

# Utjecaj pliometrijskog treninga i treninga ponavljenih sprintova na kondicijske sposobnosti

---

Krakan, Ivan

Doctoral thesis / Disertacija

2018

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:117:831810>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-23**



Repository / Repozitorij:

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





Sveučilište u Zagrebu

KINEZIOLOŠKI FAKULTET

Ivan Krakan

**UTJECAJ PLIOMETRIJSKOG TRENINGA I TRENINGA  
PONAVLJANIH SPINTOVA NA KONDICIJSKE  
SPOSOBNOSTI**

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2018.



Sveučilište u Zagrebu

KINEZIOLOŠKI FAKULTET

Ivan Krakán

**UTJECAJ PLIOMETRIJSKOG TRENINGA I TRENINGA  
PONA VLJANI H SPRI NTOVA NA KONDICIJSKE  
SPOSOBNOSTI**

DOKTORSKI RAD

mentor:

doc. dr. sc. Luka Milanović

Zagreb, 2018.



University of Zagreb

FACULTY OF KINESIOLOGY

Ivan Krakan

**THE EFFECTS OF PLYOMETRIC TRAINING AND REPEATED  
SPRINT TRAINING ON PHYSICAL PERFORMANCE**

DOCTORAL THESIS

supervisor:

asst. prof. Luka Milanović

Zagreb, 2018.

## **Zahvala**

*Mojoj supruzi Luciji, djeci Željki i Tomi, mami Zdravki i sestri Aniti na ljubavi, podršci, strpljenju i razumijevanju.*

*Mentoru doc. dr. sc. Luki Milanoviću, prof. dr. sc. Igoru Jukiću na savjetima i podršci tijekom realizacije istraživanja i pisanja disertacije.*

*Članovima povjerenstva prof. dr. sc. Branki Matković, prof. dr. sc. Goranu Sporišu, prof. dr. sc. Damiru Sekuliću na korisnim savjetima tijekom pisanja doktorskog rada.*

*Studentima Kineziološkog fakulteta koji su sudjelovali u testiranjima i programima u svim fazama provedbe i pisanja ovog doktorskog rada.*

*Svim kolegama i prijateljima koji su na razne načine pomogli i bili podrška.*

# Utjecaj pliometrijskog treninga i treninga ponavljanih sprintova na kondicijske sposobnosti

## SAŽETAK

Osnovna svrha ovog rada je utvrditi utjecaj treninga pliometrije i treninga ponavljanih sprintova na parametre kondicijskih sposobnosti. Uzorak je sačinjavao 41 student prve godine Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Osim u realizaciji praktične nastave studenti nisu bili uključeni u dodatni oblik tjelesnog vježbanja. Ispitanici su bili raspoređeni u dvije eksperimentalne grupe. Eksperimentalni program treninga trajao je šest tjedana u okviru kojih je ukupno realizirano 18 trenažnih jedinica. Jedna eksperimentalna grupa provodila je treninge pliometrijskog karaktera, dok je druga provodila trening ponavljanih pravocrtnih sprintova. Testiranje kondicijskih sposobnosti provedeno je prije i nakon programa treninga kroz jedan test sposobnosti ponavljanja sprintova, progresivni test opterećenja na pokretnom sagu, testove sprinta na 5, 10, i 25 metara, test agilnosti te skok s pripremom i uzastopne skokove iz stopala. Rezultati su pokazali da je nakon eksperimentalnih programa treninga statistički značajna razlika zabilježena nakon programa pliometrije u odnosu na trening ponavljanih sprintova samo u varijabli skok s pripremom (8,65% vs 2,21%). U varijabli uzastopni skokovi zabilježena je povećana vrijednost s tim da nije zabilježena statistički značajna razlika između inicijalnog i finalnog mjerenja te između različitih tretmana treninga. Slični učinci zabilježeni su u varijablama sprinta s time da su vidljivi određeni trendovi napretka nakon treninga ponavljanih sprintova (5m=0,89%, 10m=1,07% i 25m=1,35%), za razliku od treninga pliometrije koji bilježi nepromijenjene vrijednosti na 5 i 10 metara i 0,27% poboljšanje na 25 metara. Nakon treninga pliometrije i treninga ponavljanih pravocrtnih sprintova zabilježena je stagnacija rezultata u testu 20 jardi. U prostoru funkcionalnih sposobnosti nije zabilježena statistički značajna razlika između programa

treninga u nijednoj varijabli nakon tretmana, sa sličnim vrijednostima zabilježenim u sposobnosti ponavljanja sprintova.

Nakon šest tjedana treninga pliometrije i treninga ponavljanih pravocrtnih sprintova moguće je očekivati promjene u varijablama eksplozivne jakosti donjih ekstremiteta kod grupe koja je provodila trening pliometrije. Također je uočen i trend napretka u parametrima akceleracije i maksimalne brzine kretanja. Analizirajući razlike među grupama u efektima treninga, trening pliometrije rezultirao je većim vrijednostima u parametrima eksplozivne jakosti u odnosu na trening ponavljanih sprintova, stoga se može i konstatirati da je to modalitet treninga koji će biti opravdaniji za rad na navedenoj sposobnosti, kao što i program ponavljanih sprintova tendira većem poboljšanju u sprintu i testu ponavljanih sprintova od treninga pliometrije radi specifičnosti samih trenažnih podražaja.

**KLJUČNE RIJEČI:** sposobnost ponavljanja sprintova, pliometrija, program treninga, kvaliteta izvedbe, sprint, sposobnost promjene smjera

## **THE EFFECTS OF PLYOMETRIC TRAINING AND REPEATED SPRINT TRAINING ON PHYSICAL PERFORMANCE**

### **ABSTRACT**

The purpose of this thesis is to resolve the effect of plyometric training and repeated sprint training on physical performance. The study was conducted on 41 students of the first year of study of Kinesiology, University of Zagreb, which, except in the realization of practical training, were not included in the additional form of physical exercise. The subjects were evenly distributed in two experimental groups. The experimental training program lasted six weeks within which the total realized 18 units of training. One experimental group carried out the training plyometric character, while the other carried out training of repeated sprints. Before and after the training program the subjects were subjected to diagnostic procedure which included repeated sprint test, progressive test on treadmill, 5, 10 and 25 meter sprint test, agility test, countermovement jump and successive jumps from foot. The results showed that after experimental training programs a statistically significant difference was noted only after the plyometrics training program compared to the repeated sprint group in countermovement jump (8,65% vs 2,21%). In variable consecutive jumps an increased value was recorded with no statistically significant difference between initial and final measurement and between training sessions. Similar values have been recorded in sprint variables after the training program, with certain trends of progress happened after the repeated sprint training and the specificity of the program itself (5m=0,89%, 10m=1,07% I 25m=1,35%) while plyometric training records unchanged values at 5 and 10 meters, and a 0,27% improvement at 25 meters. After plyometric training and repeated sprint training stagnation of 20 yard test was recorded. There was no statistically significant difference between the training programs in any of the variables after the treatment in functional capacities, with similar measures recorded in repeated sprint ability.

After six weeks of plyometric training and repeated sprint training it is potential to anticipate changes in explosive strength of the lower extremities in the group that



has been conducting plyometric training. Also trends in increase in the acceleration area and the maximum speed of movement are observing what indicates the results of this research. By analyzing the percentages among the groups in the effect of training, the plyometric training resulted in higher values in the explosive strength compared to the repeated sprint group, so we can conclude that this will be the training program to improve explosive strength, also as repeated sprint training who tends to improve sprint ability so as repeated sprint ability because of the specific traits of training itself.

**KEY WORDS:** repeated sprint ability, plyometric, training programs, performance, sprint, change of direction ability

## Sadržaj

1. UVOD.....	1
1.1. Sprintovi u sportskim igrama.....	2
1.2. Ponavljani sprintovi u sportskim igrama i serije ponavljanih sprintova .....	13
1.3. Utjecaj treninga ponavljanih sprintova na kondicijske sposobnosti .....	23
1.4. Učinci pliometrijskog treninga na kondicijske sposobnosti.....	32
1.5. Učinci treninga pliometrije na sposobnost sprinta i sposobnost promjene smjera .....	32
1.6. Učinci treninga pliometrije na eksplozivnu snagu (skok).....	37
1.7. Učinci treninga pliometrije na izdržljivost i sposobnost ponavljanja sprintova.....	56
2. PROBLEM ISTRAŽIVANJA.....	64
2.1. Ciljevi i hipoteze istraživanja.....	64
2.2. Metode istraživanja.....	65
2.3. Ispitanici .....	65
2.4. Mjerni instrumenti i varijable .....	65
2.5. Opis postupka mjerenja.....	70
2.6. Metode analize podataka .....	77
3. REZULTATI.....	78
3.1. Učinci treninga pliometrije i treninga ponavljanih sprintova na motoričke sposobnosti i sposobnost ponavljanja sprintova.....	78
3.2. Učinci treninga pliometrije i treninga ponavljanih sprintova na funkcionalne sposobnosti.....	83
4. RASPRAVA .....	85
4.1. Učinci treninga pliometrije i ponavljanih povratnih sprintova na motoričke sposobnosti.....	86
4.2. Utjecaj treninga pliometrije i treninga ponavljanih pravocrtnih sprintova na funkcionalne sposobnosti .....	90
4.3. Utjecaj treninga ponavljanih pravocrtnih sprintova i treninga pliometrije na sposobnost ponavljanja sprintova.....	94
5. ZAKLJUČAK.....	97
6. LITERATURA.....	100

## 1. UVOD

Sportske igre predstavljaju jednu od najpopularnijih sfera današnjeg sporta. Njihova dinamika podrazumijeva stalno ponavljanje visoko intenzivnih (submaksimalnih) ili maksimalnih aktivnosti ispresijecanih kratkim periodima nisko intenzivnih aktivnosti ili odmora koji se kontinuirano ponavljaju tijekom cijele utakmice ili susreta (Glaister, 2005). Analizama je utvrđeno kako sprint predstavlja jednu od ključnih kategorija kretanja u sportskim igrama (Spencer i sur., 2004) te da se ta sposobnost tijekom odmicanja susreta ili natjecanja smanjuje kao rezultat umora (Girard, Mendez-Villanueva i Bishop, 2011). Sposobnost odupiranja umoru i zadržavanja maksimalnog intenziteta aktivnosti tijekom cijele utakmice ili susreta pokazala se kao vrlo važna sposobnost za sportaše iz sportskih igara. Ta sposobnost nazvana je sposobnost ponavljanja sprintova (SPS) (eng. *repeated sprint ability* – RSA). Pliometrijski trening predstavlja popularan oblik rada na kondicijskim sposobnostima zdravih pojedinaca te je u posljednja tri desetljeća postao predmet mnogih istraživanja (Marković i Mikulić, 2010). Dostupna literatura navodi da pliometrija, samostalno ili u kombinaciji s drugim modalitetima treninga, ostvaruje mnogobrojne pozitivne promjene u prostoru živčanih i koštano-mišićnih sustava, mišićnu funkciju i izvedbe kod zdravih individua (Marković i Mikulić, 2010).

## 1.1. Sprintovi u sportskim igrama

Primjenom notacijske analize i sve većeg korištenja GPS-a (eng. *global positioning system*) u sportskim igrama (nogomet, ragbi, košarka, hokej) utvrđene su karakteristike kretnih struktura koje se pojavljuju u navedenim sportovima, pa tako i karakteristike pojavnosti sprintova kao zasebne cjeline. Sprint je definiran kao trčanje brzinom preko 25km/h. Nogomet predstavlja aciklički i intermitentni sport u kojem se kratkotrajne visoko intenzivne aktivnosti, kao na primjer, sprintovi na 20 metara i visoko intenzivne akcije, poput kontra napada, isprepliću s aktivnostima niskog i srednjeg intenziteta (brzo hodanje i trčkanje) i s pauzama poput stajanja. Tako su Andrejzewski i suradnici (2013) u svome radu naveli da ukupna udaljenost koju igrači prevaljuju sprintom ( $\geq 24\text{km/h}$ ) iznosi  $237 \pm 123\text{m}$ . Ukupna udaljenost koju prolaze rukometaši iznosi  $107 \pm 87.3$  metara, dok je prosječna udaljenost sprinta  $18 \pm 6.81$  metara. Prosječna udaljenost koju igrači prelaze sprintom iznosi 200 metara ( $> 25.2\text{km/h}$ ) prema Wehbeu, Hartwingu i Duncanu (2014). Poštujući igračke pozicije za vrijeme utakmice, Andrejzewski i suradnici (2013) navode da najveću udaljenost prevaljenu sprintom ostvaruju napadači ( $345 \pm 129\text{m}$ ), 9% više nego krilni vezni igrači ( $313 \pm 119\text{m}$ ) i preko 100% više od centralnih veznih ( $167 \pm 87\text{m}$ ), što potvrđuju i istraživanja drugih autora o navedenim razlikama među pozicijama (Di Salvo i sur., 2008; Harley i sur., 2010). U preglednom radu Spencer i suradnici (2005a) navode da prosječna udaljenost prevaljena sprintom iznosi 10 – 20 metara te da prosječno trajanje sprinta iznosi 2 – 3 sekunde. Di Salvo i suradnici (2007) utvrđuju prosječnu duljinu sprinta od  $19,3 \pm 3,2$  (sprint  $\geq 22\text{km/h}$ ). Andrejzewski, Chumra, Pluta, Strzelczyk i Kasprzak (2013) naglašavaju da od ukupnog broja sprintova na utakmici 90% otpada na sprintove u trajanju manjem od 5 sekundi, dok samo 10% otpada na sprintove iznad 5 sekundi. U doktorskoj disertaciji Bok (2013) navodi, pozivajući se na istraživanja drugih autora (Castagna, D'Ottavio i Abt, 2003) da je prosječno trajanje sprinta mladih nogometaša (U12) iznosilo 2,3 sekunde, dok su nešto stariji sportaši (U13-17) izvodili sprintove u trajanju 2,7 sekundi (Buchheit, Mendez-

