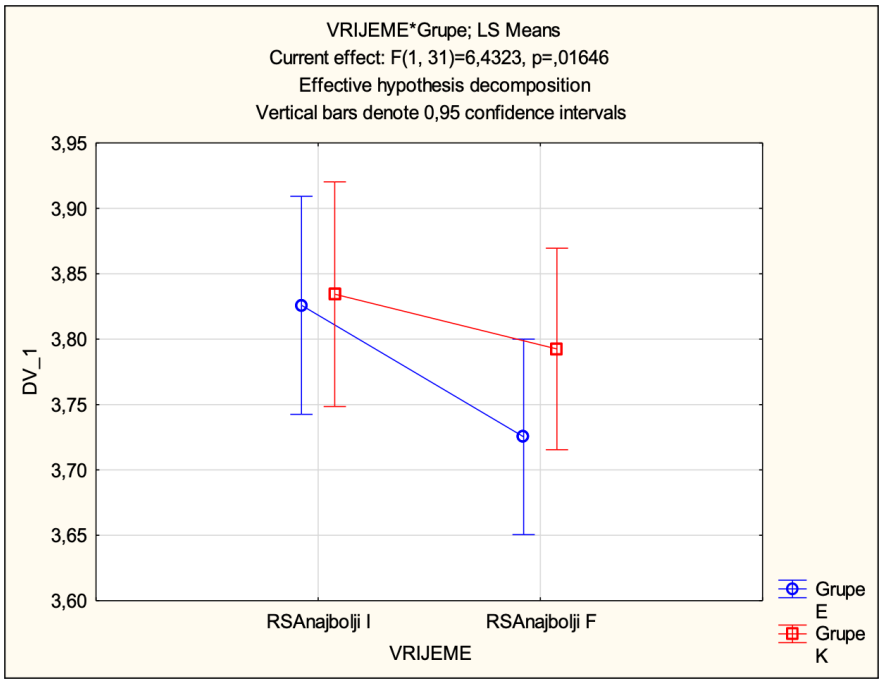
Tablica 31. Razlike između inicijalnog i finalnog mjerenja u kontrolnoj grupi

Varijabla	Kontrolna skupina		Vrijeme		
	Inicijalno	Finalno			
	AS ± SD	AS ± SD	F	p	Parcijalni η^2
RSAnaj	3,83 ± 0,18	3,79 ± 0,18	24,40	<0,001	0,619
RSApro	3,97 ± 0,17	3,92 ± 0,15	15,63	<0,001	0,510
RSA%Sdec	3,59 ± 0,96	3,59 ± 1,36	0,001	0,967	0,001

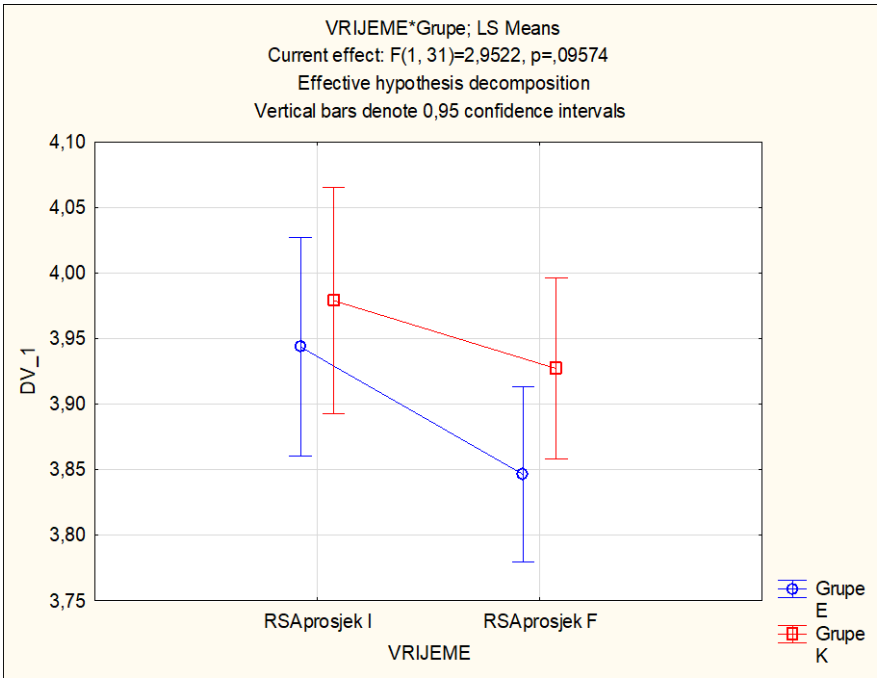
Legenda: RSAnaj - najbolji sprint u testu ponavljanih sprintova, RSApro – prosjek sprintova u testu ponavljanih sprintova, RSA%Sdec – postotak opadanja sprintova u testu ponavljanih sprintova

Značajna razlika nakon tretmana je zabilježena je u eksperimentalnoj skupini nakon provedenog pliometrijskog treninga za 2,6 % u varijabli najbolji sprint dok je u varijabli prosjek sprintova poboljšanje rezultata bilo na razini 2,5 %. Rezultati kontrolne skupine bili su na razini poboljšanja u varijabli najbolji sprint za 1,0 %, a u varijabli prosjek sprintova 1,2 %. Na grafikonu 7 prikazane su značajne promjene u sposobnosti ponavljanja sprintova u varijabli najbolji sprint, dok su na grafikonima 8 i 9 prikazane promjene u ostalim varijablama testa za sposobnost ponavljanja sprintova.

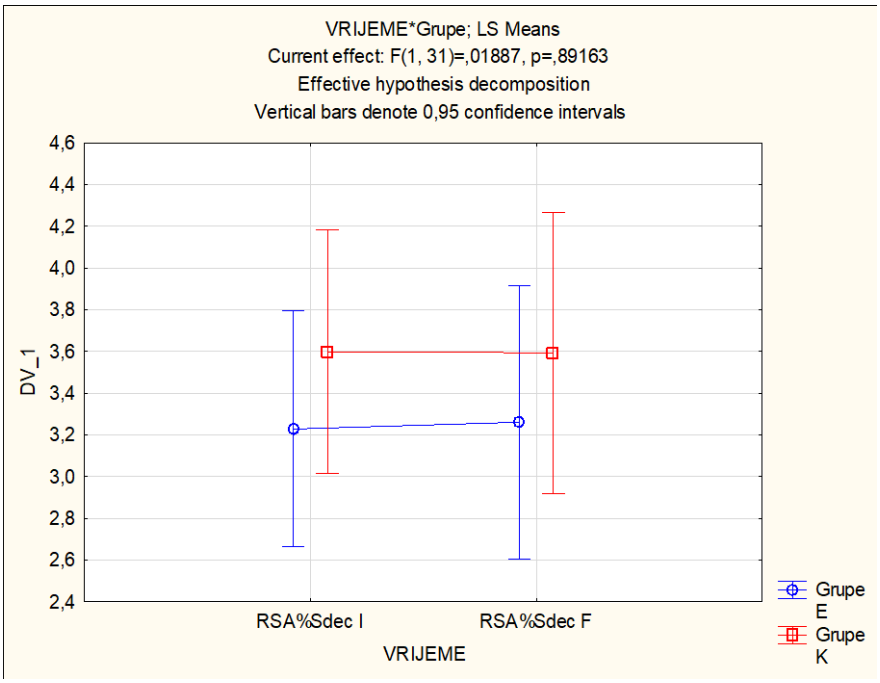
Grafikon 7. Promjene u varijabli najbolji sprint u testu sposobnosti ponavljanja sprintova



Grafikon 8. Promjene u varijabli prosjek sprintova u testu sposobnosti ponavljanja sprintova



Grafikon 9. Promjene u varijabli postotak opadanja sprintova u testu sposobnosti ponavljanja sprintova



8.3. Učinci dodatnoga pliometrijskoga treninga na funkcionalne sposobnosti

Kolmogorov-Smirnovljevim testom utvrđeno je da rezultati testa za procjenu funkcionalnih sposobnosti odstupaju od normalne distribucije stoga će se u nastavku obrade podataka koristiti neparametrijska analiza rezultata (Tablica 32).

Tablica 32. Kolmogorov-Smirnovljev test normalnosti distribucije

Varijable	Max D	K-S p	Kritična vrijednost
IFT 30-15	0,285	p <.01	0,220

Legenda: IFT 30-15 - Intermitent fitness test

Rezultati Friedmann testa ukazali su na postojanje značajne razlike u rezultatima funkcionalnih sposobnosti i u eksperimentalnoj i u kontrolnoj skupini u interakciji s vremenom nakon provedenog eksperimentalnog postupka (Tablica 33).

Tablica 33. Analiza razlika između grupa nakon provedenog tretmana

Varijabla	Kontrolna skupina		Eksperimentalna skupina		p
	Inicijalno	Finalno	Inicijalno	Finalno	
	AS ± SD	AS ± SD	AS ± SD	AS ± SD	
IFT 30-15	18,90 ± 0,86	19,50 ± 0,77	18,97 ± 0,90	19,47 ± 0,73	<0,001

Legenda: IFT 30-15 - Intermitent fitness test

Statističkom obradom uvidjela se značajna razlika unutar grupa, stoga su se razlike u rezultatima inicijalnog i finalnog mjerenja za obje grupe izolirano promatrale (tablica 34).

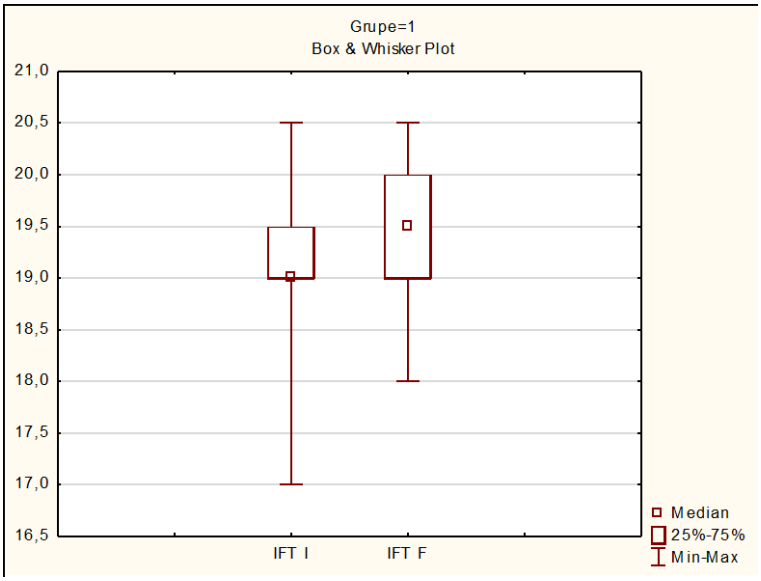
Tablica 34. Analiza razlika između inicijalnog i finalnog mjerenja u eksperimentalnoj i kontrolnoj grupi

Varijabla	Grupa	Kendall Coeff.	r	p
IFT 30-15	Eksperimentalna	0,647	0,625	<0,001
	Kontrolna	0,687	0,666	<0,001

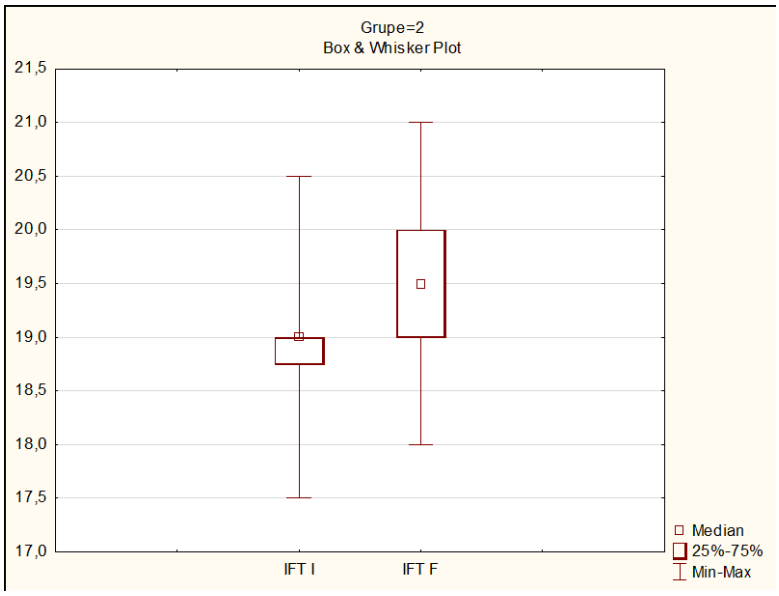
Legenda: IFT 30-15 - Intermitent fitness test

Na grafikonima 8 i 9 prikazane su značajne promjene u rezultatima funkcionalnih sposobnosti nakon eksperimentalnog postupka. Značajna razlika nakon tretmana je zabilježena je u eksperimentalnoj skupini nakon provedenog pliometrijskog treninga za 2,6 % (grafikon 8) te u kontrolnoj skupini za 3,1 % (grafikon 9).

Grafikon 8. Promjene u rezultatima u eksperimentalnoj grupi u inicijalnom i finalnom testiranju



Grafikon 9. Promjene u rezultatima u kontrolnoj grupi u inicijalnom i finalnom testiranju



8.4. Učinci dodatnoga pliometrijskoga treninga na subjektivni doživljaj opterećenja treninga

Kolmogorov-Smirnovljevim testom utvrđeno je da rezultati tri tjedna od šestotjednog eksperimentalnog postupka odstupaju od normalne distribucije. Analiza razlika u tjednima za rezultate koji odstupaju od normalne distribucije koristiti će se neparametrijska statistička obrada pomoću Mann-Whitney U testa, a za normalno distribuirane rezultate koristiti će se analiza varijance one-way ANOVA (Tablica 35).

Tablica 35. Kolmogorov-Smirnovljev test normalnosti distribucije

Tjedan	Max D	K-S p	Kritična vrijednost
1	0,121	p < .20	0,233
2	0,183	p > .20	0,233
3	0,158	p > .20	0,233
4	0,216	p < .10	0,233
5	0,196	p < .15	0,233
6	0,130	p > .20	0,233

8.4.1. Učinci dodatnoga pliometrijskoga treninga na subjektivni doživljaj opterećenja treninga u prvom tjednu eksperimentalnog postupka

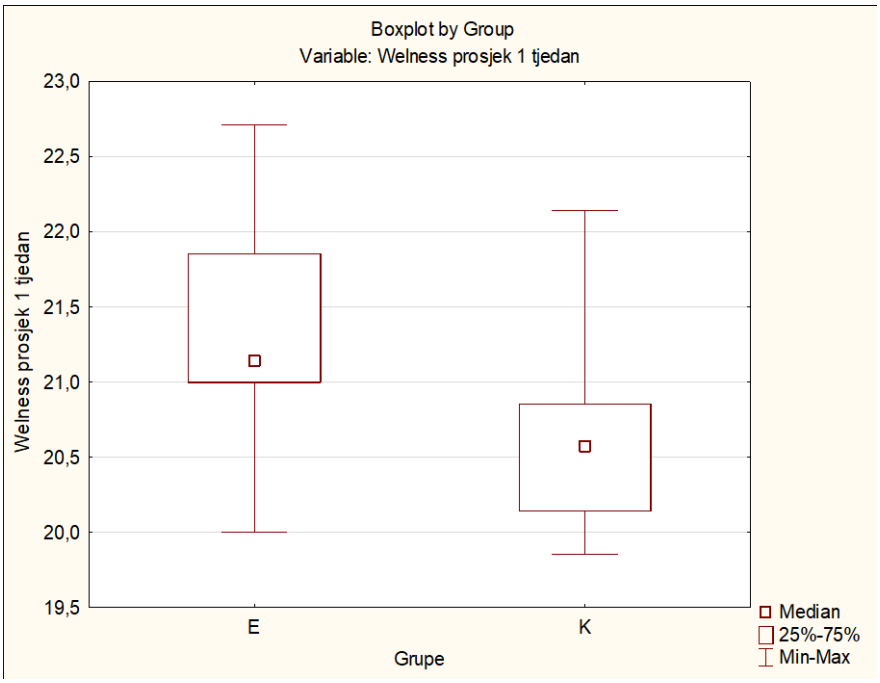
Rezultati Mann-Whitney U testa nisu pokazali značajne razlike između eksperimentalne i kontrolne skupine ispitanika u subjektivnom doživljaju opterećenja u prvom tjednu eksperimentalnog postupka (Tablica 36).

Tablica 36. Razlike između grupa u subjektivnom osjećaju opterećenja za prvi tjedan

Tjedan	U	Z	p
1	103,00	-1,170	0,241

Na grafikonu 11. prikazani su rezultati razlike između eksperimentalne i kontrolne skupine tijekom prvog tjedna eksperimentalnog postupka. Iako nema značajne razlike vidljivo je da je prosječna ocjena subjektivnog osjećaja opterećenja veća kod eksperimentalne skupine.

Grafikon 11. Subjektivni osjećaj opterećenja tijekom prvog tjedna eksperimentalnog postupka



8.4.2. Učinci dodatnoga pliometrijskoga treninga na subjektivni doživljaj opterećenja treninga u drugom tjednu eksperimentalnog postupka

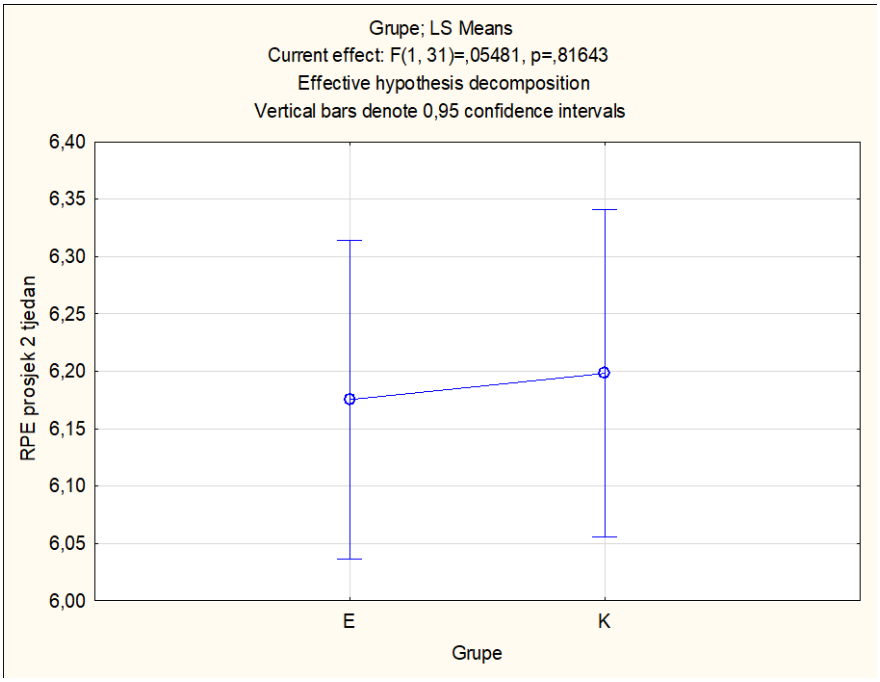
Rezultati one-way ANOVA testu nisu pokazali značajne razlike između eksperimentalne i kontrolne skupine ispitanika u subjektivnom doživljaju opterećenja u drugom tjednu eksperimentalnog postupka (Tablica 37).

Tablica 37. Razlike između grupa u subjektivnom osjećaju opterećenja za drugi tjedan

Tjedan	F	Parcijalni η^2	p
2	0,053	0,001	0,816

Na grafikonu 12. prikazani su rezultati razlike između eksperimentalne i kontrolne skupine tijekom drugog tjedna eksperimentalnog postupka. Iako nema značajne razlike vidljivo je da je prosječna ocjena subjektivnog osjećaja opterećenja manja kod eksperimentalne skupine.

Grafikon 12. Subjektivni osjećaj opterećenja tijekom prvog tjedna eksperimentalnog postupka



8.4.3. Učinci dodatnoga pliometrijskoga treninga na subjektivni doživljaj opterećenja treninga u trećem tjednu eksperimentalnog postupka

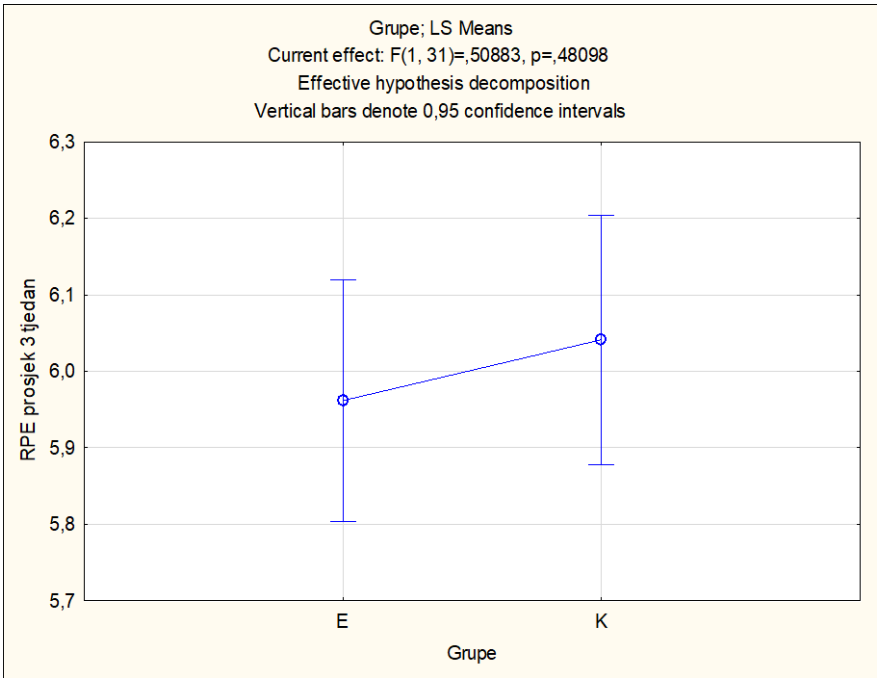
Rezultati one-way ANOVA testu nisu pokazali značajne razlike između eksperimentalne i kontrolne skupine ispitanika u subjektivnom doživljaju opterećenja u trećem tjednu eksperimentalnog postupka (Tablica 38).

Tablica 38. Razlike između grupa u subjektivnom osjećaju opterećenja za treći tjedan

Tjedan	F	Parcijalni η^2	p
3	0,512	0,016	0,480

Na grafikonu 13. prikazani su rezultati razlike između eksperimentalne i kontrolne skupine tijekom trećeg tjedna eksperimentalnog postupka. Iako nema značajne razlike vidljivo je da je prosječna ocjena subjektivnog osjećaja opterećenja manja kod eksperimentalne skupine.

Grafikon 13. Subjektivni osjećaj opterećenja tijekom trećeg tjedna eksperimentalnog postupka



8.4.4. Učinci dodatnoga pliometrijskoga treninga na subjektivni doživljaj opterećenja treninga u četvrtom tjednu eksperimentalnog postupka

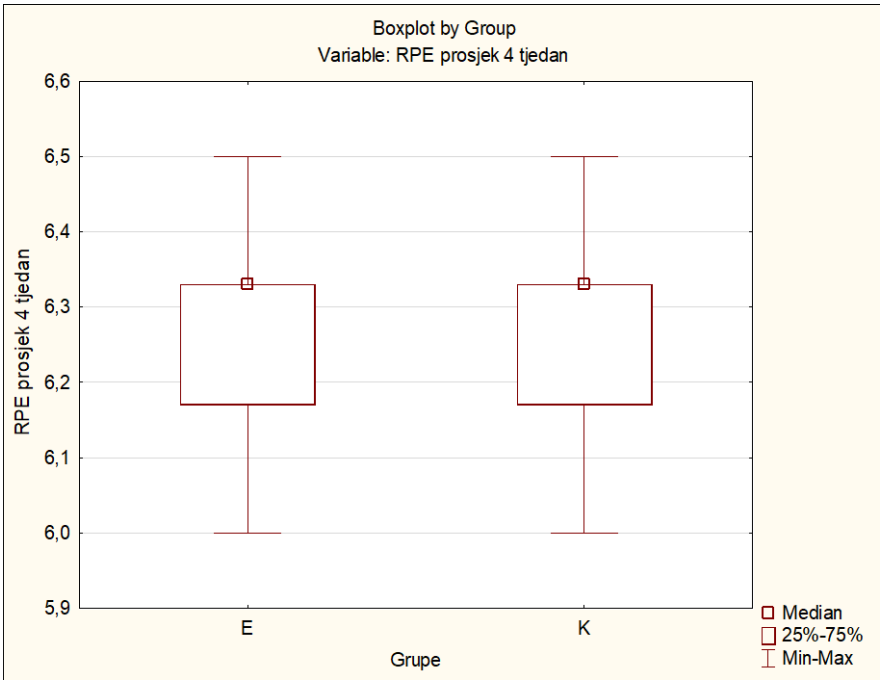
Rezultati Mann-Whitney U testa nisu pokazali značajne razlike između eksperimentalne i kontrolne skupine ispitanika u subjektivnom doživljaju opterećenja u četvrtom tjednu eksperimentalnog postupka (Tablica 39).

Tablica 39. Razlike između grupa u subjektivnom osjećaju opterećenja za četvrti tjedan

Tjedan	U	Z	p
4	132,00	0,126	0,899

Na grafikonu 14. prikazani su rezultati razlike između eksperimentalne i kontrolne skupine tijekom četvrtog tjedna eksperimentalnog postupka. Na grafikonu su vidljivi približno jednaki rezultati ocjena između eksperimentalne i kontrolne skupine u četvrtom tjednu eksperimentalnog postupka.

Grafikon 14. Subjektivni osjećaj opterećenja tijekom četvrtog tjedna eksperimentalnog postupka



8.4.5. Učinci dodatnoga pliometrijskoga treninga na subjektivni doživljaj opterećenja treninga u petom tjednu eksperimentalnog postupka

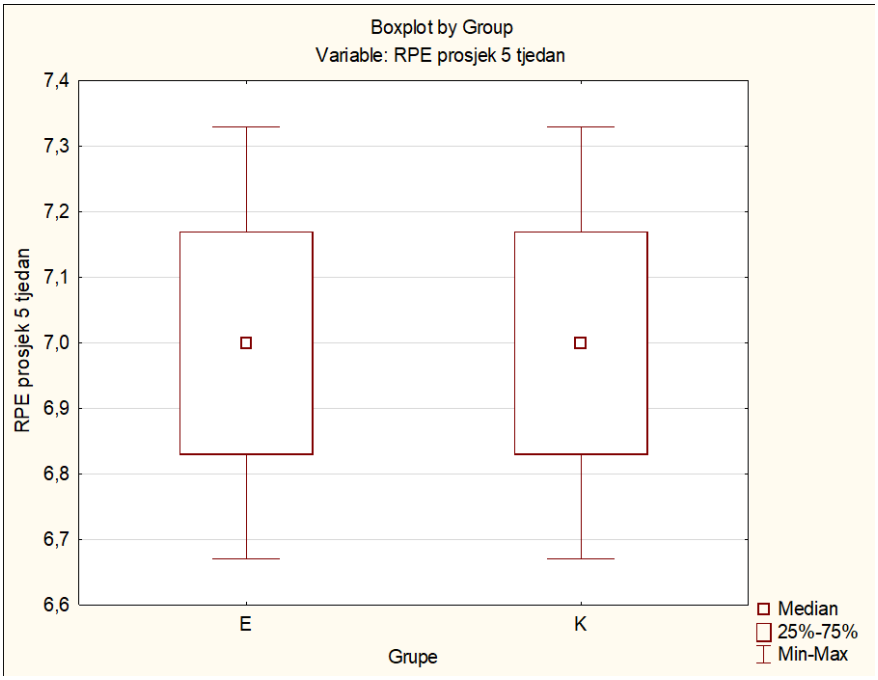
Rezultati Mann-Whitney U testa nisu pokazali značajne razlike između eksperimentalne i kontrolne skupine ispitanika u subjektivnom doživljaju opterećenja u petom tjednu eksperimentalnog postupka (Tablica 40).

Tablica 40. Razlike između grupa u subjektivnom osjećaju opterećenja za peti tjedan

Tjedan	U	Z	p
5	131,00	-0,126	0,871

Na grafikonu 15. prikazani su rezultati razlike između eksperimentalne i kontrolne skupine tijekom petog tjedna eksperimentalnog postupka. Na grafikonu su vidljivi približno jednaki rezultati ocjena između eksperimentalne i kontrolne skupine u četvrtom tjednu eksperimentalnog postupka.

Grafikon 15. Subjektivni osjećaj opterećenja tijekom petog tjedna eksperimentalnog postupka



8.4.6. Učinci dodatnoga pliometrijskoga treninga na subjektivni doživljaj opterećenja treninga u šestom tjednu eksperimentalnog postupka

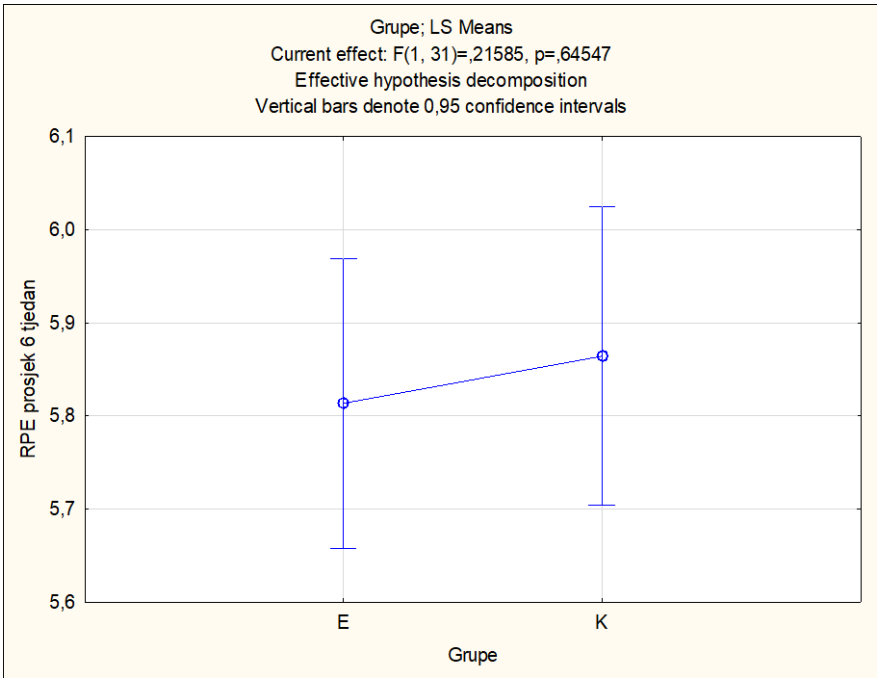
Rezultati one-way ANOVA testu nisu pokazali značajne razlike između eksperimentalne i kontrolne skupine ispitanika u subjektivnom doživljaju opterećenja u šestom tjednu eksperimentalnog postupka (Tablica 41).

Tablica 41. Razlike između grupa u subjektivnom osjećaju opterećenja za drugi tjedan

Tjedan	F	Parcijalni η^2	p
6	0,223	0,006	0,645

Na grafikonu 16. prikazani su rezultati razlike između eksperimentalne i kontrolne skupine tijekom šestog tjedna eksperimentalnog postupka. Iako nema značajne razlike vidljivo je da je prosječna ocjena subjektivnog osjećaja opterećenja manja kod eksperimentalne skupine.

Grafikon 16. Subjektivni osjećaj opterećenja tijekom šestog tjedna eksperimentalnog postupka



8.5. Učinci dodatnoga pliometrijskoga treninga na psihološki i fiziološki doživljaj opterećenja

Kolmogorov-Smirnovljevim testom utvrđeno je da rezultati tri tjedna od šestotjednog eksperimentalnog postupka odstupaju od normalne distribucije. Analiza razlika u tjednima za rezultate koji odstupaju od normalne distribucije koristiti će se neparametrijska statistička obrada pomoću Mann-Whitney U testa, a za normalno distribuirane rezultate koristiti će se analiza varijance one-way ANOVA (Tablica 42).

Tablica 42. Kolmogorov-Smirnovljev test normalnosti distribucije

Tjedan	Max D	K-S p	Kritična vrijednost
1	0,121	p < .20	0, 172
2	0,183	p > .20	0,172
3	0,158	p > .20	0,172
4	0,216	p < .10	0,172
5	0,196	p < .15	0,172
6	0,130	p > .20	0,172

8.5.1. Učinci dodatnoga pliometrijskoga treninga na wellness u prvom tjednu eksperimentalnog postupka

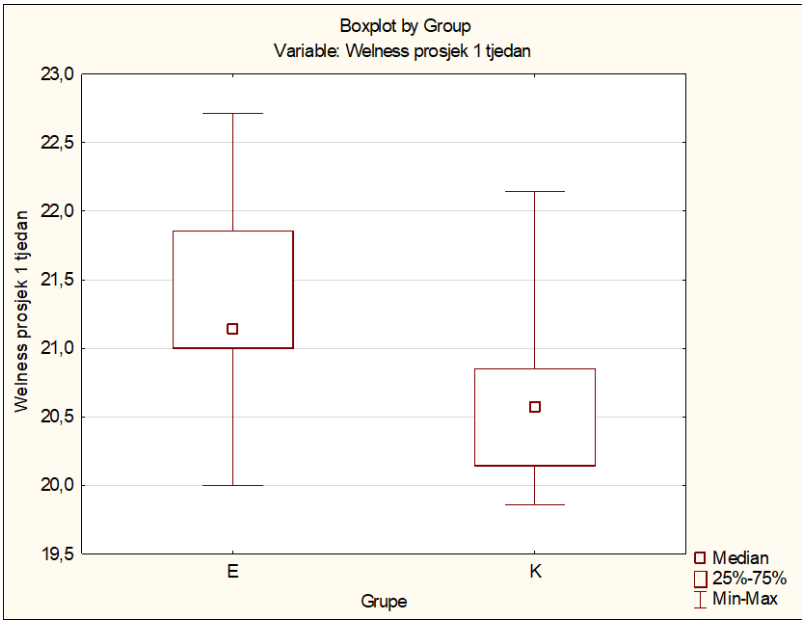
Rezultati Mann-Whitney U testa pokazali su značajne razlike između eksperimentalne i kontrolne skupine ispitanika u wellnessu u prvom tjednu eksperimentalnog postupka (Tablica 43).

Tablica 43. Razlike između grupa u wellnessu za prvi tjedan

Tjedan	U	Z	p
1	51,50	3,025	<0,005

Na grafikonu 17. prikazani su rezultati razlike između eksperimentalne i kontrolne skupine tijekom prvog tjedna eksperimentalnog postupka. Značajna razlika vidljiva je na višim vrijednostima rezultata ocjena upitnika eksperimentalne skupine u odnosu na kontrolnu.