Villanueva, Simpson & Bourdon, 2010). Na rukometašima prve portugalske lige utvrđeno je da prosječno trajanje sprinta iznosi  $2.8 \pm 1.8$  sekundi, dok je maksimalni broj sprintova po utakmici  $22 \pm 10$ , što čini  $0.4 \pm 0.31\%$  vremena utakmice (Voas i sur., 2012). Prosječan broj sprintova za vrijeme nogometne utakmice koji igrači ostvaruju iznosi  $11.2 \pm 5.3$  (Andrejezewski i sur., 2013). Tako su u svome istraživanju Andrejezewski i suradnici (2013) utvrdili da vanjski braniči ostvaruju ukupan broj sprintova od  $12.0 \pm 4.9$ , što od toga  $10.3 \pm 4.3$  otpada na sprintove dužih trajanja ( $>5$  sekundi), a  $1.7 \pm 1.6$  na sprintove kraćeg trajanja ( $<5$  sekundi). Centralni braniči ostvaruju brojku od  $8.7 \pm 3.9$  sprintova što od toga  $7.9 \pm 3.7$  čine sprintovi dužeg trajanja, a  $0.8 \pm 1$  kraćeg. Napadači ostvaruju najveći broj sprintova  $15.9 \pm 5.1$ , dok su iza njih odmah krilni vezni igrači ( $14.9 \pm 4.9$ ). S obzirom na vrijeme trajanja sprinta, od ukupnog broja prevaljenih  $14.4 \pm 4.4$  je kratkotrajnog karaktera ( $<5$  sekundi), dok je kod krilnih veznih ta vrijednost  $13.6 \pm 4.1$ . Nešto stariji igrači (U15) imaju frekvenciju sprintova po utakmici  $18.4 \pm 7.36$ , dok su te vrijednosti kod mlađih kategorija (U14 i U13)  $19.7 \pm 7.70$  i  $13.2 \pm 5.53$  (Atan i sur., 2016). Brzina sprinta koju igrači postižu za vrijeme utakmice razlikuje se s obzirom na udaljenost i sami rang natjecanja, pa tako u istraživanju Ferro i suradnika (2014) amateri ostvaruju brzine na udaljenosti od 0-10 metara  $7.34 \pm 0.27$  m/s, dok od 10-20-og metra  $8.29 \pm 2.29$  m/s. Kod natjecatelja te vrijednosti iznose  $7.51 \pm 0.28$  m/s i  $8.46 \pm 0.24$  m/s na 10 i 20 metara. Vrijednosti koje postižu na 30 metara iznose  $8.77 \pm 0.38$  za amatere i  $8.89 \pm 0.46$  m/s za natjecatelje. Wehbe, Harting i Duncan (2014) klasificiraju aktivnosti iznad 19 km/h kao vrlo visoke intenzivne aktivnosti koje predstavljaju trčanje velikim brzinama i sprintanje. Uvažavajući pozicije u igri, vezni igrači ostvaruju najviše ovakvih aktivnosti ( $716.73 \pm 250.85$  m), dok su te vrijednosti najniže kod zadnje linije ( $589.07 \pm 279.02$  m). Frekvencija sprintova koju ovi igrači ostvaruju je  $6.10 \pm 5.0$  za vezne igrače i  $7.39 \pm 3.99$  za obrambene igrače. Osim igračkih pozicija, autori (Wehbe, Harting i Duncan, 2014) uzimaju u obzir i razlike u udaljenostima prijeđenima za vrijeme prvog i drugog poluvremena, pa tako udaljenost navedenih oblika kretanja u prvom poluvremenu iznosi  $341.63 \pm 145.48$  metara sa frekvencijom sprintova  $3.27 \pm 2.11$  dok u drugom te vrijednosti iznose  $304.08 \pm 124.12$  metara i  $3.67 \pm 2.92$  sprintova. Kod hokejašica na travi te su vrijednosti nešto manje (Jason, Vescovi, Devon i Frayne, 2015). U svome

radu autori su uspoređivali udaljenosti koju igračice prolaze visoko intenzivnim modalitetom kretanja s obzirom na igračke pozicije, pa su tako napadači ostvarivali vrijednosti od  $153 \pm 77$  (117–188) metara, a najmanje vrijednosti stoperi  $113 \pm 83$  (72–154).  $9 \pm 4$  (7–10) iznosi frekvencija sprintova veznih, dok su te vrijednosti niže za igračice zadnje linije ( $7 \pm 5$  (4–9)). Kod talijanskih košarkašica, u tri odigrane utakmice prve lige, i dvije utakmice Europske lige, prosječno trajanje sprinta iznosilo je  $1.77 \pm 0.80$  sekunda (Conte i sur., 2015), dok je maksimalni broj sprintova iznosio  $44 \pm 15$  (18–72), što čini  $7.8 \pm 2.2\%$  ukupnog vremena. Sumirajući dosadašnja istraživanja, ukupna udaljenost koju prelaze sportaši u sportskim igrama kreće se od 200- 350 metara po sportskom natjecanju. Najčešća prosječna udaljenost koju igrači prolaze je između 18 i 20 metara, te u trajanju od 2 do 3 sekunde po sprintu. Za vrijeme nogometne utakmice, najveći broj sprintova (preko 90%) odnosi se na sprintove kraćeg trajanja, što je klasificirano kao trajanje sprinta manje od 5 sekundi. Isto tako sama udaljenost i trajanje sprinta razlikuje se s obzirom na igračku poziciju i uzrasnu kategoriju sportaša, pa tako stariji sportaši ostvaruju duže relacije za vrijeme nogometne utakmice te je trajanje sprinta duže nego kod mlađih kategorija. Autori zaključuju kako postoji razlika u ukupno pređenoj metraži u sprintu prema igračkim pozicijama, pa tako napadači ostvaruju najveću udaljenost pređenu sprintom (345m), nešto manju vezni igrači, a još manju igrači zadnje linije.

Tablica 1. Pregled istraživanja s analizom sprinta tijekom natjecateljske aktivnosti

	uzorak ispitanika, sport i rang	broj ispitanika	trajanje sprinta	udaljenost sprinta ukupno	prosječna udaljenost sprinta	frekvencija sprintova	% ukupnog vremena	vrijeme oporavka između sprintova	brzina sprinta
Bangsbo, Nørregaard & Thorsø, 1991	nogomet	14V	2			19		284	
Mohr, Krstrup i Bangsbo, 2003	Nogomet (ITA i LP)	18 V 24 P	2,0 ± 0,0 (V) , 1.9 ± 0,0 (P)	650 ± 60 (V) 410 ± 30 (P)		26 ± 1 (P) 39 ± 2 (V)*	1,4±0,1 (V)* 0,9 ± 0,1 (P)	138 (V) 208 (P)	
Di Salvo i sur., 2007	Nogomet (SPA i LP)	63 (CO) 60 (B) 67 (CV) 58 (K) 52 (N)			/ 19,3 ± 3,2	11,2 ± 5,2 (CO) 20,0 ± 7,0 (B)# 13,7 ± 6,2 (CV)# 22,0 ± 6,7 (K)# 20,7 ± 6,9 (N)#		/ 490 270 394 245 260	
Di Salvo,	Nogomet	1840 (CO)		167 ± 53		30 ± 4			

Gregson, Atkinson, Tordoff & Drust, 2008	(EPL)	1648 (B) 1725 (CV) 1006 (K) 1136 (N)		(CO) 238 ± 55 (B) 217 ± 46 (CV) 260 ± 47 (K) 262 ± 63 (N)		(zajedno) 16 ± 2 (0- 5m) 7 ± 1 (5,1- 10m)			
Di Salvo i sur., 2010	Nogomet (LP i EL)	286 (CO) 255 (B) 319 (CV) 222 (K) 243 (N)		/ 131 ± 66 (CO) 233 ± 98 (B) 163 ± 85 (CV) 285 ± 111 (K) 242 ± 106 (N)		17,3 ± 8,7 (CO) 29,5 ± 11,7 (B) 23,5 ± 12,2 (CV) 35,8 ± 13,4 (K) 30,0 ± 12,0 (N)		/ 394 183 229 150 180	
Harley i sur., 2010	Nogomet (U12 - U16) 3 x 25' 2 x 25'+2x12,5' 2x40'	22 (U12) 20 (U13) 25 (U14) 21 (U15) 24 (U16)		/ 174 (U12) 167 (U13) 248 (U14) 194 (U15) 302 (U16)		/ 1,01 (0,0- 2,0)			
Castagna, D'Ottavio & Abt, 2003	Nogomet (U12) TU=2 x 30'	11	2,3 ± 0,6	114 ± 73 (34-250)		33 ± 4 (28- 41)		118,5 ± 20,5	
Bradley i sur., 2009	Nogomet (EPL)	92 (CO) 84 (B) 80 (CV) 52 (K) 62 (N)		/ 152 ± 50 (CO) 287 ± 98 (B) 204 ± 89 (CV) 346 ± 115 (K) 264 ± 87 (N)	17 ± 8	0,6 ± 0,2		72 ± 28	



Andrezejvski M., Chmura J.,3 Pluta B., Strzelczyk R.,& Kasprzak A., 2013.	nogomet (UEFA)	147	5 10% > 5	237 ±123		11.2±5.3			
Ferro A, Villaceros J, Floría P, Graupera JL., 2014	nogomet (42) natjecatelji i amateri								0-10m 7.34±0.27 (A) 7.51±0.28 (N) 10-20m 8.29±2.29 (A) 8.46±0.24 (N) 20-30m 8.77±0.38 (A) 8.89±0.46 (N)
Hoffmann Jr, J. J., Reed, J. P., Leiting, K., Chiang, C. Y., & Stone, M. H., 2014			2-3"	700-1000m	10-20m	20-60			
Siti Azilah Atan, , Andrew Foskett, and Ajmol Ali, 2016	nogomet (U13- U15)	85 28 (U13) 27 (U14) 30 (U15)			16m	13.2±5.53 (U13) 19.7±7.70 (U14) 18.4±7.36 (U15)			U15 26.5±1.68km/h U14 25.4±1.93 U13 23.5±1.74
Goto H, Morris JG, Nevill M.E.,	nogomet (U11- U16),	81 18(U11)		29(U11) 52(U12)					

2015	nogometna akademija Premier Lige, 5. zona 13- ≥18km/h)	12(U12) 12(U13) 10(U14) 13(15) 16(U16)		72(U13) 118(U14) 148(U15) 64(U16)					
Carling, 2010	Nogomet Sloptom (≥ 19,1km/h) FRA	5 (CO) 5 (B) 6 (CV) 6 (K) 6 (N)		35,5±26,5 (CO) 56,4 ± 33,9 (B) 56,3±35,9 (CV) 111,8±60,1 (K) 66,1 ± 40,0 (N)					
Krustrup, Mohr, Ellingsgaard & Bangsbo, 2005	nogomet (Ž) DAN	14	14 2,3 (2,0-2,4)	160 (50-280)		26 (9-43)		207	
Rampinini i sur., 2007	nogomet	18		199 ± 62 (110-335)					
Buchheit, Mendez-V., Simpson & Bourdon, 2010	nogomet (U13-U18) v ≥ 19 km/h Nogomet	99 399	2,7 ± 0,5 (1-6)	531 ± 214			1,3		
Mohr, Krustrup, Andersson, Kirkendal & Bangsbo, 2008	nogomet (Ž) (USA)	19 (V) 15 (P)		460 ± 20* 380 ± 50		30 ± 2* 26 ± 1	1,2 ± 0,1* 0,9 ± 0,1	180 207	

Goto, John G. Morris, and Mary E. Nevill, 2015	nogomet visoko intenzivne aktivnosti (U9) >4.1 U(10) > 4.2	(U9) 22 (U10) 12 (U9) 166±52 (U10) 186±60 (Zadržani) 180±66 (otpušteni) 167±51					(Z) 1.2±0.4 (O) 1.2±0.4		
George, M. Wehbe, Timothy B. Hartwig, and Craig S. Duncan, 2014	nogomet, A-liga AUSTRALIA vrlo visoke intenzivne aktivnosti (19.7km/h, trčanje velikim brzinama i sprintanje	19 6(obrambeni) 9 (centralni vezni) 4(napadači)	341.63±145.48 (VVIA) (1.pol) 304.08±124.12 (VVIA) (2.pol) (O) 589.07±279.02 (CV) 716.73±250.85 (N) 707.54±75.38			3.27±2.11 (1.pol) 3.67±2.92 (2.pol) (O) 7.39±3.99 (CV) 6.10±5.0 (N) 7.0±4.36	1.82±0.87 (VVIA) (1. pol) 0.31±0.20 (S) (1.pol) 1.53±0.59 (VVIA) (2.pol) 0.33±0.25 (S) (2.pol) (O) 0.32±0.19 (CV) 0.31±0.23 (N) 0.35±0.22		
Nakamura F.Y, Pereira L.A., Loturco	nogomet (Ž) , generalne vs individualne	11 obrambeni krilo				10.2 ± 4.1 O 28.1 ± 5.5 K 21.9 ± 10.5			