Grafikon 17. Wellness ispitanika tijekom prvog tjedna eksperimentalnog postupka



8.5.2. Učinci dodatnoga pliometrijskoga treninga na wellness u drugom tjednu eksperimentalnog postupka

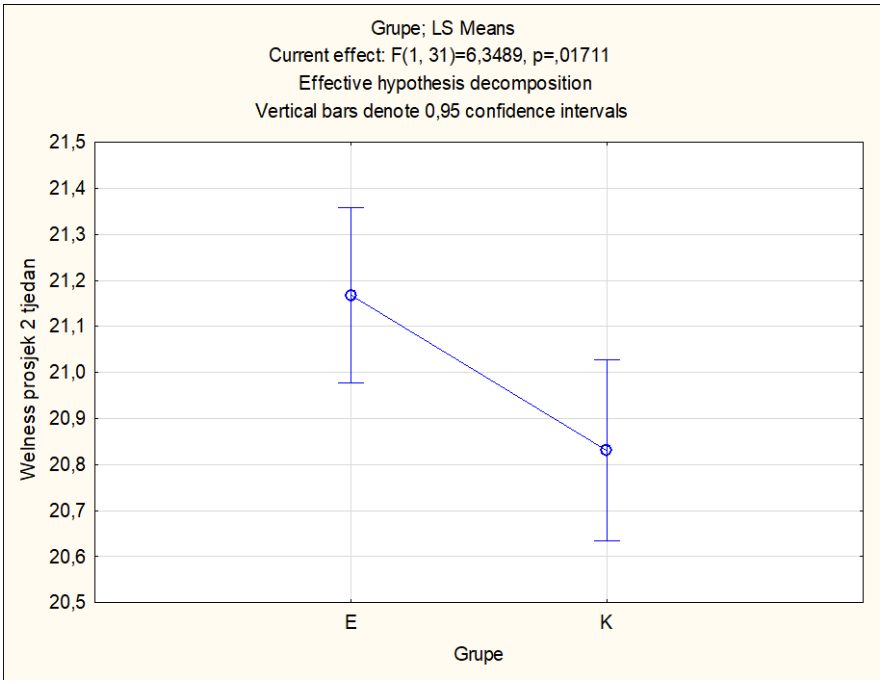
Rezultati one-way ANOVA testu pokazali su značajne razlike između eksperimentalne i kontrolne skupine ispitanika u wellnessu tijekom drugog tjedna eksperimentalnog postupka (Tablica 44).

Tablica 44. Razlike između grupa u subjektivnom osjećaju opterećenja za drugi tjedan

Tjedan	F	Parcijalni η^2	p
2	6,35	0,169	0,017

Na grafikonu 18. prikazani su rezultati razlike između eksperimentalne i kontrolne skupine tijekom drugog tjedna eksperimentalnog postupka. Značajna razlika vidljiva je na višim vrijednostima rezultata ocjena upitnika eksperimentalne skupine u odnosu na kontrolnu.

Grafikon 18. Wellness ispitanika tijekom drugog tjedna eksperimentalnog postupka



8.5.3. Učinci dodatnoga pliometrijskoga treninga na wellness u trećem tjednu eksperimentalnog postupka

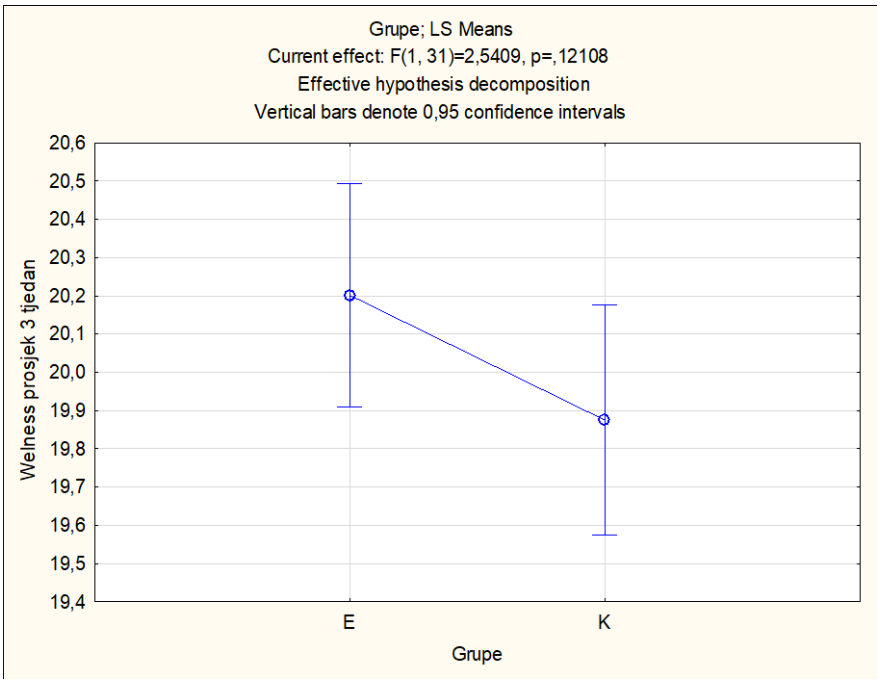
Rezultati one-way ANOVA testu nisu pokazali značajne razlike između eksperimentalne i kontrolne skupine ispitanika u wellnessu tijekom trećeg tjedna eksperimentalnog postupka (Tablica 45).

Tablica 45. Razlike između grupa u wellnessu za treći tjedan

Tjedan	F	Parcijalni η^2	p
3	2,54	0,757	0,121

Na grafikonu 19. prikazani su rezultati razlike između eksperimentalne i kontrolne skupine tijekom trećeg tjedna eksperimentalnog postupka. Iako nema značajne razlike vidljivo je da je prosječna ocjena wellnessa veća kod eksperimentalne skupine.

Grafikon 19. Wellness ispitanika tijekom trećeg tjedna eksperimentalnog postupka



8.5.4. Učinci dodatnoga pliometrijskoga treninga na wellness u četvrtom tjednu eksperimentalnog postupka

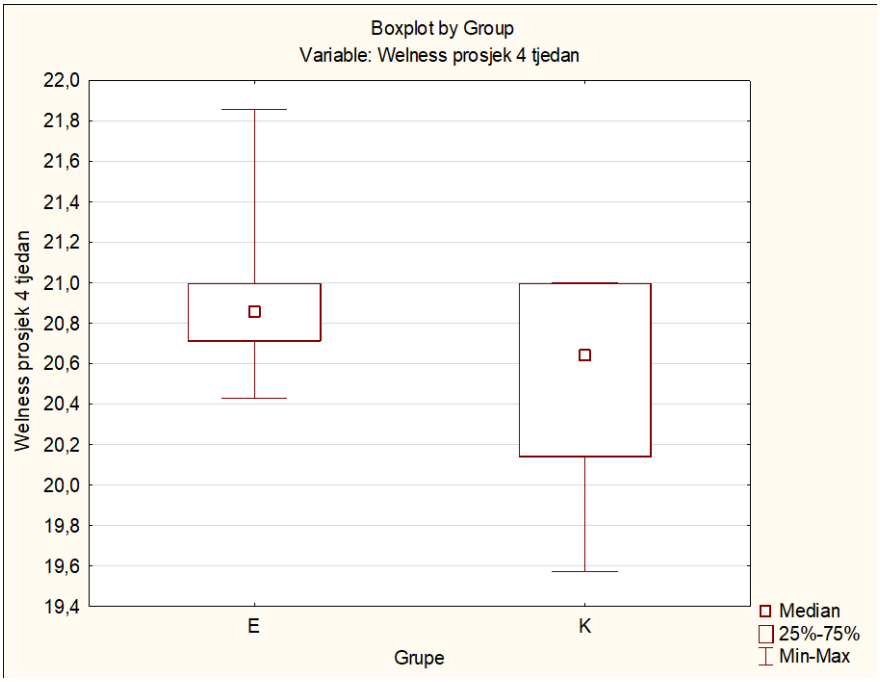
Rezultati Mann-Whitney U testa nisu pokazali značajne razlike između eksperimentalne i kontrolne skupine ispitanika u wellnessu u četvrtom tjednu eksperimentalnog postupka (Tablica 46).

Tablica 46. Razlike između grupa u wellnessu za četvrti tjedan

Tjedan	U	Z	p
4	85,00	1,819	0,065

Na grafikonu 20. prikazani su rezultati razlike između eksperimentalne i kontrolne skupine tijekom četvrtog tjedna eksperimentalnog postupka. Iako nema značajne razlike vidljivo je da je prosječna ocjena wellnessa veća kod eksperimentalne skupine.

Grafikon 20. Wellness ispitanika tijekom četvrtog tjedna eksperimentalnog postupka



8.5.5. Učinci dodatnoga pliometrijskoga treninga na wellness u petom tjednu eksperimentalnog postupka

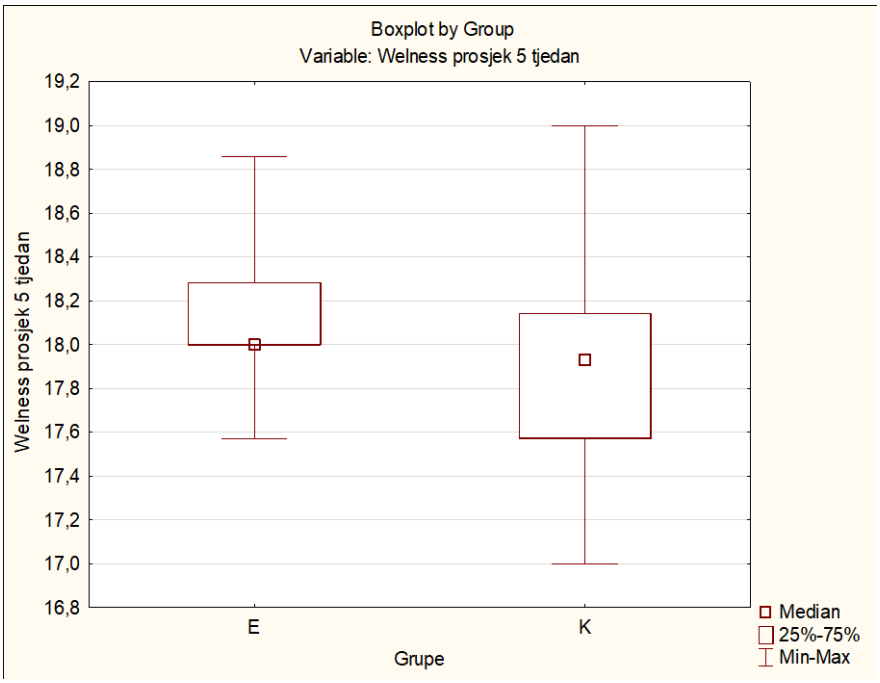
Rezultati Mann-Whitney U testa nisu pokazali značajne razlike između eksperimentalne i kontrolne skupine ispitanika u wellnessu u petom tjednu eksperimentalnog postupka (Tablica 47).

Tablica 47. Razlike između grupa u wellnessu za peti tjedan

Tjedan	U	Z	p
5	92,50	1,548	0,121

Na grafikonu 21. prikazani su rezultati razlike između eksperimentalne i kontrolne skupine tijekom petog tjedna eksperimentalnog postupka. Iako nema značajne razlike vidljivo je da je prosječna ocjena wellnessa veća kod eksperimentalne skupine.

Grafikon 21. Wellness ispitanika tijekom petog tjedna eksperimentalnog postupka



8.5.6. Učinci dodatnoga pliometrijskoga treninga na wellness u šestom tjednu eksperimentalnog postupka

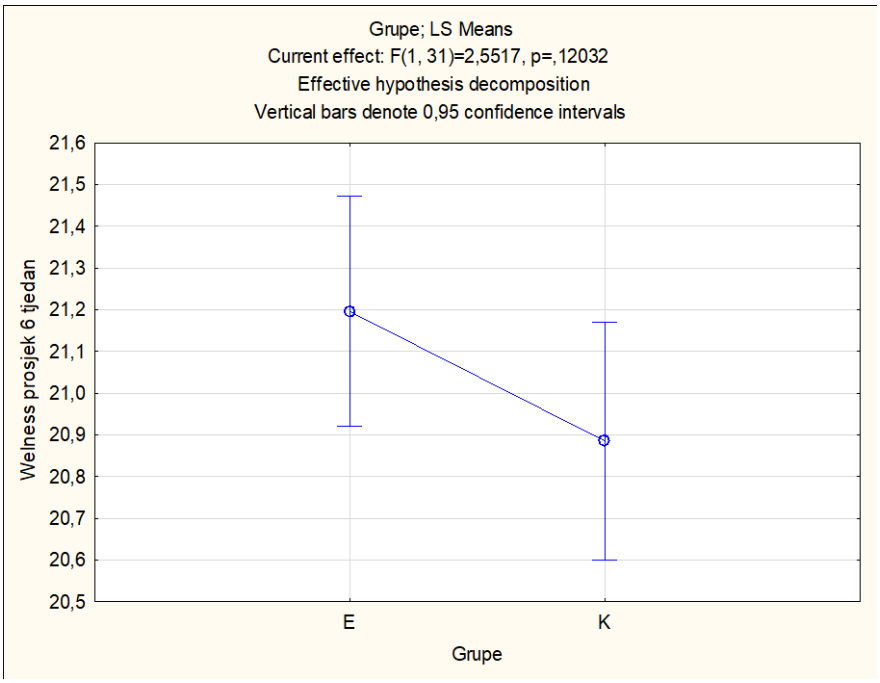
Rezultati one-way ANOVA testu nisu pokazali značajne razlike između eksperimentalne i kontrolne skupine ispitanika u wellnessu tijekom šestog tjedna eksperimentalnog postupka (Tablica 48).

Tablica 48. Razlike između grupa u subjektivnom osjećaju opterećenja za šesti tjedan

Tjedan	F	Parcijalni η^2	p
6	2,55	0,076	0,120

Na grafikonu 22. prikazani su rezultati razlike između eksperimentalne i kontrolne skupine tijekom šestog tjedna eksperimentalnog postupka. Iako nema značajne razlike vidljivo je da je prosječna ocjena wellnessa veća kod eksperimentalne skupine.

Grafikon 22. Wellness ispitanika tijekom šestog tjedna eksperimentalnog postupka



9. RASPRAVA

Ovim istraživanjem pokušalo se utvrditi koliko dodatni pliometrijski protokol u trajanju od 15 minuta ima utjecaja na kondicijsku pripremljenost te ima li takav trening utjecaj na interno opterećenje sportaša izraženo kroz varijable subjektivni osjećaj opterećenja i psihološki i fiziološki doživljaj opterećenja. Rezultati sugeriraju da se dodatnim pliometrijskim treningom izazivaju adaptacijski učinci u nekim sposobnostima, dok su značajne razlike u nekim sposobnostima primijećene i kod kontrolne grupe. Nakon provedenog eksperimentalnog postupka nije zabilježena značajna razlika u varijablama morfoloških karakteristika kod eksperimentalne grupe, dok je u kontrolnoj grupi zabilježeno značajno smanjenje potkožnog masnog tkiva.

Osim toga, eksperimentalni program izazvao je značajne adaptacije na motoričkim sposobnostima gdje je važno naglasiti da u varijablama u kojima su vidljiva poboljšanja kod obje testirane grupe dinamika razvoja određene sposobnosti odlazi u korist grupe koja je izvodila dodatni pliometrijski trening. Rezultati su pokazali da je u mjerenim varijablama eksplozivne jakosti tipa sprinta došlo do značajnih poboljšanja rezultata i kod eksperimentalne i kod kontrolne skupine međutim kako je navedeno u prethodnoj rečenici eksperimentalna grupa postizala je značajnije napretke. Također, može se zaključiti da je eksperimentalna grupa postigla veće napretke na kraćoj dionici sprinta, dok su manji napreci vidljivi na dionicama duže udaljenosti. Dakle, adaptivni učinci pliometrijskog treninga utjecali su na startnu brzinu tj. na akceleraciju udaljenosti 5 metara dok je specifični nogometni trening rezultirao sa boljim adaptacijama na većim udaljenostima sprinta od 10 i 25 metara. Dodatni pliometrijski trening izazvao je značajna poboljšanja rezultata u obje mjerene varijable eksplozivne jakosti tipa skoka. Kako ovaj tip treninga u svojim osnovama sadrži različite varijante skokova napredak u ovim varijablama pokazao je kako se pliometrijskim treningom značajno može djelovati na eksplozivnu jakost tipa skoka. Obje grupe su nakon eksperimentalnog programa imale značajno poboljšanje rezultata u agilnosti. Analizirajući ovu varijablu može se utvrditi da specifični nogometni trening može pozitivno utjecati na poboljšanja u sposobnosti promjena smjera kretanja, međutim implementiranjem dodatnog pliometrijskog treninga to napredovanje može biti izraženije. Potvrda prethodne rečenice leži u činjenici da je trend poboljšanja rezultata vidljiviji kod eksperimentalne grupe. Testiranim varijablama sposobnosti ponavljanja sprintova utvrdilo se značajno poboljšanje rezultata kod obje grupe u vremenu najboljeg sprinta te u prosjeku sprintova. Kod posljednje izolirane varijable postotak opadanja sprintova u testu ponavljanih sprintova nisu zabilježene značajne razlike. Navedenim se može zaključiti da

specifični nogometni trening može pozitivno utjecati na sposobnost ponavljanja sprintova, međutim uz dodatni pliometrijski trening vidljiviji je značajniji napredak i poboljšanje rezultata.

U prostoru izdržljivosti zabilježene su značajne razlike nakon eksperimentalnog programa kod obje grupe. Obzirom da su svi ispitanici participirali u nogometnom treningu navedenim se može zaključiti da je programom nogometnog treninga moguće utjecati na poboljšanje funkcionalnih sposobnosti tijekom šest tjedana koliko je istraživanje trajalo.

Kako je jedan od ciljeva rada bio utvrditi da li dodatni pliometrijski trening ima utjecaja na subjektivne interne pokazatelje opterećenja kroz subjektivni doživljaj opterećenja u rezultatima je vidljivo da dodatni pliometrijski trening kroz šest tjedana nije izazvao značajnu razliku između eksperimentalne i kontrolne skupine. Govori li se o subjektivnom osjećanju psihološkog i fiziološkog stresa izraženom putem wellness upitnika rezultati su pokazali da postoje značajne razlike u prva dva tjedna eksperimentalnog postupka. Rezultatima je vidljivo da su ispitanici iz kontrolne skupine tijekom prva dva tjedna imali značajnije niže vrijednosti u wellness upitniku čime se može potvrditi hipoteza da dodatni pliometrijski trening nije značajno utjecao na razinu doživljaja fiziološkog i psihološkog stresa kod eksperimentalne skupine.

Navedenim se može zaključiti kako pliometrijskim treningom niskog volumena u trajanju od 15 minuta te frekvencije od četiri puta tjedno se pozitivno može djelovati na neke pokazatelje kondicijske pripremljenosti. Značajne promjene najvidljivije su u eksplozivnoj jakosti tipa skoka, dok su u ostalim testiranim varijablama primijećeni značajni trendovi poboljšanja rezultata kod eksperimentalne skupine u odnosu na kontrolnu. Isto tako iako je jedna skupina imala veći volumen treninga on nije izazvao značajne razlike na razini subjektivnog osjećaja opterećenja kroz šest tjedana. S druge strane, subjektivni doživljaj psihološkog i fiziološkog stresa mjerenih kroz varijable kvaliteta sna, stres, umor, mišićni zamor i raspoloženje također je pokazao da ispitanici eksperimentalne skupine nisu značajnije doživljavali stres dodatnog pliometrijskog treninga.