I, Rosseti M, Moura FA, Bradley P.S., 2016	zone (20km/h,>90% od prosječne brzine sprinta na 20m)	centralni vezni napadači				CV 31.9 ± 11.1 N			
Saward, C., Morris, J. G. , Nevill, M. E. Nevill, A. M. Sunderland, C., 2015	nogomet (mladež)	263 (U9-U18) (9-18god)		160 ± 25(S) 211 ± 22 (B) 167 ± 24 (V) 275 ± 25 (K) 242 ± 24 (N)					
Spencer, Bishop, Dawson & Goodman, 2005a	nogomet, hokej, rugby, (pregledni rad)	8 studija	2-3*		10-20*	19-62			
Ross, A. Gill, N. & Cronin, J. 2015	Ragbi , (>5m/s)	27 12(N) 15(O)		252 ± 103 (N) (14min utakmice) 249 ± 130 (O) (14min utakmice)					
Deutsch, Kearney & Rehrer, 2006	ragbi	13 (ZL) 16 (PL)	2,04 ± 0,72 3,18 ± 0,77			(3-8) (7-11)	0,20 ± 0,20 0,59 ± 0,44		
Póvoas, S. C., Seabra, A. F.,	rukomet (portugalska	30	2.8±1.8	107±87.3	18±6.81 (17±13.7	22±10	0.4±0.31		

Ascensão, A. A., Magalhães, J., Soares, J. M., & Rebelo, A. N., 2012	prva liga)				ukupno vrijeme)				
Chelly i sur., 2011	rukomet (A)	18	2,0 ± 0	98,2		38 ± 6			
Spencer i sur., 2004	Hokej	14	1,8 ± 0,4 3,8-4,6			30 ± 14 30	1,5 ± 0,6 1,5 ± 0,8	≥ 50% intervala odmora je ≥1' 30 do	
Spencer i sur., 2005b	hokej, 3 uzastopne utakmice	14				22 23	1,2 ± 0,4 1,0 ± 0,3	45% int. odmora je > 121"	
Vescovi, J.D. and Frayne, D. H. 2015	hokej na travi (Ž) NCAA Liga 1.	68 (N) napad 21 (CV) vezni 29 (O) obrambeni 18		153 ± 77 (117-188) N 136 ± 72 (109-164) CV 113 ± 83 (72-154) 0		9 ± 4 (7-10) N 8 ± 4 (6-9) CV 7 ± 5 (4-9) O 41 ± 22	4,9 ± 1,2		25.0 ± 1.4 (24.3-25.6) N 24.4 ± 1.4 (23.8-24.9) CV 23.8 ± 2.0 (22.8-24.8) O
Chelly i sur., 2011	rukomet (A)	18	2,0 ± 0	98,2		38 ± 6			
Scanlan, Dascombe, Reaburn & Dalbo, 2012	košarka (Ž) (AUS)	12	99 ± 16 (ukupno)	925 ± 184		108 ± 20		11-16"	
Ben Abdelkrim i sur., 2010	košarka (J) (TUN)	18		763 ± 169 (468-1029)	16,8 ± 3,1		2,83 ± 0,62 (1,29-3,84)		
Abdelkrim, B., Fazaa, E. & Ati, E.,	košarka (J) (TUN)	38	2,1 ± 0,2			55 ± 11 (36-74)	5,3 ± 0,8	39	

2007									
McInnes, Carlson, Jones & McKenna -1995	košarka (AUS)	8	1,7 ± 0,2			105 ± 52		21	
Matthew & Delextrat, 2009	košarka (VB)	9 (Ž)				49 ± 17 (25 - 71)			
Scanlan, Dascombe & Reaburn, 2011	košarka (AUS)	(EO) (SEO) (ENC) (SENC)	0,51 ± 0,01 0,93 ± 0,03 0,51 ± 0,03 0,98 ± 0,02	70 ± 26 952 ± 321 94 ± 9 1329 ± 235	3,85 ± 0,01 9,08 ± 0,38 3,92 ± 0,25 9,48 ± 0,72	18 ± 7 105 ± 31 24 ± 1 140 ± 14			

Legenda: ITA – talijanska prva liga, LP – Europska liga prvaka, SPA – španjolska prva liga, EL – UEFA Europska liga, EPL – engleska Premier liga, FRA – francuska prva liga, DAN – danska liga, AUS – australska liga, USA-američka liga, VB – Velika Britanija, J – juniori, A – adolescenti, V – vrhunski, P – prosječni, N – igrači nacionalne razine, I – igrači internacionalne razine, EB – elitni obrambeni igrači, SEO – sub-elitni obrambeni igrači, ENC – elitni napadači i centri, SENC – sub-elitni napadači i centri, CO – centralni obrambeni, B – bek, CV – centralni vezni, K – krilo, N – napadač, PL – igrači prednje linije, ZL – igrači zadnje linije, Ž – žene, TU – trajanje utakmice, \* - statistički značajna razlika, # - visoko intenzivna aktivnost (≥ 23 km/h)

## 1.2. Ponavljani sprintovi u sportskim igrama i serije ponavljanih sprintova

Primjenom analiza kretanja zabilježeno je kako se za vrijeme utakmica u sportskim igrama realizira relativno veliki broj sprintova te da veća udaljenost ostvarena sprintom razlikuje vrhunske od prosječnih momčadi (Mohr i sur., 2003). Isto tako zabilježeno je kako veća udaljenost razlikuje uspješne od manje uspješnih nogometnih momčadi (Di Salvo, 2008), elitne od vrhunskih nogometašica (Mohr i sur., 2008). Također Abdelkrim i suradnici (2010) utvrđuju da veća udaljenost ostvarena sprintom razlikuje košarkaše nacionalne i internacionalne razine (Tablica 2). U istraživanju Mohra i suradnika (2003) kod prosječnih i vrhunskih nogometaša zabilježeno je statistički značajno opadanje distance pretrčane sprintom kao i broja sprintova te postotak vremena provedenog sprintajući u drugom poluvremenu u odnosu na prvo poluvrijeme. Također je zabilježeno kako vrhunske nogometašice ostvaruju udaljenosti sprintom od  $250 \pm 20$  vs  $210 \pm 10$ , dok prosječne nogometašice prevaljuju  $200 \pm 30$  vs  $170 \pm 20$ . (Mohr i sur., 2008). Navedene udaljenosti sprinta razlikuju se s obzirom na vrijeme nogometne utakmice, pa tako prvih 15 minuta utakmice igrači prevaljuju veće prosječne udaljenosti sprintom nego u posljednjih 15 minuta prvog i drugog poluvremena. Opadanje ukupne udaljenosti sprinta zamijećeno je i s obzirom na igračke pozicije (Di Salvo, Gregson, Atkinson, Tordoff & Drust, 2008). Opadanje sprinterskih sposobnosti zabilježeno je prvenstveno kod napadača, krilnih igrača bekova, dok je povećanje zabilježeno kod stopera i centralnih veznih. Najveće opadanje udaljenosti prevaljene sprintom zabilježeno je kod lošijih nogometnih momčadi.

Tablica 2. Pregled istraživanja koja su analizirala promjene u sprinterskim izvedbama tijekom natjecateljske aktivnosti

	Uzorak ispitanika (sport) i rang	Broj ispitanika	Udaljenost sprinta (m)	Broj sprintova	Vrijeme sprinta (%) ili sekunde ukupno		
Spencer, Bishop, Dawson & Goodman, 2005a	nogomet, hokej, rugby (pregledni članak)	8 studija	670 – 975	19-62			
Bangsbo, Nørregaard & Thorsø, 1991	nogomet	14 V 4 OB 7 VZ 3 N		19 16 17 24			
Mohr, Krstrup i Bangsbo, 2003	nogomet (ITA i LP)	18 V 24 P	350 ± 40 vs 300 ± 30* 210 ± 30 vs 190 ± 20*	22 ± 2 vs 17 ± 1* 14 ± 1 vs 12 ± 1*	1,6 ± 0,1 vs 1,2 ± 0,1* 0,9 ± 0,1 vs 0,8 ± 0,1*		
	<p><b>Nema statistički značajne razlike kod prosječnih nogometaša u distanci pređenoj sprintom prema 15-nim periodima utakmice</b>  <b>Zadnjih 15' utakmice: 70 ± 10 vs 90 ± 10 do 130 ± 20 (raspon prva četiri 15' perioda)</b>  <b>Udaljenost sprinta bila je 43% manja u zadnjih 15' u odnosu na period prvih 15' igre kod vrhunskih nogometaša.</b></p>						
Di Salvo i sur., 2007	nogomet (SPA i LP)	(SPA i LP) 300 Sprint ≥ 23	165 ± 95 vs 172 ± 94 Nije značajno –				



		km/h	čak je povećanje				
Castagna, D'Ottavio & Abt, 2003	nogomet (U12) TU= 2 x 30'	11 Sprint ≥ 18 km/h	34 ± 28 vs 60 ± 42 Nije značajno – čak je povećanje	17 ± 3 vs 16 ± 5 ns	120 ± 21 vs 117 ± 24 s ns		
Bradley i sur., 2009	nogomet (EPL)	370 Sprint ≥ 25,1 km/h	123 ± 59 vs 132 ± 68 ns	17 ± 8 vs 18 ± 9 ns			
<p>Udaljenost sprinta u posljednjih 15' utakmice je značajno manja u odnosu na prvih 15' u oba poluvremena:  1. poluvrijeme: 34 ± 23 vs 43 ± 17  2. poluvrijeme: 36 ± 20 vs 44 ± 19</p>							
Mohr, Krusturp, Andersson, Kirkendal & Bangsbo, 2008	nogomet (Ž) (USA)	19 (V) 15 (P)	250 ± 20 vs 210 ± 10* 200 ± 30 vs 170 ± 20*		/ 1,2 ± 0,1 vs 1,0 ± 0,1* 1,0 ± 0,1 vs 0,9 ± 0,1*		
<p>Udaljenost sprinta u posljednjih 15' drugog poluvremena je značajno manja od prva četiri 15-minutna intervala kod vrhunskih nogometaša:  Zadnjih 15' utakmice: 50 ± 10 vs 70 ± 10 do 80 ± 10 (raspon prva četiri 15' perioda)  Udaljenost sprinta u posljednjih 15' i prvog i drugog poluvremena značajno je manja nego u prvih 15' kod prosječnih nogometaša:  1. poluvrijeme: 90 ± 10 vs 50 ± 10  2. poluvrijeme: 70 ± 10 vs 40 ± 10</p>							
Di Salvo, Gregson, Atkinson, Tordoff	nogomet (M) EPL	563 7 355 utakmica	Opadanje ukupne udaljenosti sprinta kod napadača#, krilnih igrača# i bekova NS te povećanje kod centralnih obrambenih NS i centralnih veznih NS Najveće opadanje ukupne udaljenosti sprinta kod najlošijih momčadi.				

& Drust, 2008							
Scanlan, Dascombe, Reaburn & Dalbo, 2012	košarka (Ž) (AUS)	12	458 ± 77 vs 467 ± 122	54 ± 7 vs 54 ± 13			
Daniele Konte, Terence G. Favero, Corrado Lupo, Fabio M. Francioni, Laura Capranica, Antonio Tessitore, 2015	košarka (ITA) (Ž) 5 utakmica 3 utakmice prve lige, 2 utakmice Europske lige	12		44 ± 15 (18- 72)			
Uzimajući u obzir visoko intenzivne aktivnosti, sprinterska aktivnost se pojavljivala svakih 33,3 sekunde, raspoređenih u omjerima prema četvrtinama utakmice na 1.18 ± 0.25, 1.69 ± 0.78, 1.02 ± 0.26, 1.34 ± 0.58, i 1.13 ± 0.28 u prvoj, drugoj, trećoj i četvrtoj četvrtini.							
Ben Abdelkrim i sur., 2010	(TUN)	18	411 ± 101 vs 352 ± 97*	3,53 ± 0,97 vs 2,13 ± 0,46*			
Chelly i sur., 2011	rukomet (A)	18	63,6 ± 7,3 vs 34,6 ± 6,3*				
<b>Legenda:</b> ITA - talijanska prva liga, LP - Europska liga prvaka, SPA - španjolska prva liga, EL - UEFA Europska liga, EPL - engleska Premier liga, FRA - francuska prva liga, DAN - danska liga, AUS - australska liga, USA - američka liga, J - juniori, A - adolescenti, V - vrhunski, P - prosječni, N - igrači nacionalne razine, I - igrači internacionalne razine, SSG - small sided games (igre na malom terenu), OB - obrambeni igrač, VZ - vezni igrač, S - sveučilišni igrači, CO - centralni obrambeni, B - bek, CV - centralni vezni, K - krilo, N - napadač, PL - igrači prednje linije, ZL - igrači zadnje linije, Ž - žene, TU - trajanje utakmice, * - statistički značajna razlika, # - visoko intenzivna aktivnost (≥ 23 km/h), NS - nema statistički značajne razlike							

Analizirajući sportske aktivnosti uz pomoć sve prisutnijeg GPS sustava, dobiva se jasna slika obrazaca opterećenja i kretanja igrača i momčadi za vrijeme natjecanja. Vidljivo je da se ukupna udaljenost prevaljena sprintom smanjuje kako utakmica odmiče kraju, te da poštujući razlike među ekipama, postoje i različite udaljenosti navedenim modalitetom kretanja, a isto tako one postoje i među igračkim pozicijama. Buchheit i suradnici (2012) u svome radu definirali su aktivnosti u kojima je njihovo trajanje duže od jedne sekunde i veće od 19 kilometara na sat, povezano s dva sprinta koje dijeli interval odmora od 60 sekundi uslijed ponavljanja sprintova-SPS. Spencer i suradnici (2004) provode prvo istraživanje u kojemu su analizirali pojavnost ponavljanih sprintova kod hokejaša. Prosječno trajanje sprinta tijekom utakmice bilo je  $1,8 \pm 0,4$  s, dok je prosječno trajanje maksimalnih sprintova iznosilo  $4,1 \pm 2,1$  s. Utvrđeno je da je više od 50% intervala oporavka između sprintova iznosilo više od 60 sekundi. Najveći broj intervala oporavka trajao je duže od 2 minute. Također je utvrđeno da trajanje odmora između sprintova iznosi 20 sekundi ili čak i manje u 25% slučajeva. Ispada da su intervali odmora ili vrlo kratki ili vrlo dugi ( $<25$  sekundi,  $\geq 2$  minute). Frekvencija oporavka između 20 i 60 sekundi bilo je najmanje. Ti kratki intervali odmora karakteriziraju intenzivni period ponavljanih sprintova te su definirali radnu seriju ponavljanih sprintova. U istraživanju Spencera i suradnika (2004) serija ponavljanih sprintova označavala je slijed od tri sprinta s prosječnim periodom opravka između sprintova manjim od 21 sekunde. Uzimajući u obzir navedeno, ukupno je realizirano 17 serija ponavljanih sprintova na uzorku hokejaša tijekom natjecateljske aktivnosti. Analizirajući pet utakmica talijanskih košarkašica (Konte i sur., 2015) ukupna pojavnost navedenog modaliteta kretanja iznosila je 130 ponavljajućih sprintova u svih pet utakmica, što je prosječno na utakmici iznosilo  $26.0 \pm 7.6$  navedenih modaliteta kretanja, s brojem sprintova u seriji  $4.4 \pm 1.7$ , s intervalom odmora od  $15.4 \pm 4.5$  sekundi, od čega je 56% vremena oporavka pasivnog karaktera. S obzirom na uzrasne kategorije, broj serija ponavljanih sprintova varira. U istraživanju Buchheita i suradnika (2010) najveći broj serija ponavljanih sprintova ostvaruje U14 uzrasna kategorija, prosječni broj sprintova

po seriji iznosi 2,7 dok trajanje pojedinačnog sprinta iznosi 2,7 sekundi. Te vrijednosti su nešto veće kod hokejaša na travi ( $4,2 \pm 1,3$ ,  $4 \pm 1$  (3-7) (Spencer i sur., 2004, 2005). Najveći broj serija izveden je s oporavkom manjim od 15 sekundi. Pa tako u radu Carlinga i suradnika (2012) na francuskim nogometašima, vrijeme oporavka između sprintova kreće se od  $14,4 \pm 5,2$  do  $11,4 \pm 3,7$  sekunde, uvažavajući pozicije igrača na terenu. Prosječno trajanje sprinta iznosilo je  $2,7 \pm 0,7$  dok je broj sprintova iznosio  $3,3 \pm 0,5$  sprintova po seriji. U istraživanju Gabbetta i Mulveya (2008) na nogometašima broj serija ponavljanih sprintova ukupno iznosi  $4,8 \pm 2,8$ , dok napadači izvode  $4,7 \pm 4,0$ , vezni  $6,0 \pm 3,2$  i obrambeni  $4,0 \pm 1,9$ , s brojem sprintova u seriji  $3,4 \pm 0,8$  (3-6). Najveći broj sprintova po seriji izvode vezni igrači, dok nema značajne razlike između trajanja sprintova prema pozicijama.

Tablica 3. Pregled istraživanja koja su analizirala serije ponavljanih sprintova tijekom natjecateljske aktivnosti

	Uzorak ispitanika (sport) i rang	Broj ispitanika	Broj serija ponavljanih sprintova	Broj sprintova po seriji	Trajanje sprintova unutar serije (s)	Udaljenost sprintova unutar serije (m)	Vrijeme oporavka između sprintova unutar serije (s)	% ukupne HIR udaljenost	Vrijeme oporavka između sprintova tijekom utakmice
Spencer i sur. (2004)	hokej na travi (AUS)	14	17	4,2 ± 1,3 R = 3-7			14,9 ± 5,5		
Spencer i sur. (2005b)	hokej na travi (AUS)	14 (3 utakmice)	17 (1. ut) 11 (2. ut) 8 (3.ut)	4 ± 1 (3-7) 3 ± 1 (3-4) 4 ± 1 (3-5)			14,9 ± 5,5 12,6 ± 4,0 15,5 ± 4,5		
Buchheit, Mendez-Villanueva, Simpson & Bourdon (2010)	nogomet (FRA) Sprint ≥ 19 km/h (aps) Sprint ≥ 61% VB (rel)	99 (uk) (42 utakmice)	U13 (2-42) U14 (0-43) U15 (0-25) U16 (1-33) U17 (0-14) U18 (0-24) (rel)	2,7 ± 0,3 (2-4)	2,7 ± 0,5 (1-6)		Najveći broj serija izveden je s oporavkom < 15 s		
Carling, Gall & Dupont (2012)	nogomet (FRA) (HIR ≥ 19,8 km/h)	20 VR (uk) 5 (B) 5 (CO) 5 (CV) 5 (K) 5 (N)	1,1 ± 1,1 1,6 ± 0,8 0,4 ± 1,1 1,3 ± 0,6 1,4 ± 1,1 0,6 ± 0,8	3,3 ± 0,5 3,4 ± 0,6 3,3 ± 0,5 3,2 ± 0,4 3,2 ± 0,4 3,3 ± 0,6	2,7 ± 0,7 2,9 ± 0,7 2,5 ± 0,8 2,5 ± 0,7 2,6 ± 0,6 2,8 ± 0,7	16,5 ± 4,9 18,2 ± 4,6 15,0 ± 5,6 14,9 ± 5,0 16,2 ± 3,9 17,4 ± 4,4	13,6 ± 4,4 14,4 ± 5,2 11,4 ± 3,7 13,7 ±	8,6 ± 1,2 5,1 ± 1,4 6,2 ± 1,3 8,3 ± 2,2 7,3 ± 1,6	/ 139,0 ± 42,6 115,8 ± 18,6 194,6 ± 48,4

							4,7 13,6 ± 4,4 13,9 ± 4,4		134,7 ± 28,5 120,5 ± 24,1 129,3 ± 27,6
Najveći broj serija ponovljenih sprintova u pojedinačnoj utakmici je 6 (krila) Najveći broj sprintova u pojedinačnoj seriji je 7 (napadači)									
Gabbett, Wiig & Spencer (2013)	Nogomet (AUS) (Ž) RSA (≥ 2 sprinta sa ≤ 20" između sprintova)	13 (SI)	5,1 ± 5,1 (2s) 2,5 ± 3,0 (3s) 1,1 ± 2,0 (4s) 0,5 ± 1,2 (5s) 0,2 ± 0,7 (6s) R = 0-23	R = 2-7	2,27 ± 0,56 (2s) 2,16 ± 0,60 (3s) 2,24 ± 0,77 (4s) 1,96 ± 0,51 (5s) 2,08 ± 0,19 (6s)		9,94 ± 4,73 (2s) 12,95 ± 4,34 (3s) 13,28 ± 3,99 (4s) 15,11 ± 3,74 (5s) 16,57 ± 2,49 (6s)		
	RHIA (≥ 2 sprinta/duga koraka sa ≤ 20" između sprintova))	13 (SI)	31,2 ± 18,7 (2s) 22,2 ± 16,4 (3s) 17,4 ± 16,4 (4s) 13,7 ± 14,4 (5s) 11,1 ± 13,8 (6s)		2,98 ± 0,66 (2s) 2,94 ± 0,72 (3s) 2,98 ± 0,76 (4s) 2,87 ± 0,65 (5s) 2,93 ± 0,67 (6s)		9,49 ± 2,60 (2s) 11,86 ± 3,07 (3s) 13,21 ± 3,17 (4s) 14,23 ± 2,90 (5s) 14,74 ± 2,66 (6s)		
Smanjenje broja RSA serija u drugom poluvremenu u odnosu na prvo poluvrijeme (3,0 ± 3,2 vs 2,1 ± 2,8)NS									

Smanjenje broja RHIA serija u drugom poluvremenu u odnosu na prvo poluvrijeme (16,8 ± 11,3 vs 14,4 ± 10,0)NS Povećanje oporavka u RSA serijama od s4 (22,3 ± 18,5%)* i s5 (26,2 ± 5,7%)* između prvog i drugog poluvremena									
Gabbett & Mulvey (2008)	Nogomet (AUS) (MU)	13 (SI) (uk)	4,8 ± 2,8 (uk) 4,7 ± 4,0 (N) 6,0 ± 3,2 (V) 4,0 ± 1,9 (O)	3,4 ± 0,8 (3-6) 3,4 ± 0,8 (N) 3,5 ± 1,0 (V) 3,2 ± 0,4 (O)	2,1 ± 0,7 (uk) 2,2 ± 0,7 (N) 2,1 ± 0,6 (V) 2,1 ± 0,7 (O)		5,8 ± 4,0 (uk) 6,7 ± 3,8 (N) 6,6 ± 4,0 (V) 4,3 ± 3,7 (O)		
Nakamura FY <sup>1</sup> , Pereira LA, Loturco I, Rosseti M, Moura FA, Bradley PS. 2016	Nogomet (Ž) , generalne vs individualne zone (20km/h,>90% od prosječne brzine sprinta na 20m)	11		2.3 ± 2.4 3.3 ± 3.0					
Daniele Konte, Terence G. Favero, Corrado Lupo, Fabio M. Francioni, Laura Capranica , Antonio Tessitore (2015)	Košarka (ITA) (Ž) 5 utakmica 3 utakmice prve lige, 2 utakmice Europske lige	12	5(ut) 130 RSE 26.0 ± 7.6	4.4 ± 1.7				15.4 ± 4.5 56% od ukupnog vremena iznosi oporavak pasivnog karaktera	
Buchheit, M., Simpson, B. M., & Mendez-Villanueva, A.	nogomet 1“ 19km/h 2 povezana sprinta sa	35 (B) 26 (S) 48 (V) 43(K)	1.dio sezone 12.9 (11.1;14.8) 4.0 (3.8;4.2)	1.dio sezone 2.9 (2.8;2.9) 3.8 (3.6;3.9) 3.3 (3.2;3.4)					

(2013)	maksimalnim oporavko od 60"	19(N)	3.4 (3.0;3.8) 10.9 (6.8;15.1) 2. dio sezone 18.7 (15.6;21.8)V 7.2 (3.5;10.9) B 4.0 (3.4;4.5) S 7.8 (6.3;9.2) K	3.0 (2.6;3.4) 2.dio sezone 2.6 (2.4;2.8) 3.4 (3.1;3.7) 3.4 (3.2;3.6) 3.2 (3.1;3.3)					
<p>Utakmice odigrane u periodu od listopada do prosinca spadaju u kategoriju prvog dijela sezone, dok utakmice odigrane od sredine prosinca do veljače označavaju drugi period. Najveći broj serija ponavljanih sprintova u prvom periodu je 17.4 (krila), u drugom 14.3 (krila). Najveći broj sprintova po seriji je 3.8 (vezni ) za prvi period. Najveći broj sprintova po seriji je 3.4 u drugom periodu (bekovi, stoperi, napadači)</p>									
<p><b>FRA - francuska prva liga, HIR - visoko-intenzivno trčanje (<math>\geq 19,8</math> km/h), VR - vrhunski igrači, SI - sveučilišni igrači, Ž - žene, N - napadači, V - vezni, O - obrambeni igrači, R - raspon, 2s - serija sprintova koja uključuje 2 sprinta, 3s - serija sprintova koja uključuje 3 sprinta, MU - međunarodne utakmice, NS - nije statistički značajno, *-statistički značajno</b></p>									



Povezani oblici sprintova za vrijeme natjecateljske aktivnosti klasificiraju se kao serija ponavljanih sprintova za vrijeme aktivnosti (Buchheit i sur., 2012). Trajanje sprinta u seriji ponavljanih sprintova kretalo se između 1,8 sekundi do maksimalnog trajanja od 4,1 sekunde. Broj sprintova koji su bilježili za vrijeme serije kretao se s po tri sprinta s trajanjem odmora kraćim od 20 sekundi što ujedno predstavlja i 25% slučajeva pojavnosti ovakve aktivnosti. Broj serija ponavljanih sprintova razlikuje se s obzirom na igračke pozicije, pa tako vezni igrači ostvaruju najveći broj serija ponavljanih sprintova u nogometu (6) dok najniže vrijednosti bilježe igrači zadnje linije (Gabbet i Mulvay, 2008).