9.1. Učinci dodatnoga pliometrijskoga treninga na morfološke karakteristike

Istraživanje morfoloških karakteristika važno je u sportovima u kojoj se težina tijela tijekom različitih struktura kretanja mora odupirati silama koje na njega utječu, najčešće gravitaciji (Owen i sur., 2018). Obzirom da su rezultati ovog istraživanja prikazali statistički značajnu razliku u rezultatima razine potkožnog masnog tkiva kontrolne skupine ona se može pripisati učincima nogometnog treninga, natjecanja, uobičajenim aktivnostima te prehrani (Owen i sur., 2018). Istraživanje Lago-Penas i suradnici (2013) objašnjavaju smanjenje potkožnog masnog tkiva tijekom natjecateljskog dijela sezone smanjuje obzirom da je nogometni trening karakteriziran visokom razinom aerobnih i anaerobnih zahtjeva. Prethodnu činjenicu potvrđuju i Reilly i suradnici (1996) koji govore da je niža razina potkožnog masnog tkiva povezana sa visokim intenzitetima treninga. Isto tako, Bangsbo (1994) potvrđuje da nogometna utakmica ima visoke zahtjeve aerobnog energetskog sustava te uzrokuje visoku energetsku potrošnju, te direktno time i tijelo koristi mast kao primarni izvor energije. Analizom skupina u ovom radu utvrđeno je kako su 44 % ispitanika kontrolne skupine participirali u početnom sastavu na utakmicama prilikom eksperimentalnog postupka, te da je tijekom šest tjedana postupka realizirano 6 utakmica. Ova činjenica također može biti razlog sniženja postotka potkožnog masnog tkiva kod kontrolne skupine. Već je navedeno da nogometna utakmica ima visoke zahtjeve u kontekstu razvijenosti motoričkih sposobnosti, visoko intenzivne akceleracije i deceleracije, eksplozivnih skokova te ekscentričnih mišićnih opterećenja (Di Salvo i sur., 2007, Stolen i sur., 2005). Ukoliko uzmemo u obzir navedeno ovi zahtjevi utakmica imaju utjecaj na različite fiziološke komponente kao što su mišićno-koštani, živčani, imunološki i metabolički sustav (Bangsbo, 1994) te se time može utvrditi veza sa promjenama u morfološkim karakteristikama.

Zaključno, iako su rezultati istraživanja pokazali da pliometrijski trening može izazvati hipertrofijske efekte odnosno promjene u arhitekturi i poprečnom presjeku mišića (Marković i sur., 2010) u rezultatima ovog rada nisu zabilježene značajne promjene u testiranim varijablama morfoloških karakteristika. Slično istraživanju Potteiger i suradnici (1998) u kojima nije zabilježena značajnija razlika u rezultatima morfoloških karakteristika. Autori ovog istraživanja pripisali su izostanak promjena kratkom trajanju studije od 8 tjedana. Obzirom da je ovo istraživanje trajalo još i kraće, izostanak navedenih promjena u eksperimentalnoj grupi, osim toga što je 44 % eksperimentalne skupine participiralo u utakmicama u prvoj postavi tijekom 6 tjedana može se pripisati i trajanju eksperimentalnog programa.

9.2. Učinci dodatnoga pliometrijskoga treninga na motoričke sposobnosti

Eksperimentalni program pliometrijskog treninga ovog rada bio usmjeren na skokove različitih smjerova i kompleksnosti. Znanstveni doprinos ovog rada je time kvalitetniji zbog toga što su korišteni sadržaji pliometrijskog treninga koji imaju visoku razinu povezanosti sa različitim nogometno specifičnim kretnjama (različita kompleksnost i višesmjernost). Nekoliko radova proučavalo je utjecaj jednodimenzionalnog pliometrijskog treninga na motoričke sposobnosti mladih nogometaša, također u ovim radovima eksperimentalni program bio je usmjeren prema visokom volumenu od 8-16 tjedana (Diallo i sur., 2016, Meylan i sur., 2009, Sohnlein i sur., 2014). Neki autori su koristili manji volumen (Ramirez-Campillo i sur., 2014, Chaabene i sur., 2017) te su također zabilježili značajna poboljšanja rezultata na motoričkim sposobnostima kod mladih nogometaša. Nadalje Chaabene i suradnici (2017) ne nalaze značajne razlike u rezultatima koristeći pliometrijski trening velikog i malog volumena. Vezano time eksperimentalni program pliometrijskog treninga ovog doktorskog rada bio je usmjeren na mali volumen, čestu frekvenciju ali i sadržaje koji su bili karaktera različitih smjerova i kompleksnosti ali i povezani sa nogometno specifičnim kretnjama.

Kako su rezultati ovog istraživanja pokazali napredak u eksplozivnoj jakosti tipa sprinta, i na kontrolnoj i na eksperimentalnoj skupini navedeni napreci mogu se pripisati specifičnim sadržajima nogometnog treninga. Navedeno se može objasniti velikim brojem sprintova i maksimalno intenzivnih kretnji izvedenih tijekom nogometnog dijela treninga (Dello Iacono i sur., 2021). Za razliku od prethodno navedene činjenice ali i rezultata ovog rada neke studije pokazale su kako izvedba sprinta tijekom natjecateljskog perioda ukoliko sportaši participiraju samo u nogometnom treningu može i opadati (Ramirez-Campillo i sur., 2014), što potvrđuje važnost implementiranja sadržaja za razvoj eksplozivne jakosti tipa sprinta u nogometni trening. Kako su tijekom eksperimentalnog postupka za vrijeme nogometnog treninga i eksperimentalna i kontrolna skupina izvodile veliki broj nogometno-specifičnih eksplozivnih kretnji i sprintova poboljšanja rezultata kod obje grupe bila su značajna. No, iako je u rezultatima vidljivo značajno poboljšanje rezultata eksplozivne jakosti tipa sprinta na obje grupe kod eksperimentalne skupine vidljiv je bolji trend poboljšanja rezultata tijekom šest tjedana što se može pripisati pliometrijskom treningu. Rezultatima meta analize Villareal i suradnici (2010) i njihovim spoznajama vidljivo je da implementacijom pliometrijskog treninga u trajanju od 6-10 tjedana i učestalosti tri puta tjedno postižu se najbolji trenažni učinci. Nadalje, najboljim volumenom definiraju više od 40 skokova po jednom treningu. Međutim rezultatima ovog rada može se zaključiti da i manjim volumenom, definiranim

trajanjem dodatnog treninga i brojem skokova te čestom frekvencijom mogu se postići značajna poboljšanja u rezultatima sprinta udaljenosti 5, 10 i 25 metara. Postotak promjene rezultata u testovima sprinta u ovom radu su potvrdili rezultate istraživanja prethodnih studija na mladim nogometašima (Christou i sur., 2006, Kotzamanidis i sur., 2006). U kontekstu intenziteta i izbora pliometrijskih sadržaja u ovom radu poštivao se princip progresije treninga, počevši sa niže intenzivnim manje kompleksnim skokovima preko srednje intenzivnih kompleksnijih skokova sve do visoko intenzivnih kompleksnih skokova. Izostanak napretka u rezultatima sprinta na 15 metara nakon pliometrijskog treninga kod mladih nogometaša zabilježen je u studiji (Thomas i sur., 2009). Kako je trenažni dizajn u navedenom istraživanju sadržavao skokove samo s naglaskom na vertikalnu komponentu kretanja ispitanicima je smanjena mogućnost adaptacije na horizontalnu produkciju sile i njenom iskorištavanju tijekom sprinta (Morin i sur., 2012). Trenažni program ovog doktorskog rada sadržavao je skokove i sa naglaskom na horizontalnu komponentu kretanja te se poboljšanja rezultata mogu pripisati i optimalnijoj horizontalnoj akceleraciji (Villareal i sur., 2012). Kako su značajna poboljšanja kod eksperimentalne skupine u odnosu na kontrolnu značajnije na sve tri dionice mjerenog sprinta (5 m, 10 m i 25 m) utjecaj pliometrijskog treninga vidljiv je i na kraćim i na duljim udaljenostima. Kao što je već rečeno trenažni protokol ovog rada sadržavao je skokove i vertikalne i horizontalne komponente kretanja koji mogu imati utjecaj na različite udaljenosti sprinta. Za sprintove kraćih udaljenosti (5 m) poželjno je koristiti sadržaje pliometrijskog treninga sa horizontalnim smjerom, obzirom na horizontalnu silu koja je potrebna za fazu akceleracije (Ramirez-Campillo i sur., 2015, Morin i sur., 2012, Dello Iacono i sur., 2017). S druge strane skokovi s naglaskom na vertikalnu komponentu kretanja imaju veći utjecaj na sprintove dužih udaljenosti, pri maksimalnim brzinama kretanja (Ramirez-Campillo i sur., 2015, Morin i sur., 2012, Dello Iacono i sur., 2017). Osim navedenog, bolji trend poboljšanja rezultata kod eksperimentalne skupine može se pripisati i poboljšanoj neuralnoj komponenti agonističke mišićne skupine, poboljšanju međumišićne koordinacije, adaptiranijem refleksu istezanja i skraćivanja mišića te promjeni u mišićnoj arhitekturi (Marković i sur., 2010, Slimani i sur., 2016).

Rezultatima ovog istraživanja vidljivo je značajno poboljšanje rezultata eksplozivne jakosti tipa skoka kod eksperimentalne skupine, dok značajne razlike u rezultatima nakon eksperimentalnog programa kod kontrolne skupine nije bilo. Navedeni napreci u skladu su s rezultatima studije Ullrich i suradnika (2018) u kojoj su tijekom 6 tjedana, učestalosti 3 puta tjedno na sportašima različitih sportskih igara, uključujući nogomet, zabilježili značajna poboljšanja rezultata u visini skoka (8,5-13,2 %). Napredak u rezultatima objašnjen je

povećanjem maksimalne sile mišića opružača nogu te boljim penacijskim kutom i veličinom fascikle fleksora koljena i mišića opružača, neki autori su zabilježili veće (28%) (Michalidis i sur., 2013) , jednake (9%) (Villareal i sur., 2015), ali i manje (3%) promjene (Faude i sur., 2013). Kako pliometrijski trening unapređuje aktivnosti koje u sebi sadrže ciklus istezanja i skraćivanja (*eng. stretch and shortening cycle*) (Marković i sur., 2010), Hirayama i suradnici (2017) u studiji pišu kako se ciklus istezanja i skraćivanja unapređuje optimizacijom mišićno-tetivne aktivacije mišića agonista i tetivne krutosti. Navedene spoznaje studija mogu objasniti statistički značajni napredak u rezultatima eksplozivne jakosti tipa skoka kod eksperimentalne skupine u testu skok iz čučnja (8,5%) i u testu skok s prethodnom pripremom (9,4%). Oba testa opisuju dva različita režima rada mišića tj. u skoku iz čučnja očita je koncentrična mišićna kontrakcija, dok je u testu skoka s prethodnom pripremom izražena pliometrijska mišićna aktivacija (Jlid i sur., 2019). Isto tako pliometrijski trening pozitivno utječe na povećanje snage mišića opružača nogu (Michalidis i sur., 2013), bolju međumišićnu koordinaciju mišića agonista i antagonista te veću angažiranost motoričkih jedinica (Garcia-Pinillos i sur., 2014). Rezultati studije Chamari i suradnici (2004) govore o visokoj korelaciji jakosti mišića donjeg segmenta tijela i visini vertikalnog skoka, u svezi čega se može opisati napredak u rezultatima kod eksperimentalne skupine. Poboljšanja visine skoka u ovom radu u skladu su sa dosadašnjim studijama u koje su rezultirale napretkom (Villareal i sur., 2015, Ozbar i sur., 2014, Loturco i sur., 2015). U ovim istraživanjima autori zaključuju da su poboljšanja rezultata pod utjecajem promjene u krutosti komponenata tetiva plantarnih fleksora, kvalitetnijoj međumišićnoj koordinaciji, promjene u arhitekturi i veličini mišića te poboljšanom mehanizmu u pojedinačnom mišićnom vlaknu (Marković i sur., 2010). Osim navedenog promjene u rezultatima skokova mogu se opisati i kroz prizmu hipertrofijskih efekata pod utjecajem pliometrijskog treninga (Marković i sur., 2010). Ovi autori navode da pod utjecajem pliometrijskog treninga raste poprečni presjek mišićnih vlakana kod mišića vastus lateralis što je u direktnoj vezi s većom količinom eksplozivne jakosti ekstenzora koljena koje može biti povezano sa većim vrijednostima skokova.

Značajna poboljšanja rezultata u testu agilnosti u ovom radu vidljiva su i na eksperimentalnoj i na kontrolnoj skupini što se može pripisati njihovom participiranju u nogometnom treningu. Kako su tijekom eksperimentalnog postupka u trajanju od šest tjedana, nogometni treninzi sadržavali tri puta tjedno igre na skraćenom terenu *(eng. small-sided games)* napredak u agilnosti je vidljiv kod obje grupe. Iako, važno je napomenuti da je trend poboljšanja rezultata izraženiji kod grupe koja je izvodila pliometrijski trening (2,2 % vs. 1,7 %). Tijekom participiranja u igrama na skraćenom terenu visoko intenzivne kretnje ponavljaju

se tijekom duela i situacija “jedan na jedan” koje zahtijevaju od igrača da učinkovito zaustavi protivnika prilikom pokušaja zabijanja pogotka ili pokušaja osvajanja prostora (Dellal i sur., 2012). Šalaj i suradnici (2011) govore kako kratke i visoko intenzivne aktivnosti i kretnje mogu predstavljati dobar podražaj za dvozglobne mišiće donjeg segmenta tijela, koji determiniraju kvalitetniji pokret tijekom više zglobnih kretnji kao što su skokovi i promjene smjera kretanja. U istraživanju Chaouachi i suradnici (2014) vidljivo je da tijekom 6 tjedana treninga igara na skraćenom terenu sa mladim nogometašima dolazi do značajnijeg napretka u testovima agilnosti s loptom. Isto tako, istraživanje utjecaja igara na skraćenom terenu na motoričke sposobnosti na mladim australiskim nogometašima proveli su Young i suradnici (2014) gdje je nakon 7 tjedana te učestalosti dva puta tjedno došlo do značajnog poboljšanja u rezultatima testova reaktivne agilnosti. Istraživanje Bujalance-Moreno i suradnika (2017) također je pokazalo značajan napredak u rezultatima agilnosti nakon implementacije igara na skraćenom terenu u trajanju od 6 tjedana tijekom natjecateljskog perioda. Navedeni napreci mogu se opisati velikim brojem eksplozivnih kretnji kao što su skokovi, blokovi, akceleracije i deceleracije čija je pojavnost očita tijekom visoko intenzivnih igara na terenu manjih dimenzija (Hammami i sur., 2017). Osim toga, navedena poboljšanja rezultata također se mogu opisati sa specifičnošću samog testa agilnosti iz studije i struktura kretanja tijekom igre na skraćenom terenu. Agilnost i promjena smjera kretanja je kompleksna sposobnost koja je ovisna o koordinaciji, dinamičkoj ravnoteži, fleksibilnosti te mišićnoj jakosti (Šalaj i sur., 2011). Igre na skraćenom terenu stoga mogu predstavljati izvrsnu metodu i dobar trenažni stimulus za unapređenje sposobnosti agilnosti te pod sposobnosti koje na nju utječu (Dello Iacono i sur., 2021).

Rezultati testiranja sposobnosti ponavljanja sprintova pokazali su značajno poboljšanje rezultata kod eksperimentalne i kontrolne skupine u rezultatima na varijablama RSAnaj i RSApro, dok kod varijabli RSA%dec nije bilo značajnih promjena nakon eksperimentalnog postupka kod obje grupe. Važno je napomenuti iako se dogodila značajna razlika kod obje grupe na navedenim varijablama trend poboljšanja rezultata kod eksperimentalne grupe bolji je nego kod kontrolne. Prethodna rečenica može se protumačiti kroz kontekst poboljšanja rezultata u postotcima, u varijabli RSAnaj napredak je bio 2,6 % vs. 1,0 % dok je u varijabli RSApro napredak izražen kroz 2,5 % vs. 1,2 % u korist eksperimentalne skupine. Sposobnost ponavljanja sprintova može se definirati kao najvažnija sposobnost u timskim sportovima (Bujalance-Moreno i sur., 2019), i može predstavljati najbolji faktor za razlikovanje razine natjecanja kod nogometaša (Rampinini i sur., 2009). Obzirom da je već navedeno u prethodnom poglavlju da su svi ispitanici ovog rada tri puta tjedno participirali u igrama na

skraćenom terenu u sklopu nogometnog treninga napreci u varijablama sposobnosti ponavljanja sprintova RSApro i RSAnaj mogu se pripisati ovom faktoru. Prethodne studije govore u prilog tome. Rezultati znanstvenog istraživanja Owen i suradnici (2012) govore o poboljšanju rezultata u testu sposobnosti ponavljanja sprintova nakon četiri tjedna programa igara na skraćenom terenu kod profesionalnih nogometaša. Isto tako, rezultati studije Jensen i suradnika (2007) opisuje poboljšanje rezultata sposobnosti ponavljanja sprintova tijekom natjecateljskog perioda kod vrhunskih nogometaša. Osim navedenih istraživanja utjecaj igara na skraćenom terenu te njihov utjecaj na poboljšanja u rezultatima sposobnosti ponavljanja sprintova kod nogometaša zabilježili su (Bujalance-Moreno i sur., 2017, Rodriguez-Fernandez i sur., 2017). Očito je da da visoko intenzivne kretnje tijekom igara na skraćenom terenu kao što su sprintovi, skokovi te promjene smjera kretanja predstavljaju važan stimulus za adaptaciju i napredovanje sposobnosti ponavljanja sprintova (Hammami i sur., 2017).