### **1.3. Utjecaj treninga ponavljanih sprintova na kondicijske sposobnosti**

Iako se ukupna udaljenost koju igrači prevaljuju za vrijeme utakmice tijekom godina nije značajno mijenjala, zahtjevi za većim brojem visoko intenzivnih trčanja i većim sprinterskim udaljenostima za vrijeme utakmice jesu (Pareja-Blanco i sur., 2016). Kod profesionalnih nogometaša, postoji značajna korelacija između prosječnog vremena sprinta u testu SPS i pretrčane udaljenosti visokim intenzitetom ( $r=-0,65$ ), odnosno sprintom ( $r=-0,6$ ) (Rampinini i sur., 2007). Trening ponavljanih sprintova predstavlja jednu od metoda treninga često primjenjivanu za unaprjeđenje sposobnosti ponavljanja sprintova (Bishop, 2011). Program treninga ponavljanih sprintova predstavlja (Glaister, 2005) ponavljanja pravocrtnih ili povratnih sprintova na kratkoj dionici s vremenom oporavka <60 sekundi između ponavljanja. Trening ponavljanih sprintova značajno unaprjeđuje sposobnost ponavljanja sprintova (Bishop i sur., 2011). Trening ponavljanih sprintova predstavlja metodu treninga koja je specifična za razvoj ove sposobnosti te autori smatraju kako je to unaprjeđenje rezultat specifičnosti samog procesa treninga (Buchheit, 2012a). Tonnessen i suradnici (2011) navode kako primjena treninga ponavljanih sprintova jednom tjedno u trajanju od 13 tjedana ostvaruje pozitivne učinke (-0.7 sekundi) u testu ponavljanih sprintova. Bishop i suradnici (2011) navode da trening ponavljanih sprintova omogućava značajno poboljšanje

VO<sub>2</sub>max od 5 do 6%. Drugačije vrijednosti zabilježili su Serpiello, McKenna, Stepto, Bishop & Aughey (2011) nakon deset treninga ponavljanih sprintova koji se provodio 3 puta tjedno. Zabilježili su poboljšanje VO<sub>2</sub>max od 2% koje nije bilo statistički značajno. Poboljšanje VO<sub>2</sub>max od 5,8% zabilježili su Ferrari Bravo i suradnici (2008) nakon provođenja programa treninga ponavljanih povratnih sprintova kroz sedam tjedana (3 × (6 × 40 m povratni sprintovi (4×10 m i 2×20 m); 20 sekundi odmora; 4 minute odmora između serija)). Program treninga se provodio 2 puta tjedno s vrhunskim nogometašima juniorskog uzrasta s realiziranim brojem od 18 sprintova po treningu. Malo bolji napredak (6%) zabilježili su Fernandez-Fernandez i suradnici (2012) nakon provedbe treninga ponavljanih povratnih sprintova s mladim tenisačima koji se provodio 3 puta tjedno kroz 6 tjedana, što predstavlja malo veći volumen od istraživanja Brava i suradnika. Također je realiziran i veći ukupni broj sprintova po treningu (30). Kao što je navedeno, napredak u sposobnosti ponavljanih sprintova ovisit će o ukupnom broju realiziranih sprintova, odnosno volumenu rada. Kao jedna od parametara zašto se ove razlike događaju je i modalitet realizacije samih sprintova. Bravo i suradnici (2008), kao i Fernandez-Fernandez i suradnici (2012) primjenjivali su povratne sprintove, dok su za razliku od njih Serpiella i suradnici (2011) primjenjivali pravocrtno sprintove. Realizacija povratnih ponavljanih sprintova predstavlja fiziološki zahtjevniji izazov za sportaša zbog neprestanih akceleracija i deceleracija u odnosu na pravocrtno sprintove (Buchheit, Bishop, Haydar, Nakamura & Ahmaidi, 2010). Program je uključivao trening ponavljanih sprintova pravocrtnim ili povratnim modalitetom od 6 do 10 tjedana, 2 do 3 puta tjedno, u kojemu je realizirano od 150 do 540 sprintova, što je po treningu iznosilo od realizacije 15 do 30 sprintova te su promjene u pokazateljima VO<sub>2</sub>max uzrokovane prvenstveno volumenom treninga kao i njegovim modalitetom. Eksplozivna snaga tipa skoka uglavnom je u istraživanjima mjerena testom skok s pripremom pa tako Buchheit i suradnici (2008) bilježe povećanje rezultata od 4,7% i 7% (2010), a Attena i suradnici 3,4% (2015) primjenom treninga ponavljanih sprintova povratnog modaliteta. Neka istraživanja bilježe stagnaciju rezultata u navedenoj sposobnosti primjenom treninga ponavljanih sprintova (Ferrari Bravo i sur., 2008; Fernandez-Fernandez i sur., 2012) ili čak i pad

rezultata kod Soares-Caldeira i suradnika (2014) premda bilježe poboljšanja u sposobnosti ponavljanja sprintova. Nascimento i suradnici (2015) bilježe stagnaciju rezultata u pokazateljima eksplozivne snage tipa skoka primjenom testa skok s pripremom, ali također bilježe nepromijenjene vrijednosti odnosno stagnaciju rezultata u najboljem sprintu u testu i prosječnom vremenu sprintova za vrijeme testa (RSS (8 × 10+20+10, sa 20" pasivne). U istraživanjima koja bilježe poboljšanje rezultata u prostoru eksplozivnosti realizirano je između 168 i 184 sprintova u ukupnom programu treninga, u trajanju od 4 do 10 tjedana, 1 do 2 puta tjedno. Također, kao osnovni modalitet treninga primjenjivani su povratni ponavljani sprintovi, te je zbog dinamike kretanja (akceleracije i deceleracije) očekivano da i takav tip treninga ostvari bolje rezultate u prostoru eksplozivnosti, premda to nije bio uvijek i slučaj (Ferrari Bravo i sur., 2008; Fernandez-Fernandez i sur., 2012; Soares-Caldeira i sur. (2014). U sprinterskim izvedbama Buchheit i suradnici bilježe poboljšanje u rezultatu sprinta na 30 metara od 2,1% provedenim treningom ponavljanih sprintova povratnog modaliteta kroz 10 tjedana 1 puta tjedno, 4,6% poboljšanje na 10 metara (Buchheit i sur., 2010) primjenom dodatnog treninga 2 puta tjedno kroz 4 tjedna. Poboljšanje od 1,1 % zabilježeno je na dionici od 5 i 10 metara kod Galvina i suradnika (2013) od 2,8% i 1,1%. Mohr i suradnici (2007) bilježe poboljšanje rezultata na dionici od 50 metara od 5,8% kroz 8 tjedana treninga u kojemu je realizirano ukupno 30 treninga. Također je zabilježena i stagnacija rezultata na 10 i 20 metara primjenom treninga ponavljanih sprintova u trajanju od 6 do 10 tjedana 2 do 3 puta tjedno (Ferrari Bravo i sur., 2008; Fernandez-Fernandez i sur., 2012; Buchheit i sur., 2008). Rezultati istraživanja sugeriraju na to da je poboljšanje rezultata uvelike ovisno o modalitetu izvođenja treninga ponavljanih sprintova kao i dužini dionice na kojoj se trenažni proces provodi. U prostoru sposobnosti promjene smjera Buchheit i suradnici (2008) u svome istraživanju bilježe stagnaciju rezultata u testu 4 x 5 metara nakon 10 tjedana primjene treninga ponavljanih sprintova koji se provodio u 2 do 3 serije s 5 do 6 sprintova od 30 do 40 metara sa odmorom od 14 do 23 sekunde između ponavljanja i 2 minute odmora između serija 2 puta tjedno modalitetom povratnih sprintova. Navedeno istraživanje predstavlja jedini oblik u kojemu su istraživane pojavnosti promjena u prostoru sposobnosti promjene

smjera koji je naveden u ovom istraživanju. U prostoru sposobnosti ponavljanja sprintova, trening ponavljanih sprintova pokazao se kao učinkovito sredstvo rada na ovoj sposobnosti. Buchheit i suradnici (2009) u najboljem sprintu u testu ponavljanih sprintova nakon 10 tjedana bilježe poboljšanje od 3,5%. U navedenoj varijabli koja određuje učinkovitost pojedinca u testu ponavljanja sprintova također je zabilježeno poboljšanje u rezultatu (Buchheit i sur.,2010; Mohr i sur., 2017; Serpiello i sur., 2011; Attene i sur.,2014; Soares-Caldeira i sur., 2014) koje je variralo od 1,3% do 5,5%. Stagnacija rezultata zabilježena je kod Buchheita i suradnika (2008) u programu treninga realiziranog kroz 10 tjedana primjenom ponavljanih povratnih sprintova 2 puta tjedno kao i kod Nascimento i suradnika (2015). U pokazatelju prosjeka rezultata ponavljanih sprintova nakon realizacije programa treninga autori (Buchheit i sur., 2009; Buchheit i sur., 2010; Mohr i sur., 2007; Sarpiello i sur., 2011; Ferrari Bravo i sur., 2008; Fernandez – Fernandez i sur., 2012) bilježe statistički značajno poboljšanje od 2,6% do 8,8% kod Sarpiella i suradnika (2011) koji su provodili program treninga 3 puta tjedno kroz 10 tjedana. Ukupno je realizirano 15 sprintova po treningu, odnosno 150 sprintova. Ostali autori su provodili program treninga 1 do 2 puta tjedno u trajanju od 4 do 10 tjedana. Mohr i suradnici (2007) su provodili program treninga 3 do 5 puta tjedno, ali kroz 8 tjedana te bilježe manje poboljšanje od Saripella i suradnika (2011) od 4,2% ali opet statistički značajno. Postotak opadanja sprintova predstavlja ukupni lokomotorni stres sportaša kao odgovor na trenažni stimulans prilikom serije ponavljanih sprintova, premda je njegova pouzdanost slaba (Oliver, 2009). Buchheit i suradnici (2008) bilježe postupno opadanje od 8,1% u testu ponavljanih sprintova (RSS (6 × 15+15, svakih 20")), dok je ta vrijednost kod Mohra i suradnika (2007) iznosila 13% u testu ponavljanih sprintova RS (5 × 30m, sa 25" aktivne pauze - jog). U prvom slučaju zabilježena je stagnacija rezultata kao i u istraživanjima Fernandez-Fernandeza i suradnika (RSS (10 × 5+11+5, sa 15" pasivne pauze) (2012) i Ferrari Bravao i suradnika (2008). U programu treninga kod Buchheita i suradnika (↔8,1%) realizirano je 184 sprinta, što ukupno predstavlja prijeđenu udaljenost od 6580 metara, dok te vrijednosti kod Mohra i suradnika iznose 450 sprintova i ukupnu udaljenost od 13500 metara. Veće vrijednosti postotka opadanja vremena sprintova tijekom protokola ponavljanih

sprintova označava veći akutni umor sportaša. Programom treninga (Buchheit i sur., 2010) zabilježene su vrijednosti od 35% opadanja brzine sprinta u rezultatima ponavljanih sprintova nakon 4 tjedna treninga u kojemu je realizirano 8 treninga i 50 sprintova, dok slične vrijednosti bilježe i Attene i suradnici (2014), 29% u trajanju od 6 tjedana u kojemu je realizirano 252 sprinta na uzorku mladih košarkašica. Galvin i suradnici (2013) na uzorku mladih ragbijaša u 4 tjedna treninga ponavljanih sprintova bilježe nepromijenjene rezultate u postotku opadanja brzine sprinta i poboljšanje u prosječnom vremenu sprintova od 1,2% u testu (10 × 20m, sa 30" pauze) kao i smanjenje koncentracije laktata od 7,2%, dok su te vrijednosti kod drugih autora veće (Soares-Caldeira i sur., 2014; Nascimento i sur., 2015) 17,8% i 27,2%, premda je zabilježena i manja koncentracija laktata u ponovljenom testiranju kod Nascimentoa i suradnika (2015) od 19,7%. U navedenim istraživanjima zamjetne su i razlike u provođenju dijagnostičko postupka kao trenažni proces koji se provodio na uzorku sportaša. Galvin i suradnici (2013) provodili su 10 × 6" sprintova na nemotoriziranoj traci sa 30" odmora, 5' odmor nakon protokola. Ukupno je realizirano 10 sprintova po treningu dok je ukupna udaljenost po treningu iznosila 430 m (radi se o 6" sprinta). Ukupno je realizirano 120 sprintova, a ukupna udaljenost iznosi 5 160 m. Primjenjivani test sastojao se od 10 × 20m sprinta sa 30" pauze. Soares-Caldeira i suradnici (2014) na uzorku futsal nogometaša u 4 tjedna realizirali su program treninga koji se sastoji od 2 × 6-8 pravocrtnih sprintova na 30 m sa 20" odmora i 5' odmor između serija. Ukupno je realizirano 12 do 16 sprintova po treningu, a ukupna udaljenost po treningu iznosila je 360 do 480 m. Ukupno je realizirano 246 sprintova i ukupna udaljenost od 4 380 m. Primjenjivani test sastoji se od 6 × 20+20, sa 20" pasivne pauze. Veći akutni umor javit će se, kao što se može protumačiti iz rezultata dosadašnjih istraživanja, kod protokola treninga ponavljanih sprintova u kojima su primjenjivane duže dionice i kraći intervali oporavka.

Tablica 4. Prikaz istraživanja koja su istraživala učinak treninga ponavljanih sprintova na kondicijske sposobnosti

AUTOR	VOLUMEN TRENINGA	PROGRAM TRENINGA	EFEKTI
Buchheit, Laursen, Kuhnle, Ruch, Renaud & Ahmaidi (2009c)	2 × tjedno, dodatni trening, 10 tjedana	2 × 7:15" (15" (92% VIFT) -15" odmor) do 2 × 12'15" (15" (93% VIFT)-15" odmor)	RSAb ↑* 3,5% RSAm ↑* 3,4% RSA%dec ↑ 3% CMJ ↑
Buchheit, MendezVillanueva, Delhomel, Brughelli & Ahmaidi, 2010b	1 × tjedno, dodatni trening, 10 tjedana	2-3 × [5-6 × (30-40 m povratni sprintovi); 14-23" odmor; 2' odmor između serija] Ukupno realizirano po treningu: 10-18 sprintova, ukupna udaljenost po treningu 300-720 m	RSAb ↑* 2,9% RSAm ↑* 2,6% 30 m ↑* 2,1% CMJ ↑* 7% RJ ↑* 13,4%
Buchheit, Millet, Parisy, Pourchez, Laursen & Ahmaidi, 2008	2 × tjedno, dodatni trening, 10 tjedana	2-3 × [5-6 × (30-40 m povratni sprintovi); 14-23" odmor; 2' odmor između serija] Ukupno realizirano po treningu: 10-18 sprintova, ukupna udaljenost po treningu 300-720 m Ukupno realizirano: 184 sprinta, ukupna udaljenost = 6 580 m	RSAb ↔ RSAm ↔ RSA%dec ↔ 10 m ↔ CMJ ↑* 4,7% 4 × 5 m ↔
Mohr, Krstrup, Nielsen, Nybo, Rasmussen, Juel & Bangsbo, 2007	3-5 × tjedno, eksperimentalni trening, 8 tjedana, ukupno 30 treninga	15 × 6" sprint, 1' odmor Udaljenost pojedinačnog sprinta ≈ 40 m Ukupno realizirano po treningu: 15 sprintova; ukupna udaljenost po treningu: ≈ 450 m	RSAb ↑* 4% RSAm ↑* 4,2% RSA%dec ↑ 13% 50 m ↑* 5,8% YYIRT↑* 9,9 %