Obzirom da je postojan pozitivan trend napretka rezultata kod eksperimentalne skupine u varijabli RSAnaj on se može objasniti boljom mišićnom aktivacijom (Taube i sur., 2012) te mišićno-tetivnom adaptacijom (McMahon i sur., 2012) koji su pod direktnim utjecajem pliometrijskog treninga. Navedeni faktori zasigurno mogu pozitivno utjecati na brzinu stvaranja sile (*eng. rate of force developement)* (Behrens i sur., 2014), maksimalnu proizvodnju sile (Villareal i sur., 2010), te efikasnost ciklusa istezanja i skraćivanja mišića (Taube i sur., 2012) što može imati utjecaj na sposobnost ponavljanja sprintova (Girard i sur., 2011). Varijabla RSAnaj ovisi o duljini koraka i frekvenciji koraka prilikom sprinta (Bishop i sur., 2011), a efekti pliometrijskog treninga očiti su kod oba faktora (Dello Iacono i sur., 2017). Isto tako, napredak u varijabli RSApro može se razmatrati kroz kontekst napretka u varijabli RSAnaj. Drugim riječima, napredak u varijabli RSApro više je vezan za sposobnost proizvodnje velike sile na podlogu (Weyand i sur., 1985), nego za sposobnost oporavka između sprintova (Bishop i sur., 2011). Stoga pliometrijski trening može pozitivno utjecati na sustave kao što su mišićni, neuralni te tetivni koji utječu na poboljšanja u rezultatima RSApro u testu sposobnosti ponavljanja sprintova (Ramirez-Campillo i sur., 2021).

9.3. Učinci dodatnoga pliometrijskoga treninga na izdržljivost

Rezultatima ove studije vidljivo je poboljšanje rezultata u testu izdržljivosti kod obje skupine ispitanika. Navedena poboljšanja rezultata vezano na navedeno mogu se opisati kroz kontekst nogometnog treninga. Kako je već rečeno obzirom da su igre na skraćenom terenu bile dio trenažnog procesa kako kroz sezonu, tako i tijekom eksperimentalnog postupka unapređenje rezultata testa izdržljivosti mogu se pripisati njihovom utjecaju. Igre na skraćenom terenu najčešće se opisuju kroz kontekst kondicijskih zahtjeva nogometne utakmice (Dellal i sur., 2011) te unapređuju motoričke i funkcionalne sposobnosti kod nogometaša (Hill-hass i sur., 2009). Rezultati ove studije potvrđuju istraživanje Dellal i suradnika (2012) u kojoj su zabilježili da nakon 6 tjedana nogometnih igara na skraćenom terenu se povećava aerobni kapacitet i sposobnost ponavljanja visoko intenzivnih aktivnosti sa promjenama smjera kretanja. Također, Hill-Hass i suradnici (2009) u svom istraživanju ustanovljuju pozitivan utjecaj igri na skraćenom terenu na aerobni kapacitet te na Yo-Yo intermittent recovery testu. Isto tako, Impellizeri i suradnici (2006) bilježe pozitivni utjecaj igara na skraćenom terenu tijekom pripremnog perioda na varijabli VO2max kod vrhunskih mladih nogometaša. Slične rezultate na varijabli VO2max u svom istraživanju na mladim nogometašima objasnili su i (Arslan i sur. 2020). Navedeni rezultati istraživanja potvrđuju povećanje aerobnih enzima i aktivnosti koje su bazirane na maksimalnom primitku kisika (Rodas i sur., 2000). Obzirom da je korišteni test za procjenu izdržljivosti u ovoj studiji (IFT 30-15) sadržavao promjene smjera kretanja indikativno je da igre na skraćenom terenu unapređuju sposobnost promjena smjera kretanja, okreta i ponavljanja visoko intenzivnih aktivnosti kod nogometaša (Dellal i sur., 2012). Kako su u ovom radu na varijablama navedenim u prethodnoj rečenici također zabilježene statistički značajne promjene u rezultatima poboljšanja rezultata u testu izdržljivosti mogu se promatrati i kroz taj kontekst. Edge i suradnici (2006) govore kako visoko intenzivni trening povećava regulaciju H+ iona, puferski kapacitet i sposobnost ponavljanja sprintova, a direktno time i prolongira se utjecaj umora tijekom nogometne igre. Vezano za prethodni navod i rezultate studija može se zaključiti kako igre na skraćenom terenu mogu unaprijediti aerobnu izdržljivost, perifernu komponentu, te anaerobni energetski sustav (regulaciju H+ iona te puferski kapacitet) (Dellal i sur., 2012). U studiji Karahan (2020) zabilježeno je poboljšanje anaerobne izdržljivosti kod grupe mladih nogometaša koja je dva puta tjedno kroz osam tjedana izvodila igre na skraćenom terenu. Slične rezultate istraživanja kao i prethodni autor dobili su Aquino i suradnici (2016) u kojemu su mladi nogometaši tijekom pripremnog perioda unaprijedili razinu anaerobne izdržljivosti pomoću igara na skraćenom

terenu. Istraživanja pokazuju da visoko intenzivne ponavljanje kretnje povećavaju anaerobne enzime skeletnih mišića te direktno time i anaerobnu izdržljivost (Ross i sur., 2001). Tijekom igara na skraćenom terenu igrači upravo izvode visoko intenzivne strukture kretanja. Najčešće aktivnosti koje igrači izvode tijekom participiranja u igrama na skraćenom terenu je veliki broj promjena smjera kretanja koje uključuju akceleracije i deceleracije, te visoki broj sprintova (Hill-Hass i sur., 2010). Navedene aktivnosti i njihov broj ovisi o nekoliko vanjskih i unutarnjih faktora (veličina terena, taktička odgovornost igrača, motivacija) (Hill-Hass i sur., 2010). Uzme li se u obzir navedeno promjene u obje grupe nakon eksperimentalnog postupka mogu se objasniti napretkom u nizu sposobnosti koje pozitivno utječu na test izdržljivosti korištenom u ovom doktorskom radu.

9.4. Učinci dodatnoga pliometrijskoga treninga na subjektivni osjećaj opterećenja i na psihološki i fiziološki doživljaj opterećenja

Rezultati ovog doktorskog rada, kako je već i navedeno, pokazali su da dodatni pliometrijski trening ne utječe značajno na subjektivni osjećaj opterećenja tijekom šest tjedana kod ispitanika. Trenažni dizajn same studije bio je usmjeren na dodatni pliometrijski trening niskog volumena u trajanju od 15 minuta, te visoke učestalosti, četiri puta tjedno. Rezultatima je vidljivo da ovakav program treninga značajno utječe na neke varijable kondicijskih sposobnosti bez značajne razlike u rezultatima subjektivnog osjećaja opterećenja kod obje skupine ispitanika. Praktični doprinos ovog doktorskog rada može se promatrati kroz kontekst prethodne rečenice gdje je vidljivo da se kroz malo vremena dodatnim pliometrijskim treningom može utjecati na razvoj motoričkih sposobnosti mladih nogometaša bez utjecaja na njihov doživljaj opterećenja samog treninga. Kako se vrijednosti subjektivnog osjećaja opterećenja najčešće koriste kao markeri intenziteta treninga postoje dokazi da se može koristiti te biti osjetljiv na još neke eksterne parametre opterećenja treninga kao što je volumen ili trajanje (Green i sur., 2009, Foster i sur., 2001). Rezultati ovog doktorskog rada idu u prilog rezultatima istraživanja Foster i suradnika (2001) koji su bilježili vrijednosti parametara internog opterećenja na biciklističkom ergometru u treningu trajanja 30, 60 i 90 minuta na intenzitetu od 90% od anaerobnog praga svakog ispitanika. Autori ovog istraživanja zaključili su da povećanjem volumena treninga ne dolazi do značajnog povećanja subjektivnog osjećaja opterećenja mjerenog 30 minuta poslije treninga. Isto tako Green i suradnici (2009) u svom istraživanju su pratili vrijednosti subjektivnog osjećaja opterećenja nakon treninga trčanja na pokretnoj traci različitog volumena. Ispitanici su trčali 20, 30 i 40 minuta na intenzitetu od 70% VO2max. Rezultatima je zabilježeno da nema značajnih razlika u parametrima subjektivnog osjećaja opterećenja, međutim primijećen je trend povećanja rezultata na dionicama duljeg trčanja. Međutim, za razliku od prethodno navedenih istraživanja de Jesus i suradnici (2021) pokušali su utvrditi utjecaj trajanja treninga sa različitim intenzitetima na subjektivni osjećaj opterećenja ispitanika. Rezultatima su zaključili da volumen treninga može utjecati na subjektivni osjećaj opterećenja zajedno sa intenzitetom. Istraživanjem Fusco i suradnika (2020) na mladim plivačima pokušalo se utvrditi da li volumen treninga utječe na povećanje subjektivnog osjećaja opterećenja treninga. Rezultatima su zabilježili povećanje vrijednosti sRPE-a u dionicama plivanja jednakim intenzitetom ali većim volumenom, čime su spoznali da volumen treninga može biti faktor koji utječe na promjenu subjektivnog doživljaja opterećenja. Obzirom da je prema dostupnim informacijama i radovima autora ovog

doktorskog rada ovo prva studija koja proučava povezanost i utjecaj pliometrijskog treninga na varijable internog opterećenja kod nogometaša rezultatima je vidljivo da volumen i intenzitet dodatnog pliometrijskog treninga nije značajno utjecao na promjene u subjektivnom osjećaju opterećenja.

Isto tako ovo je prva studija koja proučava povezanost pliometrijskog treninga sa psihološkim i fiziološkim doživljajem opterećenja dobivenog putem wellness upitnika. Rezultatima je vidljivo da postoje značajne razlike između eksperimentalne i kontrolne skupine u prva dva tjedna eksperimentalnog postupka, dok u ostala četiri tjedna statistički značajnih razlika u rezultatima nema. Kako su prosječne ocjene upitnika kod kontrolne skupine bile značajno niže te je ukupni wellness mladih nogometaša iz ove skupine tijekom prva dva tjedna programa bio narušen navedeno se može objasniti realiziranim utakmicama tijekom prva dva tjedna eksperimentalnog postupka. U sumarnim parametrima tijekom 6 tjedana realizacije eksperimentalnog postupka vidljivo je da su tijekom prva dva tjedna realizirane 4 natjecateljske utakmice. Obzirom da je 44 % ispitanika kontrolne skupine participiralo u prvoj postavi tijekom tih utakmica narušeni wellness može biti pod utjecajem ovog čimbenika. Rezultati ovog rada i sniženje razine wellnessa tijekom prva dva tjedna kod kontrolne grupe potvrđuju i istraživanja O´Connor i suradnika (1991) i Morgan i suradnika (1988) u kojima su tijekom povećanog volumena plivačkog treninga u razdoblju od 3 dana i u razdoblju od 10 dana zabilježena značajna pogoršanja ocjena doživljaja psihološkog i fiziološkog stresa. Isto tako Hooper i suradnici (1995) u svom istraživanju uvidjeli su povećanje razine mišićnog zamora tijekom natjecateljskog perioda u razdoblju povećanog volumena treninga kod vrhunskih plivača. U navedenom istraživanju spoznali su da akumulacijom trenažnog opterećenja može doći do povećanja percepcije sportaša u kontekstu mišićnog zamora. Također istraživanje Moalla i suradnika (2016) pokazalo je značajnu korelaciju između povećanog volumena trenažnih dana i snižene razine wellnessa kod vrhunskih nogometaša tijekom 16 tjedana. Isto tako Thorpe i suradnici (2015) u svom su istraživanju zabilježili značajnu korelaciju između povećanog opterećenja jednog trenažnog dana i osjećaja umora tijekom natjecateljskog perioda vrhunskih nogometaša. Također, kao i u prethodnim istraživanjima Buccheit i suradnici (2013) spoznaju kako se pomoću osjećaja psihološkog i fiziološkog umora kao i varijabilnosti srčane frekvencije može promatrati promjena u ukupnom trenažnom opterećenju tijekom pripremnog perioda kod vrhunskih igrača australskog nogometa.

10. ZAKLJUČAK

Ovim istraživanjem pokušalo se utvrditi koliki su učinci dodatnog pliometrijskog treninga u trajanju od 15 minuta, 4 puta kroz 6 tjedana na kondicijsku pripremljenost i na neke parametre internog trenažnog opterećenja. Dosadašnjim istraživanjima utvrđeni su pozitivni efekti pliometrijskog treninga različitog volumena i modaliteta na različite aspekte kondicijske pripremljenosti, međutim mali je broj istraživanja koja objašnjavaju koliko pliometrijski trening utječe na subjektivni osjećaj opterećenja (sRPE) te razinu osjećaja fiziološkog i psihološkog opterećenja (Wellness upitnik). Navedeno je postavilo temelj za provedbu istraživanja te utvrđivanje utjecaja ovakvog modaliteta pliometrijskog treninga na kondicijsku pripremljenost i razine internog trenažnog opterećenja.

Testovima procjene razine kondicijskih sposobnosti tijekom inicijalnog mjerenja utvrdilo se da ispitanici ove studije imaju približnu razinu treniranosti u odnosu na ispitanike iz pregleda dosadašnjih istraživanja. Obzirom na tu činjenicu zaključke ovog doktorskog rada moguće je proširiti i na sportaše različitih sportskih igara.

Ovim istraživanjem utvrđeno je da pliometrijski trening značajno utječe na varijable eksplozivne jakosti tipa skoka. Isto tako, iako je u nekim varijablama zabilježena značajna promjena u rezultatima i kod eksperimentalne i kod kontrolne grupe važno je napomenuti da je trend poboljšanja rezultata na strani grupe koja je izvodila pliometrijski trening. Posebice je to vidljivo kod varijabli eksplozivne jakosti tipa sprinta na kratkim udaljenostima te u sposobnosti ponavljanja sprintova (RSAnaj i RSApro). Jedan od ciljeva ove doktorske disertacije bio je utvrditi razlike u subjektivnom osjećaju opterećenja kao i u fiziološkom i psihološkom doživljaju opterećenja. Rezultati su pokazali kako ovakvim modalitetom pliometrijskog treninga nema značajnih razlika između grupa na razini subjektivnog osjećaja opterećenja (sRPE) te psihološkog i fiziološkog doživljaja opterećenja (Wellness upitnik).

Rezultati ovog rada idu u prilog činjenici da je nakon šestotjednog pliometrijskog treninga u trajanju od 15 minuta moguće očekivati značajne promjene u razini kondicijske pripremljenosti bez povećane razine internog opterećenja kod mladih nogometaša. Pozitivne promjene na kondicijskim sposobnostima mogu se očekivati na razini eksplozivne jakosti tipa skoka i sprinta te na sposobnosti ponavljanja sprintova. Čime se može utvrditi da ovakav dizajn dodatnog pliometrijskog treninga može biti jedna od komponenata integralnog razvoja mladih nogometaša zbog utjecaja na veći broj kondicijskih sposobnosti i bez straha od pojave pretreniranosti. Osim toga može ga se i razmatrati kao važnu strategiju dugoročnog razvoja mladih sportaša.

11. LITERATURA

1. Aagaard, P., Simonsen E.B., Andersen, J.L., Magnusson, P., Dyhre-Poulsen, P. (2002) Increased rate of force developement and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *Journal of Applied Phyisiology,* 93, 1318-1326.
2. Akubat, I., Barret, S., Abt, G. (2014) Integrating the internal and external training loads in soccer. *International Journal of Sport Physiology and Performance,* 9(4), 457-462.
3. Akubat, I., Patel, E., Barett, S., Abt, G. (2013) Methods of monitoring the training and match load and their relationship to changes in fitness in professional youth soccer players. *Journal of Sport Sciences,* 30(14), 1473-1480.
4. Alexoiu, H., Coutts, J. (2008) A comparison of methods used for quantifying internal training load in woman soccer players. *International Journal of Sport Physiology and Performance*, 3(3), 320-330.
5. Anderson, T. (1996) Biomechanics and running economy. *Sports Medicine,* 22,76-89.
6. Angeli, A., Minetto, M., Dovio A., Paccotti, P. (2004) The overtraining syndrome in athletes: a stress-related disorder. *Journal of Endocrinological Investigation,* 27(6), 603-612.
7. Aquino, R.L.D.Q.T., Goncalves, L.G.C., Oliveira, L.D.P., Tourinho-Filho, H., Puggina, E.F. (2016) Effects of 22 weeks of training on functional markers and match performance of young soccer players. *Moritz: Revista de Educacao Fisica,* 22(2), 93-101.
8. Arnason A., Sigurdsson SB., Gudmundsson A., Holme I., Engebretsen L., Bahr R. (2004). Physical fitness, injuries, and team performance in soccer. *Medicine and Science in Sport and Exercise,* 36 (2), 278-285.
9. Arslan, E., Orer, G.E., Clemente, F.M. (2020) Running-based high-intensity interval training vs. small-sided game training programs: effects on the physical performance, psychophysiological responses and technical skills in young soccer players. *Biology of Sport*, 37(2), 165-173.
10. Asadi, A., Arazi, H. (2012). Effects of high-intensity plyometric training on dynamic balance, agility, vertical jump and sprint performance in young male basketball players. *Journal of Sport and Health Research*, 4 (1), 35-44.
11. Asadi, A. (2013) Effects of in-season short term plyometric training on jumping and agility performance of basketball players. *Sport Sciences for Health*, 9, 133-137.

12. Asadi A., Ramirez-Campillo R., Arazi H., Saez de Villareal E. (2018) The effects of maturation on jumping ability and sprint adaptations to plyometric training in youth soccer players. *Journal of Sport Sciences*, 36(21), 2405:2411.
13. Baker, D. (1996) Improving vertical jump performance through general, special, and specific strength training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 10, 131-136.
14. Balsalobre-Fernandez, C., Santos-Concejero, J., Grivas, G.V. (2016) Effects of strength training on running economy in highly trained runners. A systematic review with meta-analysis of controled trials. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30, 2361-2368.
15. Bangsbo, J. (1994) Energy demands in competitive soccer. *Journal of Sport Science*, 12, 5-12.
16. Banister, E.W. (1991) Modeling elite athletic performance, U: MacDougall, J.D., Green, H.J., Wenger, H.A. Physiological testing of the high performance athlete. *Campaign, IL: Human Kinetics,* 403-424.
17. Barnes C., Archer DT., Hogg B., Bush M., Bradley PS. (2014). The evolution of physical and technical performance parameters in the English Premier League. *International Journal of Sport Sciences,* 35(13), 1095-1100.
18. Beato M., Bianchi M., Coratella G., Merlini M., Drust., B. (2018). Effects of Plyometric and Directional training on speed and jump performance in elite youth soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 32(2), 289-296.
19. Beato, M., Jamil M. (2017) Intra system reliability of SCIS: video-tracking system (Digital.Stadium) for performance analysis in football. *Journal of Sport Medicine Physical Fitness*, 58(6), 831-836.
20. Bedoya, A.A., Miltenberger, M.R., Lopez, R.M. (2015) Plyometric training effects on athletic performance in youth soccer athletes: a systematic review. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(8), 2351-2360.
21. Behrens, M., Mau-Moeller, A., Bruhn, S. (2014) Effects of plyometric training on neural and mechanical properties of the knee extensor muscles. *International Journal of Sports Medicine*, 35(2), 101-119.
22. Bishop, D., Girard, O., Mendez-Villanueva, A. (2011) Repeated-sprint ability-part II: recommendations for training. *Sports Medicine,* 41(9), 741-756.
23. Bourdon, P.C., Cardinale, M., Murray, A. (2017) Monitoring athlete training loads: Consensus statement. *International Journal of Sports Physiology and Performance,* 12, S2-S161-S2-2170.

24. 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. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(10), 2715-2722.
25. Buchheit, M., Bishop, D., Haydar, B., Nakamura, F.Y. & Ahmaidi, S. (2010). Physiological responses to shuttle repeated-sprint running. *International Journal of Sports Medicine*, 31, 402-409.
26. Buchheit, M. (2010) The 30 – 15 Intermitten Fitness Fitness test: 10 year review. *Myorobie Journal* 10(1), 1-9.
27. Buccheit, M., Racinais, S., Bilsboroughc, J.C., Bourdona, P.C., Vossa, S.C., Hockingc, J., Coutts, A.J. (2013) Monitoring fitness, fatigue and running performance during a pre-season training camp in elite football players. *Journal of Science and Medicine i Sport*, 16, 550-555.
28. Bujalance-Moreno, P., Pinillos, F.G., Latorre Roman, P.A. (2017) Effects of a small-sided game-based training programme on repeated sprint and change of direction abilities in recreationally-trained football players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness,* 58, 1021-1028.
29. Burgess, D.J., Naughton, G.A. (2010) Talent developement in adolescent team sports: A review. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 5, 103-116.
30. Castagna C., D'Ottavio S., Abt G. (2003). Activity profile of young soccer players during actual match play. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(4), 775-780.
31. Chaabene, H., Negra, Y. (2017) The effects of plyometric training volume on athletic performance in prepubertal male soccer players. *The International Journal of Sports Physiology and Performance,* 12(9), 1205-1211.
32. Chaabene, H., Negra, Y., Moran, J., Prieske, O., Sammoud, S., Ramirez-Campillo, R., Granacher, U. (2021) Plyometric training improves not only measures of linear speed, power, and change-of-direction speed but also repeated sprint ability in young female handball players. *Journal of strength and conditioning research,* 35(8), 2230-2235.
33. Chamari, K., Hachana, Y., Ahmed, Y.B., Galy, O., Sghaier, F., Chatard, J.C., Hue, O., Wisloff, U. (2004) Field and laboratory testing in young elite soccer players. *British Journal of Sport Medicine,* 38, 191-196.
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. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 28, 3121-3127.

35. Chelly. M.S., Ghenem, M.A., Abid, K., Hermassi, S., Tabka, Z., Shephard, R.J. (2010) Effects of in-season program on leg power, jump and sprint performance of soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24, 2670-2676.
36. Chimera, N.J., Swanik, K.A., Swanik, C.B., Straub, S.J. (2004) Effects of plyometric training on muscle-activation strategies and performance in female athletes. *Journal of Athletic Training,* 39, 24-31.
37. Christopher, J., Beato. M. & Hulton, AT. (2016). Manipulation of exercise to rest ration within set duration on physical and technical outcomes during small-sided fames in elite youth soccer players. *Human movement science,* 48, 1-6.
38. Christou, M., Smilios, I., Sortiropulos, K., Volaklis, K., Pilianidis, T., Tokmakidis, S.P. (2006) Effects of resistance training on the physical capcities of adolescent soccer players. *Journal of Strenght and Conditioning Research*, 20, 783-791.
39. 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 treining. *Biology of sport,* 34(2), 137-148.
40. Chu, D.A., i Myer, G.D. (2013). Plyometrics. *Champaign:Human Kinetics*
41. Daniels, J. (1998) Daniel s running formula. *Human Kinetics, Champaign, III.*
42. Datson, N., Hulton, A., Andersson, H., Lewis, T., Weston, M., Drust, B. (2014) Applied physiology of female soccer: an update. *Sports Medicine,* 44(9), 1225-1240.
43. Dellal, A., Hill-Haas, S., Lago-Penas, C., Chamari, K. (2011) Small-sided game sin soccer: Amateurs vs. Professional players physiological responses, physical, and technical activities. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 25, 2371-2381.
44. Dellal, A., Varliette, C., Owen, A., Chirico, E.N., Pialoux, V. (2012) Small-sided games versus interval training in amateur soccer players: Effects on the aerobic capacity and the ability to perform intermittent exercises with changes of direction. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 26, 2712-2720.
45. Dello Iacono, A., Beato, M., Unnithan, V. (2021) Comparative effects of game profile-based training and small-sided games on physical performance of elite young soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 35(10), 2810-2817.
46. Dello Iacono, A., Martone, D., Milic, M., Padulo, J. (2017) Vertical vs. Horizontal- oriented drop jump training: chronic effects on explosive performances of elite handball players. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 31(4), 921-931.

47. Di Salvo, V., Baron, R., Tschan, H., Calderon Montero, F.J., Bachl, N., Pigozzi, F. (2007) Performance characteristics according to playing position in elite soccer. *International Journal of Sports Medicine,* 28(3), 222-227.
48. Diallo O., Dore E., Duche P., van Praagh E. (2001) Effects of plyometric training followed by reduced training programme on physical performance in prepubsecent soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41(3), 342-348.
49. Ebben, W.P., Fauth, M.L., Graceau, L.R., Petushek, E.J. (2011) Kinetic quantification of plyometric exercise intensity. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 25(12), 3288-3298.
50. Edge, J., Hill-Hass, S., Goodman, C., Bishop, D. (2006) Effects of resistance training on H+ regulation, buffer capacity, and repeated sprints. *Medicine and Science in Sports and Exercise,* 38, 2004-2011.
51. Edwards, S. (1993) High performance training and racing. U: Edwards, S. i sur. *The heart rate monitor book. Sacramento, CA: Fleet Feet Press*, 113-123.
52. Fachina, R., Martins, D., Montrager, P., Borin, JP., Vancini, RL., Andrade, MD. (2017) Combined plyometric and strength training improves repeated sprint ability and agility in young male basketball players. *Gazzeta Medica Italiana Archivio per le Scienze Mediche,* 176(3), 75-84.
53. Faigenbaum, A.D., Chu, D.A. (2001) Plyometric training for Children and Adolescents. *Indianapolis: American College of Sports Medicine (ACSM).*
54. Faude O., Koch T., Meyer T. (2012). Straight sprinting is the most frequent action in goal situation in professional football. *Journal of Sport Sciences,* 30(7), 625-631.
55. Faude, O., Roth, R., Giovine, D.D., Zahner, L., Donath, L. (2013) Combined strength and power training in high-level amateur football during the competitive season: a randomised-controled trial. *Journal of Sport Science,* 31(13), 1460-1467.
56. 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.
57. Foster, C., Boullosa, D., McGuigan, M., Fusco, A., Cortis, C., Arney, B.A., Orton, B. i sur. (2021) 25 years of session rating of percieved exertion: Historical perspective and developement. *Inernational Journal of Sports Physiology and Performance,* 16, 612-621.
58. Fusco, A., Knutson, C., King, C., Mikat, R.P., Porcari, J.P., Cortis, C., Foster, C. (2020) Session RPE during prolonged exercise training, *International Journal of Sports Physiology and Performance,* 15(2):292-294.

59. Gabbett, T.J., Whyte, D., Hartwig, T., Wescombe, H., Naughton, G. (2014) The relationship between workload, physical performance, injury and illness in adolescent male football players. *Sports Medicine,* 44, 989-1003.
60. Gabriel, D.A., Kamen, G., Frost, G. (2006) Neural adaptations to resistive exercise: mechanisms and recommendations for training practices. *Sports Medicine,* 36, 133-149.
61. Garcia-Pinillos, F., Lago-Fuentes, C., Latorre-Roman, P.A., Pantoja-Vallejo, A., Ramirez Campillo, R. (2020) Jump-rope training: Improved 3-km time-trial performance in endurance runners via enhanced lower-limb reactivity and foot-arch stiffness. *International Journal of Sport Physiology and Performance,* 12, 1-7.
62. Glaister, M. (2005). Multiple sprint work: Physiological responses, mechanisms of fatigue and the influence of aerobic fitness. *Sports Medicine,* 35(9), 757-777.
63. Gallo, T.F., Cormack S.J., Gabbett, T..J., Lorenzen, C.H. (2017) Self-reported wellness profiles of professional australian football players during the competition phase of the season. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(2), 495-502.
64. Gallo, T.F., Cormack, S.J., Gabbett, T.J. (2016) Pre-training percieved wellness impacts training output in Australian football players, *Journal of Sports Science,* 34(15), 1445-1451.
65. Gastin, P.B., Meyer, D., Robinson D. (2013) Perceptions of wellness to monitor adaptive responses to training and competition in elite australian football. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 27(9), 2518-2526.
66. Girrard, O., Mendez-Villanueva, A., Bishop, D. (2011) Repeated sprint ability-part I. *Sports Medicine*, 41, 673-694.
67. Gorostiaga, E.M., Izquierdo, M., Ruesta, M., Iribarren, J., Gonzalez-Badillo, J.J., Ibanez, J. (2004) Strength training effects on physical performance and serum hormones in young soccer players. *European Journal of Applied Physiology,* 91, 698-707.
68. Green, J., Matthew, McIntosh, J.R., Hornsby, J., Timme, L., Gover, L., Mayes, J.L. (2009) Effects of exercise duration on session RPE at an individualized constant work-load. *European Journal of Applied Physiology.* 107(5), 501-507.
69. Haddad, M., Chaouachi, A., Wong, D.P., Castagna, C., Hambli, M., Hue, D., Chamari, K. (2013) Influence of fatigue, stress, muscle soreness and sleep on percieved exertion during submaximal effort. *Physiology and Behavior*, 119, 185-189.
70. de Hoyo, M., Gonzalo-Skok, O., Sañudo, B., Carrascal, C., Plaza-Armas, J. R., Camacho-Candil, F., & Otero-Esquina, C. (2016). Comparative Effects of In-Season Full-Back Squat,

Resisted Sprint Training, and Plyometric Training on Explosive Performance in U-19 Elite Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(2), 368-377.

71. Haddad, M., Stylianides, G., Djaoui, L., Dellal, A., Chamari K. (2017) Session-RPE method for training load monitoring: Validity, ecological usefulness, and influencing factors. *Frontiers in Neuroscience*, 2 (11), 612.
72. Hakinen, K., Alen, M., Komi, P.V. (1985) Changes in isometric force and relaxation-time, electromyographic and muscle fibre characteristics of human skeletal muscle during strength training and detraining. *Acta Physiologica Scandinavica,* 125, 573-585.
73. Halson, S. (2014) Monitoring training load to understand fatigue in athletes. *Sports Medicine,* 44, 139-147.
74. Hammami M., Gaamouri N., Shephard RJ., Chelly MS. (2019) Effects of contrast training vs. Plyometric training on lover-limb explosive performance, ability to change direction and neuro-muscular adaptation in soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 33(8), 2094-2103.
75. Hammami, A., Gabbett, T., Slimani, M., Bouhlel, E. (2017) Does small-sided games training improve physical-fitness and specific skills for team sports? A systematic review with meta-analysis. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness.*
76. Hermassi, S., Gabbet, T., Ingebrigtsen, J., Van Den Tillaar, R., Chelly, M., Chamari, K. (2014) Effects of a short-term in-season plyometric training program on repeated-sprint ability, leg power and jump performance of elite handball players. *International Journal of Sport Science and Coaching,* 9(5), 1205-1216.
77. Rengers, T.A., Orr, S.C., Marks, C.R.C., Hew-Butler, T., Choi, M.D., Butcher, S.J., Drignei, D., Briwn, E.C. (2021) Effects of high.intensity interval training protocols on liver enzymes and wellness in woman. *Journal of Sports Medicine.*
78. Hill-Hass, C., Coutts, A.J., Roswell, G.J., Dawson, B.T. (2009) Generic versus small-sided game training in soccer. *International Journal of Sports Medicine,* 30, 636-642.
79. Hill-Hass, C., Coutts, A., Dawson, B., Roswell, G. (2010) Time-motion characteristics and physiological responses of small-sided games in elite youth players: the influence of player number and rule changes. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 24(8), 2149-2156.
80. Hirayama, K., Iwanuma, S., Ikeda, N., Yoshikawa, A., Ema, R.,Kawakami Y. (2017) Plyometric training favors optimizing muscle-tendon behavior during depth jump. *Frontiers in Physiology*, 8(16), 16.

81. Hooper, S.L., Mackinnon, L.T. (1995) Monitoring overtraining in athletes. Recommendations. *Sports Medicine*, 20(5), 321.327.
82. Hooper, S.L., Mackinnon, L.T., Howard, A., Gordon R.D., Bachmann, A.W. (1995) Markers for monitoring overtraining and recovery. *Medicine Science in Sports and Exercise,* 27(1), 106-112
83. Huxley, D.J., O Connor, D., Healey, P.A. (2014) An examination of the training profiles and injuries in elite youth track and field athletes. *European Journal of Sport Sciences,* 14, 185-192.
84. Impellizzeri, F.M., Rampinini, E., Castagna, C., Bishop, D., Ferrari Bravo, D., Tibaudi, A. (2008) Validity of repeated-sprint test for football. *International Journal of Sports Medicine*, 29, 899-905.
85. Impellizeri, F.M., Marcora, S.M., Castagna, C., Reilly, T., Sassi, A., Iaia, F.M., Rampinini, E. (2006) Physiological and performance effects of generic versus aspecific aerobic training in soccer players. *International Journal of Sports Medicine,* 27, 483-492.
86. Impellizeri, F.M., Rampinini, E., Coutts, A.J., Sassi, A., Marcora, S.M. (2004) Use of RPE-based training load in soccer. *Medicine and Science in Sport and Exercise,* 36, 1042-1047.
87. Ingle, L., Sleap, M., Tolfrey, K. (2006) The effects of a complex training and detraining programme on selected strength and power variables in early pubertal boys. *Journal of Sport Sciences*, 24:987-997.
88. Jensen, R.L., Ebben, W.P. (2007) Quantifiying plyometric intensity via rate of force developement, knee joint, and ground reaction forces. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 21(3), 763-767.
89. Jensen, J., Randers, M., Krustrup, P., Bangsbo, J. (2007) Effects of additional in-season aerobic high-intensity drills on physical fitness of elite football players. *Journal of Sports Science Medicine, 6*(10), 79.
90. Jeong, T.S., Reilly, T., Morton, J., Bae, S.W., Drust, B. (2011) Quantification of the physiological loading of one week of „pre-season“ and one week of „in-season“ training in professional soccer players. *Journal of Sports Sciences,* 29, 1161-1166.
91. de Jesus, R.S., Batista, R.E.S., Santos, V.M.E., Ohara, D., Alves, E.D.S., Ribeiro, L.F.P. (2021) Exercise duration affects session rating of percieved exertion as a function of exercise intensity. *Perceptual and Motor Skills*, 0(0), 1-17.
92. Jlid MC., Racil G., Coquart J., Paillard T., Bisciotti GN., Chamari K. (2019). Multidirectional plyometric training: Very efficient way to improve vertical jump

performance, change of direction performance and dynamic postrural control in young soccer players. *Frontiers in physiology,* 9:10, 1462.

93. Kotzamanidis, C. (2006) Effect of plyometric training on running performance and vertical jumping in prepubertal boys. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 20, 441-445.
94. Krakan, I., Milanović, L., Belčić, I. (2020) Effects of plyometric and repeated sprint training on physical performance. *Sports (Basel),* 8 (7), 91.
95. Lago-Penas, C., Rey, E., Lago-Ballesteros, J.,Domingue, E., Casais, L. (2013) Seasonal variations in body composition and fitness parameters according to individual percentage of training completion in professional soccer players. *International Sports Medicine Journal,* 27(9), 2414-2419.
96. Legerlotz, K., Marzliger, R., Bohm, S., Arampatzis, A. (2016) Physiological adaptations following resistance training in youth athletes- A narrative review. *Pediatric Exercise Science,* 28, 501-520.
97. Loturco, I., Pereira, L. A., Kobal, R., Zanetti, V., Kitamura, K., Abad, C. C. C., & Nakamura, F. Y. (2015). Transference effect of vertical and horizontal plyometrics on sprint performance of high-level U-20 soccer players. *Journal of sports sciences*, 33(20), 2182-2191.
98. Lum, D., Tan, F., Pang, J., Barbosa T.M. (2016) Effects of intermittent sprint and plyometric training on endurance running performance, *Journal of Sport and Health Science,* 8(5), 471-477.
99. Manzi, V., Iellamo, F., Impellizzeri, F., D Ottavio, S., Castagna, C. (2009) Relationship between indicators of training load in soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 27, 369-374.
100. McLean, B.D. Coutts A.J., Kelly, V., McGuigan, M.R., Cormack S.J. (2010) Neuromuscular, endocrine, and perceptual fatigue responses during different length between-match microcycles in professional rugby league players. *Inernational Journal of Sports Physiology and Performance*, 5, 367-383.
101. Marynowicz, J., Kikut, K., Lango, M., Horna, D., Andrzejewski, M. (2020) Relationship between the session-RPE and external measures of training load in youth soccer training, *Journal of Strength and Conditioning Research,* 34(10), 2800-2804.
102. Markovic, G. (2007) Does plyometric training improve vertical jump height? A meta-analytical review. *British Journal of Sports Medicine,* 41, 349-355.
103. Markovic, G. & Mikulic, P. (2010). Neuro-muskuloskeletal and perfomance adaptation to lower-extremity plyometric training. *Sports Medicine*, 40, 859-895.