		Ukupno realizirano: $\approx$ 450 sprintova; Ukupna udaljenost 13 500 m	
Serpiello, McKenna, Stepto, Bishop & Aughey, 2011	10 treninga 3 $\times$ tjedno	3 $\times$ (5 $\times$ 4'' sprint na nemotoriziranoj traci; 20'' odmor; 4,5 minuta odmor između serija) Ukupno realizirano: 15 sprintova po treningu Ukupno realizirano: 150 sprintova; ukupna udaljenost $\approx$ 3 750 m	RSAb $\uparrow$ * 5,5% RSAm $\uparrow$ * 8,8% VO2max $\uparrow$ 2% YYIRT $\uparrow$ * 8%
Buchheit, MendezVillanueva, Quod, Quesnel & Ahmaidi, 2010c	2 $\times$ tjedno, dodatni trening, 4 tjedna, ukupno 8 treninga	3-4 $\times$ [4-6 $\times$ (10 m sprint, agilnost i povratni sprintovi < 5''); 30'' odmor; 3' odmor između serija] Ukupno realizirano: $\approx$ 50 sprintova; ukupna udaljenost $\approx$ 980 m	Ab $\uparrow$ 2,7% RSAm $\uparrow$ 2,2% RSA%dec $\uparrow$ 35% CMJ $\downarrow$ 10 m $\uparrow$ * 4,6% RS
Ferrari Bravo, Impellizzeri, Rampinini, Castagna, Bishop & Wisloff, 2008	2 $\times$ tjedno, dodatni trening, 7 tjedana, ukupno realizirano 14 treninga	3 $\times$ (6 $\times$ 40 m povratni sprintovi (4 $\times$ 10 m i 2 $\times$ 20 m); 20'' odmor; 4' odmor između serija) Ukupno realizirano po treningu: 18 sprintova; ukupna udaljenost po treningu: 720 m Ukupno realizirano: 252 sprinta; ukupna udaljenost: 10 080 metara	RSAm $\uparrow$ * 2,1% RSA%dec $\leftrightarrow$ CMJ $\leftrightarrow$ 10 m $\leftrightarrow$ VO2max $\uparrow$ * 5,8% YYIRT $\uparrow$ * 28,1%
Fernandez-Fernandez, Zimek, Wiewelhove & Ferrauti, 2012	3 $\times$ tjedno, dodatni trening, 6 tjedana, ukupno 18 treninga	3 $\times$ (10 $\times$ 5'' povratni sprintovi na 22 m; 15'' odmor) Ukupno realizirano 30 sprintova po treningu; ukupna udaljenost po treningu: 900 m Ukupno realizirano: 540 sprintova; ukupna udaljenost: 16	VO2max $\uparrow$ *6,0% CMJ $\leftrightarrow$ 20 m $\leftrightarrow$ RSAm $\uparrow$ * 3,8% RSA%dec $\leftrightarrow$

		200 metara	
Attene, Pizzolato, Calcagno, Ibba, Pinna, Salernitano & Padulo, 2014	2 × tjedno, dodatni trening, 6 tjedana, ukupno 12 treninga (mlade košarkašice)	3 × 6-8 povratnih sprintova na 30 m (15+15); sa 20" odmora, 4' odmor između serija. Ukupno realizirano 18 do 24 sprintova po treningu; ukupna udaljenost po treningu 540 do 720 m. Ukupno realizirano: 252 sprinta; ukupna udaljenost: 7 560 m Test: RSS (10 × 15+15, sa 30" pasivne pauze)	RSAb ↑* 3,1% RSAt ↑* 4,2% RSA%dec ↑ 29% YYIRT ↑* 28,1%
Soares-Caldeira, de Souza, de Freitas, de Moraes, Leicht & Nakamura, 2014	3 × tjedno, dodatni trening u pripremnom periodu, 4 tjedna, ukupno 11 treninga (futsal nogometaši)	2 × 6-8 pravocrtnih sprintova na 30 m; sa 20" odmora, 5' odmor između serija. Ukupno realizirano 12 do 16 sprintova po treningu; ukupna udaljenost po treningu 360 do 480 m. Ukupno realizirano: 246 sprintova; ukupna udaljenost: 4 380 m Test: RSS (6 × 20+20, sa 20" pasivne pauze)	RSAb ↑ 1,3% RSAm ↑* 2,4% RSAw ↑* 4,1% RSA%dec ↑ 17,8% YYIRT ↑* 31,2% SJ ↓ 5,9% CMJ ↓ 2,1%
Nascimento, De Lucas, Dal Pupo, Arins, Castagna & Guglielmo, 2015	2 × tjedno, dodatni trening u natjecateljskom periodu, 4 tjedna, ukupno 8 treninga (mladi futsal nogometaši)	3 × 6 povratnih sprintova na 40 m (10+10+10+10); sa 20" odmora, 4' odmor između serija. Ukupno realizirano 18 sprintova po treningu; ukupna udaljenost po treningu 720 m. Ukupno realizirano: 144 sprintova; ukupna udaljenost: 5 760 m Test: RSS (8 × 10+20+10, sa 20" pasivne pauze)	RSAb ↔ RSAm ↔ RSA%dec ↑ 26,2% PV ↑ 3,8% AnP ↑* 7,7% RJ ↑* 2,4% CMJ ↔ RSALa ↓* 19,7%
Galvin, Cooke, Sumners, Mileva & Bowtell, 2013	3 × tjedno, dodatni trening, 4 tjedna, ukupno 12 treninga (mladi ragbijaši)	10 × 6" sprint na nemotoriziranoj traci; sa 30" odmora, 5' odmor nakon protokola. Ukupno realizirano 10 sprintova po treningu; ukupna udaljenost po treningu ~ 430 m (radi se o 6" sprinta). Ukupno realizirano 120 sprintova; ukupna udaljenost ~ 5 160 m Test: RS (10 × 20m, sa 30" pauze)	5 m ↑* 2,8% 10 m ↑ 1,1% 20 m ↑ 1% RSAm ↑ 1,2% RSA%dec ↔ YYIRT ↑* 14% RSALa ↓ 7,2%
Suarez-Arrones, Tous-Fajardo, Nunez, Gonzalo-	2 × tjedno, dodatni trening, 6 tjedana, ukupno 12 treninga (ragbijaši)	3 × 6 povratnih sprintova na 40 m (20+20); sa 20" pasivnog odmora, 4' odmor između serija. Ukupno realizirano 18 sprintova po treningu; ukupna	RSAb ↔ RSAm ↑* 2,3% RSA%dec ↑*25,6%



Skok, Galvez & Mendez-Villanueva, 2014		udaljenost po treningu 720 m. Ukupno realizirano 216 sprintova; ukupna udaljenost: 8 640 m Test: RSS (oko čunja) (6 × 20+20m, sa 20" pasivne pauze)	Power ↑* 5%	
Attene, Laffaye, Chaouachi, Pizzolato, Migliaccio & Padulo, 2015	2 × tjedno, dodatni trening, 4 tjedna, ukupno 8 treninga (mladi košarkaši)	3 × 6-8 povratnih sprintova na 30 m (G1: 15+15; G2: 10+10+10); sa 20" odmora, 4' odmora između serija. Ukupno realizirano 18 do 24 sprinta po treningu; ukupna udaljenost po treningu 540 do 720 m. Ukupno realizirano 168 sprintova; ukupna udaljenost: 5 040 m  Test: RSS (10 × 15+15, sa 30" pasivne pauze) IRSS (10 × 10+10+10, sa 30" pasivne pauze)	<b>RSAG (1 okret)</b> RSAb ↑* 1,7% RSAt ↑ 2,9% RSAw ↑* 4,6% RSA%dec ↑*29,5% RSA <sub>La</sub> ↓ 10,8% YYIRT ↑* 25,6% SJ ↑ 3,1% CMJ ↑* 3,4%	<b>IRSAG (1 okret)</b> RSAb ↑ 1,4% RSAt ↑ 2,2% RSAw ↑ 2,4% RSA%dec ↑*23,7% RSA <sub>La</sub> ↓ 2,4% YYIRT ↑ 16,1% SJ ↑* 5,1% CMJ ↑* 7,7%
<b>Legenda: RSAm - prosjek ponavljanih sprintova, RSAb - najbolji sprint u testu ponavljanih sprintova, RSA%dec - postotak opadanja sprinta, CMJ - skok s pripremom, VO2max - maksimalni primitak kisika, YYIRT - Yo Yo intermittent recovery test, ↑ - poboljšanje rezultata, ↓ - smanjenje rezultata, ↔ - nepromijenjeni rezultati, * - statistički značajno poboljšanje sposobnosti</b>				

#### **1.4. Učinci pliometrijskog treninga na kondicijske sposobnosti**

Mnoge studije potvrđuju tvrdnju da je primjenom treninga pliometrije moguće očekivati poboljšanja izvedbe u motoričko specifičnim zadacima poput vertikalnog skakanja, skoka u dalj i brzine trčanja, a isto tako i ekonomičnosti trčanja (Fleck i Kraemer, 2014, Berryman, Maurel i Basquet 2009; Lockie i sur., 2012; Marković, 2007). U timskim sportovima poput košarke, rukometa, odbojke, netballa ili australskog nogometa, igrači moraju ponavljati uzastopne eksplozivne aktivnosti, poput kratkih sprintova (<5-25m) s učestalim promjenama smjera (Spencer i sur. 2005; Ben Abdelkrim i sur. 2007; Sheppard i sur. 2007; Luig i sur. 2008) nakon kojih slijede aktivnosti poput maksimalnih skokova (Buchheit, 2010). Povrh toga, skokovi se javljaju većinom nakon visoko intenzivnih/sprinterskih aktivnosti, poput vertikalnih skokova nakon brzog napada u rukometu (Buchheit, 2010). Studije koje su u svojim istraživanjima primjenjivale trening skokova, zabilježile su da je pliometrijski trening odgovoran za povećanje vertikalne skočnosti odraslog pojedinca pa tako i kod osoba tijekom puberteta (Kotzamanidis, 2006). Pliometrijski tip treninga često je korišten kako bi unaprijedio neuromuskularne komponente čovjeka općenito, ali isto tako i za unaprjeđenje sposobnosti u sportovima eksplozivnosti i izdržljivosti (Marković i Mikulić, 2010).

#### **1.5. Učinci treninga pliometrije na sposobnost sprinta i sposobnost promjene smjera**

U svome istraživanju Ramirez-Campillo i suradnici (2015) istraživali su utjecaj treninga pliometrije na dionicu 15 i 30 metara kod nogometaša uzrasta od 10 do 14 godina. Ispitanici su bili podijeljeni u tri kategorije. Jedna kategorija primjenjivala je vertikalne, druga horizontalne i treća kombinaciju vertikalnih i horizontalnih skokova. U navedenom istraživanju zabilježeno je poboljšanje rezultata u svim kategorijama, premda statistički značajna razlika između kategorija nije postojala, i premda grupa koja je primjenjivala kombinaciju horizontalnih i vertikalnih skokova bilježi najznačajnije trenažne efekte u pokazateljima eksplozivne jakosti tipa sprinta ( $p \leq 0.05$ ,  $3.51 \pm 0.20$  na 15 metara,

6.13 ± 0.52 na 30m). Isto tako Cesar Meylan i David Malatesta (2009) bilježe statistički značajno poboljšanje rezultata na dionici od 10 metara (10 (m) 1.96 ± 0.07 s prema 1.92 ± 0.07\*↑ s) primjenom treninga pliometrije u kombinaciji s treningom sprinta u sklopu nogometnog treninga kroz 8 tjedana, 2 puta tjedno. Također su uspoređivali razlike rezultata među igračkim pozicijama među kojima nije bilo statistički značajne razlike. Quirin i suradnici (2014) na uzorku od 12 nogometaša mlađih dobnih kategorija (13 godina) bilježe poboljšanje rezultata na dionici od 20 metara (-3,2%) u odnosu na kontrolnu grupu. Dijagnostički postupak provodili su u tri različita vremenska perioda, kako bi utvrdili na koje eksplozivne sposobnosti će najviše utjecati i u kojem vremenu. Promjene u rezultatu na 20 metara zabilježene su nakon 16 tjedana trenažnog postupka. Proces treninga trajao je 16 tjedana, s dva treninga tjedno, primjenom vertikalnih i horizontalnih skokova. Broj kontakata sa podlogom po tjednu kretao se između 112 i 350. U kontrolnoj grupi, Villareal i suradnici(2015) ne bilježe promjene u pokazateljima eksplozivne jakosti, dok grupa koja je primjenjivala trening pliometrije kroz 9 tjedana, 2 puta tjedno bilježi statistički značajno poboljšanje rezultata u pokazateljima eksplozivne jakosti, 10-m sprint (ES = 0.7–0.9). Na uzorku ženskih nogometašica (18 god.) također su zabilježena statistički značajna poboljšanja rezultata u pokazateljima eksplozivnih sposobnosti kod grupe koja je primjenjivala pliometrijske skokove za razliku od kontrolne grupe. Broj skokova kretao se u prvom tjednu od 90 pa do 220 u zadnjem, osmom tjednu treninga. Poboljšanje rezultata bilježi se na dionici od 20 metara (3.7 ± 0.3-3.4±0.2\*↓, P<0,05). Slične rezultate bilježe Loturco i suradnici (2015) na uzorku nogometaša primjenom vertikalnih i horizontalnih skokova kroz 11 treninga, premda se brzina kretanja na 20 metara nije značajno promijenila ni u jednoj grupi, brzina kretanja na dionici od 10 metara bilježi pozitivne trenažne efekte (ES = 0.66) u grupi koja je primjenjivala horizontalne skokove, dok ES predstavljaju veliko poboljšanje rezultata (1.63) na sposobnost ubrzanja između 10-20 metara kod grupe koja je primjenjivala vertikalne skokove, dok je kod horizontalne grupe zabilježen negativan trend razvoja (-1.09). Ramirez- Campillo i suradnici (2016) na uzorku ženskih i muških nogometaša primjenom vertikalnih i horizontalnih skokova, bilateralnim i unilateralnim načinom izvođenja bilježe poboljšanje rezultata na sposobnost