104. Marta, C., Marinho, D.A., Barbosa, T.M., Izquierdo, M., Marques, M.C. (2013) Effects of concurrent training on explosive strength and VO2max in prepubescent children. *International Journal of Sports Medicine,* 34, 888-896.
105. Mazurek, K., Zmijewski, P., Makaruk, H., Mroz, A., Czajkowska, A., Witek, K., Bodasinski, S., Lipisnka P. (2018) Effects of short-term plyometric training on physical performance in male handball players. *Journal of Human Kinetics,* 24(63), 137-148.
106. McCall, A., Davison, M., Andersen, T.E., i sur. (2015) Injury prevention strategies at the FIFA 2014 world cup: perceptions and practices of the physicians from the 32 participating national teams. *British Journal of Sports Medicine,* 49(9), 603-608.
107. McGuigan, M.R., Foster, C. (2004) A new approach to monitoring resistance training. *Strength and Conditioning Journal,* 26(6), 42-47.
108. McKinlay BJ., Wallace P., Dotan R., Long D., Tokuno C., Gabriel DA. (2018). Effects of plyometric and resistance training on muscle strength, explosiveness and neuromuscular function in young adolescent soccer players. *Journal of strenght and conditioning research,* 32 (11), 3039-3050.
109. McLaughlin, E.J. (2001) A comparisson between two training programs and their effects on fatigue rates in woman. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 15, 25-29.
110. McMahon, J.J., Comfort, P., Pearson, S. (2012) Lower limb stiffness: effect on performance and training considerations. *Strength and Conditioning Journal,* 34(6), 94-101.
111. Meylan, C., & Malatesta, D. (2009) Effects of in-season plyometric training within soccer practice on explosive actions of young players. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 23(9), 2605-2613.
112. Michalidis Y., Fatouros I., Primpa E., Michalidis C., Avloniti A., Chatzinikolaou, Barebero-Alvarez JC., Tsoukas D., Dourodos II., Draganidis D., Margonis K., Berberidou F., Kambas A. (2013) Plyometrics trainability in preadolescent soccer athletes. *Journal of strenght and conditioning research,* 27(1), 38-49.
113. Michalidis Y., Tabouris A., Metaxas T. (2019) Effects of plyometric and directional training on physical fitness parameters in youth soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance,* 14(3), 392-398.
114. Miller, M.G., Herniman, T.J., Ricard, M.D., Cheatham, C.C., Michael T.J. (2006) The effects of a 6-week plyometric training porpgram on agility. *Journal of Sport Sciences and Medicine,* 5, 459-465.

115. Moalla, W., Fessi, M.S., Farhat, F., Nouira, S., Wong, D.P., Dupont, G. (2016) Relationship between daily training load and psychometric status of professional soccer players. *Research in Sports Medicine,* 24(4), 387-394.
116. Morin, J.B., Bourdin, M., Edouard, P., Peyrot, N., Samozino, P., Lacour, J.R. (2012) Mechanical determinants of 100-m sprint running performance. *European Journal of Applied Physisiology,* 112, 3921-3920.
117. Mohr, M., Krustrup, P., & Bangsbo, J. (2005). Fatigue in soccer: a brief review. *Journal of Sports Science,* 23, 593-599.
118. Mohr, M., Krustrup, P. & Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference do development of fatigue. *Journal of Sports Science,* 21, 519-528.
119. Morgan, W.P., Costill, D.L., Flynn, M.G., Raglin, J.S., O Connor, P.J. (1988) Mood disturbance following increased training in swimmers. *Medicine Science in Sports and Exercise,* 20(4), 408-414.
120. Myers, A.M., Beam, N.W., Fakhoury, J.D. (2017) Resistance training for children and adolescents. *Translational pediatrics,* 6, 137-143.
121. Negra Y., Chaabene, H., Hammami, H., Hachana, Y., Granacher, U. (2016) Effects of high-velocitiy resistance training on athletic performance in prebubereal male soccer athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 30(12), 3290-3297.
122. Negra, Y., Chaabene, H., Fernandez-Fernandez, J., Sammoud, S., Bouguezzi, R., Prieske, O., Granacher, U. (2020) Short-term plyometric jump training improves repeated-sprint ability in prepuberal male soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 31(11), 3241-3249.
123. Negrete, R., Brophy, J. (2000) The relationship between isokinetic open and closed chain lower extremity strength and functional performance. *Journal of Sport Rehabilitation,* 9, 46-61.
124. Nunez, V.M., Da Silva-Grigoletto, M.E., Castillo, E.F., Poblador, M.S., Lancho, J.L. (2008) Effects of training exercises for the developement of strength and endurance in soccer. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 22, 518-524.
125. Noakes, T. (1991) Lore of running. *Leisure press, Champaign, III.*
126. O Connor, P.J., Morgan, W.P., Raglin, J.S. (1991) Psychobilogic effects od 3 d of increased training in female and male swimmers. *Medicine Science in Sports and Exercise,* 23(9), 1055-1061.

127. Owen, A.L., Dunlop, G., Rouissi, M. (2016) Analysis of positional training loads (rating of percieved exertion) during various-sided games in European professional soccer players. *International Journal of Sports Science and Coaching,* 11, 374-381.
128. Owen, A.L., Wong, D.P., Paul, D., Dellal, A. (2012) Effects of periodized small-sided game training intervention on physical performance in elite proffesional soccer. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(10), 2748-2754.
129. Ozbar, N., Ates, S., & Agopyan, A. (2014). The effect of 8-week plyometric training on leg power, jump and sprint performance in female soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(10), 2888-2894.
130. Pedersen M., Vorup J., Nistrup A., Wikman JM., Alstrom JM., Melcher PS. (2017) Effects of team sports and resistance training on physical function, quality of life and motivation in older adults. *Scandinavian Journal of Medicine Science and Sport*s, 27(8), 852-864.
131. Reilly, T. (1996) Science and soccer. *London: E & FN Spon.*
132. Pienaar, C., Coetzee, B. (2013) Changes in selected physical, motor performance and anthropometric components of university-level rugby players after one microcycle of a combined rugby conditioning and plyometric training program. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 24, 398-415.
133. Plisk, S.S. (2000) Speed, agility and speed endurance developement. U: Essentials of Strength Training and Conditioning (2nd ed.). Baechle, T.R., Earle, R.W. *Human Kinetics.* 427-470.
134. Razmirez-Campillo, R., Gentil, P., Negra, Y., Grgic, J., Girard, O. (2021) Effects of plyometric jump training on repeated sprint ability in athletes: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine,* 51(10), 2165-2179.
135. Ramirez-Campillo, R., Meylan, C., Alvarez, C., Henriquez-Olguin, C., Martinez, C., Canas-Jammet, R., Andrade, D.C., Izquierdo, M. (2014) Effects of in-season low-volume high intensity plyometric training on explosive actions and endurance of young soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 28, 1335-1342.
136. Ramírez-Campillo, R., Burgos, C. H., Henríquez-Olguín, C., Andrade, D. C., Martínez, C., Álvarez, C., ... & Izquierdo, M. (2015). Effect of unilateral, bilateral, and combined plyometric training on explosive and endurance performance of young soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 29(5), 1317-1328.
137. Ramírez-Campillo, R., González-Jurado, J. A., Martínez, C., Nakamura, F. Y., Peñailillo, L., Meylan, C. M., ... & Izquierdo, M. (2016). Effects of plyometric training and creatine

supplementation on maximal-intensity exercise and endurance in female soccer players. *Journal of Science and Medicine in Sports,* 19(8), 682-687.

138. Ramirez-Campillo R., Vergara-Pedreros M., Henriquez-Olguin C., Martinez-Salazar C., Alvarez C., Nakamura F.Y., De La Fuente C.I., Caniuqueo A., Alonso-Martinez A.M., Izquierdo M. (2016) Effects of plyometric training on maximal-intensity exercise and endurance in male and female soccer players. *Journal of Sport Sciences,* 34, 678-693.
139. Ramirez-Campillo R., Garcia-Pinillos, F., Garcia-Ramos, A., Yanci, J., Gentil, P., Chaabene, H., Granacher, U. (2018) Effects of different plyometric training frequencies on components of physical fitness in amateur female soccer players. *Frontiers in Physiology,* 9 , 934.
140. Ramirez-Campillo, R., Alvarez, C., Gentil, P., Loturco, I., Sanchez-Sanchez, J., Izquierdo, M., Moran, J., Nkamura, F.Y., Chaabene, H., Granacher, U. (2020) Sequencing effects if plyometric training applied before o rafter regular soccer training on measures of physical fitness in young players. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 34(7), 1959-1966.
141. Reilly, T. (1996) Science and soccer. *London: E&FN Spon.*
142. Rampinini, E., Impellizzeri, F.M., Castagna, C., Abt, G., Chamari, K., Sassi, A. (2007) Factors influencing physiological responses to small-sided soccer games. Journal of Sport Sciences, 25:659-666.
143. Rimmer, E., Sleviert, G. (2000) Effects of a plyometric s intervention program on sprint performance. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 14, 395-301.
144. Robinson, B.M., Owens, B. (2004) Five-week program to increase agility, speed and power in preparation phase of a yearly training plan. *Strength and Conditioning,* 26(5), 30-35.
145. Rodas, G., Ventura, J., Cadefau, J., Cusso, R., Parra, J. (2000) A short training programme for the rapid improvement of both aerobic and anaerobic metabolism. *European Journal of Applied Physiology*, 82(5-6), 480-486.
146. Rodriguez-Fernandez, A., Sanchez, J., Rodriguez-Maroyo, J., Casamichana, D., Villa, J. (2017) Effects of 5-week pre-season small-sided-game based training on repeat sprint ability. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 57, 529-536.
147. Rodriguez-Maroyo, J.A., Antonan, C. (2005) Validity of the session rating of percieved exertion for monitoring exercise demands in youth soccer players. *Inernational Journal of Sports Physiology and Performance*, 10, 404-407.

148. Ross, A., Lewitt, M. (2001) Long-term metabolic and skeletal muscle adaptations to short-sprint training. *Sports Medicine,* 31(15), 1063-1082.
149. Rossler R., Donath L., Verhagen E., Junge A., Schweizer T., Faude O. (2014). Exercise-based injury prevention in child and adolescent sport: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine,* 44(12), 1733-1748.
150. Salaj, S., Markovic, G. (2011) Specificity of jumping, sprinting, and quick change-of-direction motor abilities. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 25, 1249-1255.
151. Schmidtbleicher, D. (1992) Training for power events. U Komi, P.V. (ur.), Strength and Power in Sport. Oxford, Engleska: Blackwell Scientific Publications, 381-395.
152. Scott, B.R., Lockie, R.G., Knight, T.J., Clark, A.C., Janse de Jonge, X. (2013) A comparison of methods to quantify the in-season training load of professional soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance,* 8(2), 195-202.
153. Saez de Villarreal, E. S., Suarez-Arrones, L., Requena, B., Haff, G. G., & Ferrete, C. (2015). Effects of plyometric and sprint training on physical and technical skill performance in adolescent soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(7), 1894-1903.
154. Saez de Villareal, ESS., Kellis, E., Kraemer, J.W., Izquierdo, M. (2009) Determining variables of plyometric training for improving jump height performance: A meta-analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 23, 495-506.
155. Saez de Villareal, ESS., Requena, B., Newton, R.U. (2010) Does plyometric training improve strength performance? A meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sports,* 13, 513-522.
156. Saez de Villareal, S.S.S., Requena, B., Newton, R.U., (2012) The effects of plyometric training on sprint performance: A meta-analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 26, 575-584.
157. Saw, A.E., Main, L.C., Gastlin, P.B. (2016) Monitoring the athlete training response: subjective self-reported measures trump commonly used objective measures: a systematic review. *Journal of Sports Medicine,* 50, 281-291.
158. Siegler J., Gaskill S., Ruby B. (2003). Changes evaluated in soccer-specific power endurance either with or without a 10-week, in-season, intermittent, high-intensity training protocol. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 17(2), 379-387.
159. Singh, F., Foster, C., Tod, D., McGuigan M.R. (2007) Monitoring different types of resistance training using session rating of percieved exertion. *Inernational Journal of Sports Physiology and Performance,* 2(1), 34-45.

160. Sheppard, J.M. & Young, W.B. (2006). Agility literature review: Classification, training and testing. *Journal of Sport Sciences,* 24, 919-932.
161. Spencer, M., Bishop, D., Dawson, B., Goodman, C. (2005) Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities. *Sports Medicine,* 35, 1025-1044.
162. Slimani, M., Chamari, K., Miarka. B., Del Vecchio, FB. & Cheour F. (2016). Effects of plyometric training on physical fitness in team sport athletes: A systematic review. *Journal of Human Kinetics,* 53, 231-247.
163. Smith, J.J., Eather, N., Morgan, P.J., Plotnikoff, R.C., Faigenbaum, A.D., Lubans, D.R. (2014) The health benefits of muscular fitness for children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine,* 44(9), 1209-1223.
164. Sohlein, Q., Muller, E., Stoggl, T.L. (2014) The effects of 16-week plyometric training on explosive actions in early to mid-puberty elite soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 28, 2105-2114.
165. Sugisaki, N., Okada, J., Kanehisa, H. (2013) Intensity-level assessment of lower body plyometric exercises based on mechanical output of lower limb joints. *Journal of Sports Sciences,* 31(8), 894-906.
166. Swanik, K.A., Lephart, S.M., Swanik, B., Lephart, S.P., Stone, D.A., Fu, F.H. (2002) The effects of shoulder plyometric training on proprioception and selected muscle performance characteristics. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery,* 11, 579-586.
167. Spurrs, R. W., Murphy, A. J., Watsford, M. L. (2002). The effect of plyometric training on distance running performance. *European Journal of Applied Physiology,* 89(1), 1-7.
168. Stolen T., Chamari K., Castagna C., Wisloff U. (2005). Physiology of soccer: an update. *Sports Medicine,* 35 (6), 501-536.
169. Svilar, L. (2019). Essentials of physical performance in elite basketball. *Data Status.*
170. Taube, W., Leukel, C., Gollhofer, A. (2012) How neurons make us jump: the neural control of stretch-shortening cycle movements. *Exercise and Sport Sciences Reviews,* 40 (2), 106-115.
171. Thomas K., French D., Hayes P. (2009) The effects of two plyometric training techiques on muscular power and agility in youth soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 12(2), 379-387.
172. Thorpe, R.T., Strudwick, A.J., Buchheit, M., Atkinson, G., Drust, B., Gregson, W. (2015) Monitoring fatigue during the in-season competitive phase in elite soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance,* 10, 958-964.

173. Thorpe, R.T., Strudwick, A.J., Buchheit, M. (2016) The tracking of morning fatigue status across in-season training weeks in elite soccer players. *International Journal of Physiology and Performance,* 11(7), 947-952.
174. Ullrich, B., Pelzer, T., Pfeiffer, M. (2018) Neuromuscular effects to 6 weeks of loaded countermovement jumping with traditional and daily undulating periodization, *Journal of Strength and Conditioning Research,* 32(3), 660-674.
175. Urhausen, A., Kindermann, W. (2002) Diagnosis of overtraining: what tools do we have? *Sports Medicine,* 32(2), 95-102.
176. Wallace, L.K, Slattery, K.M., Coutts, A.J. (2014) A comparison of methods for quantifying training load: relationship between modelled and actual training responses. *European Jouranl of Applied Physiology,* 114(1), 11-20.
177. Wang, DP. & Zhang, N. (2016). Effects of plyometric training on soccer players. *Experimental and Theoretic Medicine,* 12, 550-554.
178. Weyand, P.G., Sternlight, D.B., Belizzi, M.J., Wright, S. (1985) Faster top running speeds are achieved with greater ground forces not more rapid leg movements. *Journal of Applied Physiology,* 89(5), 1991-1999.
179. Wong, P.L., Chamari, K., Wisloff, U. (2010) Effects of 12-week on-field combined strength and power training on physical performance among U-14 young soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 24, 644-652.
180. Yamamoto, L.M., Lopez, R.M., Klau, J.F., Casa, D.J., Kraemer, W.J., Maresh, C.M. (2008) The effects of resistance training on endurance distance running performance among highly trained runners: a systematic review. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 22, 2036-2044.
181. Yanci, J., Los Arcos, A., Camara, J., Castillo, D., Garcia, A., Castagna, A. (2016). Effects of horizontal plyometric training volume on soccer players performance. *Research in Sports Medicine,* 24, 308-319.
182. Yanci, J., Castillo, D., Iturricastillo, A., Ayarra, R., Nakamura, FY. (2017) Effects of two different volume-equated weekly distributed short-term plyometric training programs on futsal players physical performance. *Journal of Strength and Conditioning research,* 31(7), 1787-1794.
183. Young, W.B., Behm, D.G. (2003) Effects of running, static stretching and practice jumps on explosive force production and jumping performance. T*he Journal of Sports Medicine and Physical Fitness,* 43, 21-27.

184. Young, W.B., James, R., Montgomery, I. (2002) Is muscle power related to running speed with changes of direction? *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness,* 42, 282-288.

185. Young, W., Rodgers, N. (2014) Effects of small-sided game and change-of-direction training on reactive agility and change-of-direction speed. *Journal of Sports Science,* 32, 307-314.