sprinta na dionici od 30 metara (ES = 0.86-1.44). Razlike nisu zabilježene između eksperimentalnih grupa, a isto tako između muških i ženskih nogometaša i nogometašica. Poboljšanje rezultata na 5-10-20 metara zabilježeno je u istraživanju Fernandez i suradnika (2015) kod mladih tenisača utjecajem treninga pliometrije u trajanju od 8 tjedana. De Hoyo i suradnici (2016) bilježe statistički značajno poboljšanje rezultata na dionici od 30 do 50 (ES: 0.45-0.84) kod grupa koje su primjenjivale trening s vanjskim opterećenjem, a među njima i trening pliometrije (čučan, sprint sa opterećenjem, pliometrija) kod nogometaša brazilske nacionalnosti kroz 8 tjedana treninga. Analizom razlika između grupa, grupa koja je primjenjivala treninga čučnja i trening sprinta s otporom bilježi bolje rezultate u odnosu na grupu pliometrije. Premda tema ovog doktorskog rada nije utjecaj treninga s vanjskim opterećenjem na kondicijske sposobnosti, nego samo utjecaj pliometrijskog treninga, ipak će neke od njih biti predstavljene kako bi čitatelj bio upoznat sa trenažnim efektima ostalih metodologija treninga, a isto tako njihova usporedba s utjecajem pliometrijskog treninga. Opet, Ramirez-Campillo i suradnici (2015b) kroz 6 tjedana trenažnog procesa, 2 puta tjedno, ostvaruju volumen skokova od 2160 u 12 treninga. Nogometaše mlađih uzrasta podijelio je u tri kategorije, koje su primjenjivale ili bilateralne, unilateralne ili kombinaciju bilateralnih i unilateralnih skokova. Bilježe poboljšanje rezultata na dionici od 15 i 30 metara kod sve tri grupe u odnosu na kontrolnu grupu premda grupa koja je primjenjivala kombinaciju unilateralnih i bilateralnih skokova bilježi najveće poboljšanje rezultata. Sumirajući istraživanja dosadašnjih radova, trening pliometrije samostalno ili u kombinaciji sa drugim tehnologijama treninga, kod mlađih dobnim kategorija (Lloyd i sur., 2016) i kod adolescenata isto tako i gledajući razlike među spolovima, izaziva pozitivne trenažne efekte u pokazateljima eksplozivne jakosti tipa sprinta. Rezultati istraživanja pokazuju poboljšanje rezultata kod grupa koje su primjenjivale horizontalne i vertikalne, a isto tako i kombinaciju istih skokova, te da se u većini slučajeva kombinacija preporuča jer izaziva najveće trenažne efekte u ovim pokazateljima, a isto tako gledajući samu prirodu današnjeg sporta, od sportaša se zahtjeva da bude učinkovit u svim smjerovima njegovog djelovanja. Iz tog razloga, preporučivala bi se primjena kombinacije skokova ovisno o smjeru djelovanja. Također, uzimajući u

obzir razlike između načina provođenja skokova, unilateralne i bilateralne varijante, kombinacijom istih prouzročeno je najveće poboljšanje trenažnih efekata u pokazateljima eksplozivne jakosti tipa sprinta. Os djelovanja pliometrijskog treninga (vertikalno, horizontalno) presudna je u neuromuskularnom odgovoru pojedinca na utjecaj treninga pliometrije (Loturco i sur., 2015). Autori u ovim istraživanjima bilježe poboljšanje rezultata u pokazateljima eksplozivne jakosti tipa sprinta primjenom treninga pliometrije od 6 do 16 tjedana treninga, gdje se raspon treninga kretao od 1 treninga po tjednu do 4 treninga, sa 90 do 220 skokova po treningu u zadnjim tjednima trenažnog procesa. Važno je napomenuti, kako su promjene u pojedinim motoričkim sposobnostima vidljive tek nakon određenog vremenskog perioda, pa je tako na dionici od 20 metara zabilježeno poboljšanje tek nakon 16 tjedana treninga, dok je u prostoru drugih pokazatelja eksplozivne jakosti došlo do promjena i nakon 4 tjedna (sposobnost promjene smjera) i nakon 8 tjedana. Također, važno je napomenuti da je ovo jedino istraživanje koje je uspoređivalo utjecaj treninga pliometrije na ovaj način kroz tri vremenske točke, potrebno je provesti dodatna istraživanja na tu temu. Kako mogućnost promjene smjera predstavlja režim rada mišića koji nalikuje ciklusu istezanja i skraćivanja, trening pliometrije također je primjenjivan u ovu svrhu kako bi simulirao navedeni režim rada mišića i time utjecao na poboljšanje sposobnosti sportaša. Ramirez-Campillo i suradnici (2015) bilježe statistički značajno poboljšanje rezultata u pokazateljima promjene smjera kod nogometaša mlađih uzrasta (od 10 do 14 godina) primjenom treninga pliometrije kroz 6 tjedana. Bilježe statistički značajno poboljšanje rezultata u testu agilnosti u grupi koja je primjenjivala horizontalne, vertikalne i kombinaciju vertikalnih i horizontalnih skokova kao i Meylan i Malatesta (2009) u testu agilnosti ( $4.69 \pm 0.16$  prema  $4.24 \pm 0.17$  \*↓). Ramirez-Campillo (2014) bilježe povećanje rezultata u Illinois testu promjene smjera nakon 7 tjedana pliometrijskog treninga niskog volumena. Slično, Negra i suradnici (2016) pokazuju značajne promjene u rezultatu na Illinois testu nakon 8 i 12 tjedana treninga pliometrije kod nogometaša predpubertetskog uzrasta. Chaabene i Negra (2017) navode kako volumen pliometrijskog treninga nije presudna varijabla koja će utjecati na poboljšanja rezultata u sposobnosti promjene smjera kod sportaša

predpubertetskog uzrasta. Povećanje sposobnosti većeg manifestiranja sile mogli bi imati veći efekt na navedenu sposobnost. U testu agilnosti s promjenama smjera od 60 stupnjeva svakih 10 metara zabilježena su poboljšanja u agilnosti (Villareal i sur., 2015) nakon 9 tjedana treninga pliometrije u kombinaciji s nogometnim treningom (60-200 kontakata s podlogom) u desnu i lijevu stranu (0.33 sekunda, 7.9%, ES = 1.1, 20.25 sekunda, 5.8%, ES = 0.8). Vrijeme kontakta s podlogom smanjuje se primjenom treninga pliometrije, što autori (Miller i sur., 2006) povezuju sa sposobnošću promjene smjera. U svome istraživanju navode kako postoji povezanost između treninga pliometrije i vremena na T – testu i Illionisu testu nakon 6 tjedana treninga (4.86%, 2.93%). Smanjenje vremena u T – testu agilnosti od 0.60 sekundi (4.91%) u grupi koja je provodila trening pliometrije (8 tjedana) u odnosu na kontrolnu grupu zabilježena je u istraživanju Rameshkannana, S., i Chittibabub, B. (2014). Također Bal i sur. (2011) bilježe povećanje rezultata u T – testu i Illinois testu kod košarkaša (18-24god) nakon 6 tjedana treninga pliometrije (25 minuta na dan). Sumirajući rezultate istraživanja, trening pliometrije usmjeren na razvoj sposobnosti promjene smjera provodio se s različitim uzrasnim kategorijama u trajanju od 6 do 12 tjedana, također brojem kontakata koji iznosi od 60 do 140-200 kontakata sa podlogom. Hammami i suradnici (2016) u svome istraživanju ne nalaze pozitivne efekte treninga pliometrije na sposobnost promjene smjera u čak tri testa različitog karaktera (udaljenost, broj promjena smjera i kuta pod kojim se taj smjer mijenja). Naime, opravdanje takvih rezultata pronalaze u kratkom vremenu trenažnog programa i isto tako u intenzitetu treninga, uzrasnoj kategoriji i dobrom početnom stanju ispitanika. U meta-analizi Markovića i Mikulića (2010) trening pliometrije uzrokuje poboljšanje (2-5%) rezultata u testovima agilnosti smanjenjem vremena boravka na podlozi, bržom aktivacijom motoričkih jedinica i neuralnom adaptacijom. Kako autori u današnje vrijeme agilnost uglavnom klasificiraju kao sposobnost koju čine dvije grane, sposobnost promjene smjera i perceptualna komponenta, odnosno sposobnost donošenja odluka (zajedno sa svojim subkategorijama), potrebno je provesti istraživanja koja bi ispitivala utjecaj treninga pliometrije na komponentu agilnosti koja se odnosi na kognitivnu komponentu donošenja odluka, koja je odlika natjecateljskih uvjeta. Trening pliometrije u trajanju od 7 tjedana, po dva

treninga tjedno, sa brojem kontakata s podlogom od 100 skokova po treningu sa 72 sata odmora između treninga izaziva pozitivne trenažne efekte u prostoru sposobnosti promjene smjera prema meta analizi Asadi i suradnika (2016). Isto tako navode, kako primjena većeg broja sadržaja u treningu pliometrije ima bolje efekte nego primjena samo jednog sadržaja. Nakon programa treninga pliometrije, benefite ostvaruju pripadnici ženskog i muškog spola dok najveće benefite ovisno o sportu ostvaruju košarkaši.

### **1.6. Učinci treninga pliometrije na eksplozivnu snagu (skok)**

S obzirom na zahtjeve koje timski sportovi postavljaju pred sportaše, primjena programa treninga jakosti, treninga eksplozivnosti i pliometrije predstavljaju tehnologije treninga koje često susrećemo tijekom pripremnog perioda sportaša. Loturco i suradnici (2015) istraživali su utjecaj treninga pliometrije na početku pripremnog perioda na sposobnost eksplozivne jakosti tipa skoka. Analizom varijance utvrdili su kako se visina skoka povećala u grupi koja je primjenjivala vertikalne skokove, dok su ta poboljšanja zabilježena i u grupi koja je primjenjivala i horizontalne skokove, što bilježe i Ramirez-Campillo i suradnici (2015) koji su u svome istraživanju koristili i kombinaciju vertikalnih i horizontalnih skokova koja bilježi povećanje rezultata u pokazateljima eksplozivne jakosti kao i ostale dvije grupe, među kojima nije bilo statistički značajne razlike. Grupa koja je primjenjivala horizontalne skokove bilježi povećanje rezultata u testu skok u dalj s mjesta bolje u odnosu na vertikalnu i kombiniranu grupu. Meylan i Malatesta (2009) bilježe poboljšanje rezultata nakon treninga pliometrije koji se provodio u trajanju od osam tjedana, dva puta tjedno po 25 minuta po treningu. Značajno poboljšanje rezultata zabilježeno je u testu skok s pripremom, kao i u vremenu kontakta sa podlogom i u indeksu proizvodnje sile i vremena potrebnog za tu proizvodnju (reaktivni indeks snage). Neznatne promjene u rezultatu bilježi jedino kod skoka s pripremom ( $30.1 \pm 4.1$  cm rezultat u inicijalnom mjerenju,  $30.5 \pm 3.2$  ↔ rezultat u finalnom mjerenju). Söhnlein i suradnici (2014) navode kako trening pliometrije predstavlja opravdano sredstvo rada na eksplozivnim sposobnostima. U svome istraživanju na 12 nogometaša

mlađih uzrasta, kroz 16 tjedana bilježe statistički značajno poboljšanje rezultata u skoku u dalj s mjesta nakon 4 ( $p = 0.045$ ), 12 ( $p = 0.008$ ), i 16 tjedana ( $p < 0.001$ ) treninga pliometrije. Villareal i suradnici (2015) ne pronalaze poboljšanje rezultata u kontrolnoj grupi. Grupa koja je primjenjivala trening pliometrije bilježi statistički poboljšanje rezultata u pokazateljima eksplozivne jakosti tipa skoka. Trening se provodio kroz 9 tjedana u kojima je realizirano 18 treninga. Bilježe statistički značajno poboljšanje rezultata u testu skok sa pripremom ( $31.8 \pm 3.2$  prema  $34.8 \pm 3.5$  \* $\uparrow$ ,  $ES = 0.9$ ) i Albalakov-om testu ( $34.7 \pm 4.1$  prema  $40.1 \pm 4.2$  \* $\uparrow$ ,  $ES = 1.3$ ). Također Ozbar i suradnici (2014) bilježe poboljšanje rezultata kod nogometašica u pokazateljima eksplozivne jakosti tipa skoka vertikalnog i horizontalnog smjera djelovanja. Trening se provodio u trajanju od 8 tjedana s jednim treningom po tjednu, gdje je broj kontakata s podlogom rastao do 220 po treningu. Kroz 10 tjedana s jednim treningom tjedno (Buchheit i sur., 2010) bilježe statistički značajno poboljšanje rezultata između grupa koja je primjenjivala trening eksplozivnosti koji se sastojao od vertikalnih skokova sa pripremom, skokova iz stopala i skokova iz čučnja i grupe koja je primjenjivala trening ponavljanih sprintova. Nakon procesa treninga, grupa koja je primjenjivala trening eksplozivnosti bilježi poboljšanje rezultata u test skoku s pripremom ( $14.8 \pm 7.7$  prema  $6.8 \pm 3.7\%$ ,  $p = 0.02$ ) i hop testu ( $27.5 \pm 19.2$  prema  $13.5 \pm 13.2\%$ ,  $p = 0.08$ ,  $ES = 0.9$ ). De Hoyo i suradnici (2016) pronalaze statistički značajno poboljšanje rezultata u grupi koja je primjenjivala trening pliometrije u testu skok s pripremom ( $ES=0.50-0.57$ ) kod nogometaša kroz 6 tjedana treninga. U ovome istraživanju, kao što je navedeno, ispitivana je razlika utjecaja tri tehnologije treninga na sposobnost eksplozivne jakosti (grupa treninga jakosti, trening sprinta s otporom i trening pliometrije). Ramirez-Campillo i suradnici (2016) kroz 6 tjedana treninga pliometrije bilježe statistički značajno poboljšanje rezultata u pokazateljima eksplozivne jakosti tipa skoka. Poboljšanje rezultata vidljivo je u testu skok sa pripremom u finalnom u odnosu na inicijalno mjerenje, u testu skok sa pripremom sa zamahom ruku, kao i u indeksu reaktivne snage primjenom treninga pliometrije u odnosu na kontrolnu grupu ( $ES = 0.35-1.76$ ). Program treninga se sastojao od kombinacije vertikalnih, horizontalnih, unilateralnih i bilateralnih skokova sa brojem kontakata sa podlogom koji se kretao od 80 u