186. Zamparo P., Zadro I., Lazzer S., Beato M., Sepulcri L. (2014). Energetics of shuttle runs: The effects of distance and change of direction. *International Journal of Sport Physiology and Performance,* 9(6), 1033-1039.

12. PRILOZI

Tablica 11. Eksperimentalni program treninga u prvom tjednu

Trening	Vježba	Broj ponavljanja/serija	Pauza između serija/vježbi	Visina prepone/ kutije	Smjer	Broj skokova
1	Preskoci preko prepona	3 x 6 ponavljanja	30 sekundi/45 sekundi	20 cm	Horizontalno-vertikalni	18
	Čučanj skok s pauzom	2 x 6 ponavljanja	45 sekundi/1 minuta	/	Vertikalni	12
	Brzi iskorak u izometriju	2 x 3+3 ponavljanja	30 sekundi	/	Vertikalni	12
2	Bočni preskoci prepona	3 x 4+4 ponavljanja	30 sekundi/30 sekundi	20 cm	lateralni	24
	Čučanj skok, bočni doskok	3 x 3+3 ponavljanja	30 sekundi/30 sekundi	/	Horizontalno-lateralni	27
	Jednonožni skok u izometriju	3 x 3+3 ponavljanja	30 sekundi	/	Vertikalni	27
3	Cik cak preskoci prepona	3 x 4+4 ponavljanja	30 sekundi/30 sekundi	20 cm	Horizonalno	24
	Čučanj skok doskok za 180	3 x 6 ponavljanja	30 sekundi/1 minuta	/	Vertikalno	18
	Jednonožni saskok	3 x 3+3 ponavljanja	30 sekundi	20 cm	/	18
4	Preskoci preko prepona	3 x 8 ponavljanja	30 sekundi/45 sekundi	30 cm	Horizontalno-vertikalni	24
	Čučanj skok s pauzom	3 x 6 ponavljanja	45 sekundi/1 minuta	/	Vertikalno	18
	Brzi iskorak u izometriju	3 x 3+3 ponavljanja	30 sekundi	/	Vertikalni	18

Tablica 12. Eksperimentalni program treninga u drugom tjednu

Trening	Vježba	Broj ponavljanja/serija	Pauza između serija/vježbi	Visina prepone/kutije	Smjer	Broj skokova
1	Bočni preskoci prepona	3 x 5+5 ponavljanja	30 sekundi/30 sekundi	30 cm	lateralni	15
	Čučanj skok, bočni doskok	3 x 5+5 ponavljanja	30 sekundi/30 sekundi	/	Horizontalno-lateralni	15
	Jednonožni skok u izometriju	3 x 5+5 ponavljanja	30 sekundi	/	Vertikalni	15
2	Cik cak preskoci prepona	3 x 4+4 ponavljanja	30 sekundi/30 sekundi	30 cm	Horizonalno	24
	Čučanj skok doskok za 180	3 x 8 ponavljanja	30 sekundi/1 minuta	/	Vertikalno	24
	Jednonožni saskok	3 x 5+5 ponavljanja	30 sekundi	20 cm	/	30
3	Preskoci preko prepona	2 x 8 ponavljanja	30 sekundi/45 sekundi	50 cm	Horizontalno-vertikalni	16
	Povezani čučanj skok	2 x 6 ponavljanja	30 sekundi/1 minuta	/	vertikalni	12
	Skok u split poziciji	2 x 3+3 ponavljanja	45 sekundi	/	vertikalni	12
4	Bočni preskoci prepona	3 x 4+4 ponavljanja	30 sekundi/30 sekundi	30 cm	lateralni	24
	Skok u dalj s pauzom	2 x 8 ponavljanja	30 sekundi/45 sekundi	/	horizontalni	16
	Ski jumps s noge na nogu	2 x 5+5 ponavljanja	45 sekundi		lateralni	20

Tablica 13. Eksperimentalni program treninga u trećem tjednu

Trening	Vježba	Broj ponavljanja/serija	Pauza između serija/vježbi	Visina prepone/kutije	Smjer	Broj skokova
1	Cik cak preskoci prepona	3 x 3+3 ponavljanja	30 sekundi/30 sekundi	40 cm	Horizonalno	18
	Skokovi s noge na nogu	2 x 4+4 ponavljanja	30 sekundi/45 sekundi	/	Horizontalno	16
	Jednonožni naskok saskok	2 x 3+3 ponavljanja	45 sekundi	20 cm		12
2	Preskoci preko prepona	2 x 10 ponavljanja	30 sekundi/45 sekundi	50 cm	Horizontalno-vertikalni	20
	Povezani čučanj skok	2 x 8 ponavljanja	30 sekundi/1 minuta	/	vertikalni	16
	Skok u split poziciji	2 x 4+4 ponavljanja	45 sekundi	/	vertikalni	16
3	Bočni preskoci prepona	3 x 4+4 ponavljanja	30 sekundi/30 sekundi	30 cm	lateralni	24
	Skok u dalj s pauzom	2 x 10 ponavljanja	30 sekundi/45 sekundi	/	horizontalni	20
	Ski jumps s noge na nogu	2 x 6+6 ponavljanja	45 sekundi		lateralni	24
4	Cik cak preskoci prepona	2 x 4+4 ponavljanja	30 sekundi/30 sekundi	40 cm	Horizonalno	16
	Skokovi s noge na nogu	2 x 5+5 ponavljanja	30 sekundi/45 sekundi	/	Horizontalno	20
	Jednonožni naskok saskok	2 x 4+4 ponavljanja	45 sekundi	30 cm		16

Tablica 14. Eksperimentalni program treninga u četvrtom tjednu

Trening	Vježba	Broj ponavljanja/serija	Pauza između serija/vježbi	Visina prepone/kutije	Smjer	Broj skokova
1	Preskoci preko prepona	3 x 8 ponavljanja	30 sekundi/45 sekundi	50 cm	Horizontalno-vertikalni	24
	Povezani čučanj skok	3 x 6 ponavljanja	30 sekundi/1 minuta	/	vertikalni	24
	Skok u split poziciji	3 x 3+3 ponavljanja	45 sekundi	/	vertikalni	18
2	Bočni preskoci prepona	3 x 5+5 ponavljanja	30 sekundi/30 sekundi	30 cm	lateralni	30
	Skok u dalj s pauzom	2 x 10 ponavljanja	30 sekundi/45 sekundi	/	horizontalni	20
	Ski jumps s noge na nogu	3 x 6+6 ponavljanja	45 sekundi	/	lateralni	36
3	Cik cak preskoci prepona	3 x 4+4 ponavljanja	30 sekundi/30 sekundi	40 cm	Horizonalno	24
	Skokovi s noge na nogu	3 x 5+5 ponavljanja	30 sekundi/45 sekundi	/	Horizontalno	30
	Jednonožni naskok saskok	2 x 5+5 ponavljanja	45 sekundi	30 cm	/	16
4	Jednonožni preskoci prepona	3 x 4+4 ponavljanja	30 sekundi/45 sekundi	30 cm	Horizontalno-vertikalni	24
	Saskok + skok u vis	2 x 6 ponavljanja	45 sekundi/1 minuta	50 cm	vertikalno	12
	Jednonožni naskok saskok	2 x 5+5 ponavljanja	45 sekundi	30 cm	/	20

Tablica 15. Eksperimentalni program treninga u petom tjednu

Trening	Vježba	Broj ponavljanja/serija	Pauza između serija/vježbi	Visina prepone/kutije	Smjer	Broj skokova
1	Bočni preskoci prepona jednonožni	3 x 4+4 ponavljanja	30 sekundi/30 sekundi	30 cm	lateralni	24
	Saskok + skok u dalj	2 x 6 ponavljanja	45 sekundi/1 minuta	50 cm	horizontalno	12
	Jednonožni naskok saskok bočno	2 x 5+5 ponavljanja	45 sekundi	40 cm	lateralno	20
2	Cik cak preskoci prepona jednonožno	3 x 4+4 ponavljanja	30 sekundi/45 sekundi	30 cm	Horizonalno	24
	Saskok + bočni skok	2 x 6 ponavljanja	45 sekundi/1 minuta	50 cm	lateralno	12
	Jednonožni skok u dalj	3 x 3+3 ponavljanja	1 minuta	/	horizontalno	18
3	Jednonožni preskoci prepona	3 x 5+5 ponavljanja	30 sekundi/45 sekundi	30 cm	Horizontalno-vertikalni	30
	Saskok + skok u vis	2 x 8 ponavljanja	45 sekundi/1 minuta	50 cm	vertikalno	16
	Jednonožni naskok saskok	3 x 5+5 ponavljanja	45 sekundi	40 cm	vertikalno	30
4	Bočni preskoci prepona jednonožni	3 x 5+5 ponavljanja	30 sekundi/30 sekundi	30 cm	lateralni	24
	Saskok + skok u dalj	3 x 6 ponavljanja	45 sekundi/1 minuta	50 cm	horizontalno	24
	Jednonožni naskok saskok bočno	3 x 4+4 ponavljanja	45 sekundi	40 cm	lateralno	24

Tablica 16. Eksperimentalni program treninga u šestom tjednu

Trening	Vježba	Broj ponavljanja/serija	Pauza između serija/vježbi	Visina prepone/kutije	Smjer	Broj skokova
1	Cik cak preskoci prepona jednonožno	3 x 4+4 ponavljanja	30 sekundi/45 sekundi	30 cm	Horizonalno	24
	Saskok + bočni skok	3 x 6 ponavljanja	45 sekundi/1 minuta	50 cm	lateralno	18
	Jednonožni skok u dalj	3 x 5+5 ponavljanja	1 minuta	/	horizontalno	30
2	Jednonožni preskoci prepona	3 x 5+5 ponavljanja	30 sekundi/45 sekundi	50 cm	Horizontalno-vertikalni	30
	Saskok + skok u vis	3 x 6 ponavljanja	45 sekundi/1 minuta	50 cm	vertikalno	24
	Jednonožni naskok saskok + skok na drugu	2 x 4+4 ponavljanja	45 sekundi	40 cm	Vertikalno - lateralno	16
3	Bočni preskoci prepona jednonožni	3 x 5+5 ponavljanja	30 sekundi/30 sekundi	50 cm	lateralni	30
	Naskok + Saskok + skok u dalj	3 x 6 ponavljanja	45 sekundi/1 minuta	50 cm	horizontalno	24
	Jednonožni naskok saskok + skok na drugu+ povrat	3 x 3+3 ponavljanja	45 sekundi	40 cm	Vertikalno - lateralno	18
4	Bočni preskoci prepona jednonožni	3 x 5+5 ponavljanja	30 sekundi/30 sekundi	50 cm	lateralni	30
	Naskok + Saskok + skok u dalj	3 x 6 ponavljanja	45 sekundi/1 minuta	50 cm	horizontalno	24

	Jednonožni naskok saskok + skok na drugu+ povrat	3 x 5+5 ponavljanja	45 sekundi	40 cm	Vertikalno - lateralno	30

ŽIVOTOPIS AUTORA

Marin Dadić rođen je 02. rujna 1988. godine u Slavonskom Brodu. Osnovnoškolsko obrazovanje završava u osnovnoj školi „Vladimir Nazor“ i u osnovnoj glazbenoj školi „Ivan pl. Zajc“ u Slavonskom Brodu. Srednju školu završava u klasičnoj gimnaziji fra Marijana Lanosovića također u Slavonskom Brodu.

Nakon završenog osnovnoškolskog i srednjoškolskog obrazovanja 2007. godine upisuje Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu kojeg završava 2013. godine sa odličnim uspjehom te diplomira sa temom „Utjecaj pliometrijskog treninga na brzinsko-eksplozivna svojstva nogometaša juniorskog uzrasta“ pod mentorstvom prof.dr.sc. Dragana Milanovića.

Poslijediplomski studij kineziologije na Kineziološkom fakultetu u Zagrebu upisuje 2015. godine.

Od 2014. godine vanjski je suradnik kako na Kineziološkom fakultetu tako i na Studijskom centru za izobrazbu trenera pri Kineziološkom fakultetu na predmetima kondicijske pripreme sportaša. Isto tako, od 2016. aktivni je predavač na Nogometnoj akademiji Hrvatske na predmetima teorija i metodika treninga i planiranje i programiranje kondicijske pripreme u nogometu. Od 2019. radi i kao vanjski suradnik pri Veleučilištu i Vukovaru Lavoslav Ružička na predmetima usmjerenja fizioterapija. Predavačku djelatnost zaokružuje na Hrvatskom institutu za kineziologiju za izobrazbu košarkaških trenera na kojemu je predavač od 2017. godine.

Stručna praksa očituje se kroz to da je bio glavni kondicijski trener košarkaške reprezentacije Hrvatske (U14, U16, U18 uzrasta) od 2012.-2015. godine. Osim toga glavni je kondicijski trener u košarkaškom klubu Zagreb 2010. godine, dok je funkcije koordinatora kondicijske pripreme i kondicijskog trenera nogometne škole NK Zagreb obnašao 2011. godine. Danas radi kao individualni kondicijski trener više sportaša seniorskih reprezentativnih kategorija Hrvatske i ostalih zemalja.

Do danas je autor ili koautor dvadesetak stručnih i znanstvenih radova s temama vezanim za kondicijsku pripremu sportaša. Pozvani je predavač na različite konferencije stručnog i znanstvenog tipa u kojima su teme predavanja vezane za problematiku kondicijske pripreme sportaša.

Tijekom studiranja, dobitnik je sveučilišne stipendije za izvrsnost u studiranju 2012. godine, te osvaja 3. mjesto u kategoriji za najbolji studentski rad na 11. međunarodnoj konferenciji kondicijska priprema sportaša 2013. godine. Osim toga, anketom studenata

proglašen je za najbolje ocijenjenog nastavnika u akademskoj godini 2019/2020. na Veleučilištu Lavoslav Ružička u Vukovaru.

POPIS OBJAVLJENIH RADOVA

1. Svilar, L., **Dadić, M.** (2011) Povezanost potkožnog masnog tkiva s rezultatom u različitim testovima agilnosti košarkaša juniorskog uzrasta“. 9.godišnja međunarodna konferencija „Kondicijska priprema sportaša“.
2. **Dadić, M**., Svilar, L. (2011) Biomedical and training methods of recovery as a part of integrative strength and conditioning of athletes” 7th International Biomedical Croatian Student Summit, Zagreb, Hrvatska.
3. **Dadić, M**., Svilar, L. (2013) Metodika prevencijskog kondicijskog treninga u košarci. Kondicijski trening 1 (11).
4. **Dadić, M.** (2013) Korektivne vježbe kao dio funkcionalnog treninga snage košarkaša. 11. godišnja međunarodna konferencija „Kondicijska priprema sportaša“.
5. **Dadić, M**., Krakan, I. (2014) Antropometrijske i funkcionalne karakteristike pri identifikaciji i selekciji talenata u nogometu 12. Godišnja međunarodna konferencija „Kondicijska priprema sportaša“.
6. **Dadić, M**., Svilar, L., Milanović, L. (2014) Effects of plyometric training on explosiveness among junior football players. 7th International Scientific Conference on Kinesiology, 2014, Opatija, Croatia.
7. Svilar, L., **Dadić, M.** (2016) Modificirano dizanje utega u kondicijskoj pripremi sportaša. 12. Godišnja međunarodna konferencija „Kondicijska priprema sportaša“.
8. Jukić, I., Milanović L., Svilar L., **Dadić, M**., Očić M., (2016) T.O.M.I.S.A.B.I. Model dizajniranja uvodno-pripremnog dijela treninga . Kondicijski trening (14) 1.
9. Borović, I., Rupčić, T., Matković, R. B., Garafolić, H., **Dadić, M.** (2016) Anthropological profile of u16 basketball players. Acta Kinesiologica, 10. 71-77.
10. Hrgetić, M., **Dadić, M**., Milanović, M., Skoblar, J. (2016) Utjecaj tromjesečnog fitness programa vježbanja na status žena srednje životne dobi. 25. ljetna škola kineziologa Hrvatske, 2016. Poreč, Hrvatska.
11. Krakan, I., Matušinskij, M., **Dadić, M.** (2017.) Relationship between sprint running performance and ground contact time in jumping test in youth soccer players. 8th International Scientific Conference on Kinesiology, 2017, Opatija, Croatia 621-624.
12. **Dadić, M.,** Milanović,L., Flego-Milanović, N. (2017) Razlike u funkcionalnosti pokreta prema pozicijama u igri kod nogometša. 26. ljetna škola kineziologa Hrvatske, 2017. Poreč, Hrvatska.

13. Milanović, M., **Dadić M**., Lukenda Ž., (2018) Razlike u parametrima kondicijske pripremljenosti vrhunskih košarkašica prema različitim igračkim pozicijama. 27. ljetna škola kineziologa Hrvatske, 2018. Poreč, Hrvatska.
14. Svilar L., **Dadić M**., Vajdić D., Semeredi, S., Šuta I., Matijević M. (2019) Univerzalni principi periodizacije tijekom priprema- primjeri iz različitih sportova. 17. godišnja međunarodna konferencija „Kondicijska priprema sportaša".
15. **Dadić, M**., Plevnik, A. (2019) Procjena funkcionalnosti iskoraka FMS tehnologijom kod nogometaša juniorskog uzrasta. 28. ljetna škola kineziologa Hrvatske, 200. Poreč, Hrvatska.
16. Milanović, L., Jukić, I., **Dadić M.**, Vučetić, V., Šentija, D. (2019) Is there any difference in fitness profiles among the Croatian basketball players? Position specific analysis, Kinesiology 51(2019)2:276-284.
17. **Dadić M.,** Vajdić, D., Plevnik, A., Serdarušić, I. (2020) Izometrijske mišićne kontrakcije neizostavni dio treninga jakosti i snage. 18. godišnja međunarodna konferencija „Kondicijska priprema sportaša".
18. Milanović, L., Mitrečić, K., **Dadić, M**. (2021) Differences between winning and losing teams at the 2018 FIFA World cup in Russia in situational parameters of a football match. . 9th International Scientific Conference on Kinesiology, 2021, Opatija, Croatiaternational Scientific Conference on Kinesiology, 2021, Opatija, Croatia 808-813.