prvom tjednu do 160 skokova u osmom tjednu. Slične rezultate pokazuje i u svome ranijem istraživanju (Ramirez-Campillo i sur., 2015a) na nogometašima primjenom unilateralnih, bilateralnih i kombinacijom unilateralnih i bilateralnih skokova. Također u programu treninga u trajanju od 6 tjedana u kojemu je realizirano 2160 skokova te dolazi do zaključka kako kombinacija unilateralnih i bilateralnih skokova uzrokuje najveće poboljšanje izvedbi. Miller i suradnici (2006) bilježe poboljšanje vremena provedenog na podlozi (256.9 (28.2) prema 230.5 \*↓(37.2)) nakon šestotjednog treninga pliometrije. Broj kontakata sa podlogom kretao se od 90 u prvom tjednu do 140 kao maksimalni broj kontakata sa podlogom. Trening pliometrije pokazao se i kao tehnologija treninga za unaprjeđenje eksplozivne jakosti tipa skoka kod rekreativaca (Blattner i sur.,1979; Häkkinen i sur., 1985). Asadi i suradnici (2012) bilježe poboljšanje rezultata u testu skok s pripremom i skoku u dalj s mjesta nakon šest tjedana treninga pliometrije (CMJ  $43.75 \pm 3.65$  prema  $53.5 \pm 3.81$ \*↑ cm (~23%)) na uzorku košarkaša dok Cherif i suradnici (2012) na uzorku rukometaša kroz 12 tjedana bilježe poboljšanje rezultata u skoku s pripremom i kod skoka bez pripreme primjenom dubinskih skokova s brojem skokova koji se kretao od 40 do 60 skokova po tjednu. Campo i suradnici (2009) na uzorku španjolskih nogometašica (n=20) bilježe također poboljšanje rezultata u prostoru eksplozivne jakosti tipa skoka u testu skok s pripremom u četiri različite vremenske točke nakon 12 tjedana primjenom vertikalnih i horizontalnih skokova te dubinskih skokova. Hermassi i suradnici (2014) bilježe kod grupe koja je primjenjivala trening pliometrije statistički značajno poboljšanje rezultata u skoku s pripremom u odnosu na kontrolnu grupu i skok bez pripreme. Razlog objašnjavaju karakterom skoka s pripremom koji u sebi sadrži elastičnu komponentu, odnosno sposobnost brzog predistezanja mišića koje je vrlo slično programu treninga koji je proveden. Autori su u svojim istraživanjima primjenjivali trening pliometrije u trajanju između minimalno 6-8 tjedana, pa od maksimalno 12 do 16 tjedana u sklopu pripremnog perioda, natjecateljskog perioda, kod sportaša individualnih sportova, timskih sportova i rekreativaca. Pliometrijski trening u svim slučajevima pokazao se kao adekvatna tehnologija treninga rada na eksplozivnim sposobnostima tipa skoka. Prilikom konstrukcije treninga, autori su primjenjivali skokove vertikalnog i

horizontalnog smjera djelovanja ili kombinaciju. Također, uspoređivali su utjecaj bilateralnih, unilateralnih i kombinaciju te dvije vrste skokova na izvedbe te bilježe statistički značajno poboljšanje rezultata grupa koje su primjenjivale trening pliometrije u odnosu na kontrolne grupe, s tim da su uglavnom preporučivali kombinaciju vertikalnih i horizontalnih skokova radi osi djelovanja pliometrijskog treninga i neuromuskularnog odgovora pojedinca na njega, te su zaključili kako trening vertikalnog smjera djelovanja ostvaruje bolje rezultate na dionicama preko 10 metara i između 10 i 20 metara, dok horizontalni skokovi ostvaruju bolje trenažne efekte na dionici od 10 metara, premda ne postoji statistički značajna razlika među njima. Isto tako autori preporučuju kombinaciju unilateralnih i bilateralnih skokova radi ostvarenja većih trenažnih efekata u ovim prostorima. Također je zabilježeno, u testovima u kojima je potrebna unilateralna jakost donjih ekstremiteta, grupa koja je provodila trening unilateralnog karaktera ostvaruje bolje trenažne efekte i obrnuto. Također je zabilježeno i da u grupi koja je u svom trenažnom procesu sadržavala unilateralne skokove (unilateralne, unilateralne+bilateralne) ostvaruje bolje trenažne efekte u pokazateljima unilateralne eksplozivnosti kod dominante i nedominantne noge. Kako bi postigli značajne trenažne efekte, kao što je navedeno, program treninga je trajao od 6 do 16 tjedana, premda je broj skokova po treningu varirao prema istraživanjima. Sumirajući radove, broj skokova po treningu kretao se minimalno od 40 do 60 skokova po treningu te je isto tako davao pozitivne trenažne efekte u prostoru eksplozivne jakosti tipa skoka. Maksimalni broj skokova koji autori bilježe i primjenjivali su u svojim istraživanjima kretao se od 200 do 220. Uspoređujući efekte volumena pliometrijskog treninga, trening nižeg volumena, ali sa frekvencijom treninga 1-2 puta tjedno davat će pozitivne trenažne efekte u odnosu na trening većeg volumena (200-220 skokova) bez prevelikog rizika od nastanka nepotrebnih ozljeda lokomotornog sustava pojedinca.

Tablica 5. Pregled istraživanja koja su ispitivala utjecaj treninga pliometrije na kondicijske sposobnosti

Studija	Uzorak ispitanika, rang natjecanja, spol	Broj treninga pliometrije tjedno/broj trenažnih jedinica	Efekti				
			Eksplozivna jakost skoka (cm)	tipa	Eksplozivna jakost sprinta (s)	Sposobnost promjene smjera (s)	Energetske sposobnosti
Campo i sur., 2009	20, nogomet, (SPA), (Ž)	3/12 36	CMJ T1 25.6± 6 1.0 ↑ T2 27.8± 6 0.9 ↑ T3 29.3± 6 1 ↑ T4 28.9± 6 0.9 ↓ DJ T1 24.9± 6 1.1 ↑ T2 28.2± 6 0.9 ↑ T3 28.9± 6 0.8 ↔ T4 29.4± 6 1.0 ↓				
Ramírez-Campillo, R., Gallardo, F., Henríquez-Olguín, C.,	40, nogomet, bez iskustva u treningu jakosti i pliometrije, U10-U14 HG VG	2/6 12	CMJA (cm) H 31.6 ± 6.8 5.9 (3.1 - 8.9) V 30.2 ± 3.5 9.7 (4.4 - 15.4)	15M (s) H 3.42 ± 0.33 25.1 (28.5 - 2 1.6) V	COD (s) H 5.36 ± 0.45 21.9 (26.2 - 2.6) V	Yo-Yo IRL1 (m) H 786 ± 329 15.1 (21.4 - 34.4) V 686 ± 176 11.0 (5.9 - 16.4)	

Meylan, C. M., Martínez, C., Álvarez, C., ... & Izquierdo, M., 2015	HVG		<p>HV 30.2 ± 7.4 12.3 (5.6 - 19.5)</p> <p>SUD</p> <p>H 156 ± 33 24.2 (11.0 - 39.1)</p> <p>V 160 ± 15 9.8 (5.5 - 14.3)↑</p> <p>HV 151 ± 36 19.0 (14.0 - 24.3)</p> <p>20cm DJ</p> <p>H 1.32 ± 0.36 12.1 (4.8 - 19.9)</p> <p>V 1.26 ± 0.20 15.7 (12.1 - 19.5)↑</p> <p>HV 1.17 ± 0.41 17.1 (13.8 - 20.6)↑</p> <p>5 skokova iz stopala</p>	<p>3.46 ± 0.15 23.5 (27.7 - 0.8)</p> <p>HV 3.51 ± 0.20 26.0 (28.4 - 23.4)</p> <p>30M</p> <p>H 5.98 ± 0.63</p> <p>24.0 (25.2 - 22.8)</p> <p>V 6.04 ± 0.41</p> <p>22.8 (29.0 - 3.9)</p> <p>HV 6.13 ± 0.52</p> <p>25.8 (27.9 - 23.7)</p>	<p>5.31 ± 0.27 22.5 (25.4 - 0.4)</p> <p>HV 5.36 ± 0.52 25.1 (28.5 - 21.6)z</p>	<p>HV 684 ± 331 15.5 (7.0 - 24.8)</p>
---	-----	--	---	---	--	---

			H 862 ± 167 13.7 (10.2 - 17.4)↑ V 840 ± 86.4 7.0 (3.0 - 11.1) HV 810 ± 163 13.0 (6.1 - 20.3)↑			
Cesar Meylan i David Malatesta, 2009	14, nogomet (13 god)	2/8 16 20-25 minuta u sklopu nogometnog treninga	Inicijalno: SJ 30.1 ± 4.1 cm CMJ 34.6 ± 4.4 cm Visina 31.1 ± 4.4 cm Vrijeme kontakta sa podlogom: 243 ± 45 ms Reaktivni indeks: 132 ± 28 cm/s  Finalno: SJ 30.5 ± 3.2 ↔ CMJ 37.2 ± 4.5*↑cm Visina 34.1 ± 3.4*↑cm Vrijeme kontakta sa podlogom:	10 (m) 1.96 ± 0.07 s prema 1.92 ± 0.07* s ↑	Promjene smjera od 60 stupnjeva svakih 10m 4.69 ± 0.16 prema 4.24 ± 0.17 *↑	

			232 ± 40 ↑ Reaktivni indeks: 152 ± 31 ↑			
Quirin Söhnlein, Erich Müller, Thomas L. Stöggel, 2014	12, nogomet, (Gana), 13.0 ± 0.9 god	2/16 32	5 uzastopnih skokova iz stopala 11.24 ± 0.94 12.57 ± 0.78↑ SUD 2.32 ± 0.16 2.49 ± 0.14↑	5m 1.06 ± 0.04 1.02 ± 0.04↓ 10m 1.79 ± 0.06 1.75 ± 0.06↓ 20m 3.15 ± 0.4 3.05 ± 0.10↓ 30m 4.38 ± 0.18 4.27 ± 0.13↓	5 x 10 m 11.53 ± 0.26 11.40 ± 0.33↓ HAR 11.66 ± 0.79 10.95 ± 0.58↑	
Villareal i sur., 2015	26 (13/13), nogomet, Real Betis akademija, bez trenažnog iskustva u treningu jakosti i snage, 14-15 god	2/9 18	CMJ 31.8 ± 3.2 - 34.8 6 3.5 *↑ Abalakov test 34.7 ± 4.1 - 40.1 6 4.2*↑	0-5m 0.81 ± 0.1 0.74 ± 0.1*↓ 0-10m 1.87 ± 0.1 1.78 ± 0.1*↓	10m test agilnosti 4.15 ± 0.3 3.82 ± 0.1*↓ (desno) 4.26 ± 0.3 4.01 ± 0.1*↓ (lijevo)	Yo-Yo IE 752.6 ± 180 796.3 ± 154↑
Lloyd R. i sur.,	80	2/6 12 treninga	SJ pre PHV	10m pre PHV		

2016	40(pre-PHV) 40 (post-PHV) 12-16 godina, (P)		22.3 ± 4.9 24.1 ± 4.3↑ (P) SJ post PHV 32.3 ± 6.4 prema 32.4 ± 5.0↔ (P) RSI pre PHV 1.0 ± 0.2 prema 0.9 ± 0.2 ↓(P) RSI post PHV 1.4 ± 0.2 prema 1.4 ± 0.2 ↔ (P)	2.3 ± 0.2 prema 2.2 ± 0.2 (P)↓, 10m post PHV 1.9 ± 0.1 prema 1.9 ± 0.1↔ (P) 20m pre PHV 3.4 ± 0.2 prema 3.4 ± 0.3↔ (P) 20m post PHV 2.7 ± 0.3 prema 2.8 ± 0.2↑ (P)		
Ozbar, Ates, Agopyan, 2014	18, nogomet (Ž), 18.4 ± 2.7 godina	1/8	CMJ 39.8 ± 4.5 prema 46.8 ± 2.2*↑ SUD 182.8 ± 13.5 prema 192.3 ± 14.6*↑ Troskok: dominantna noga 4 ± 0.5 prema 5.6 ± 0.4*↑	20m 3.7 ± 0.3 prema 3.4 ± 0.2*↓		
Buchheit i sur., 2010	15, nogomet, 14.5±0.5	1/ 10	CMJ (rsa) 35.5 ±5.8 prema 38.0 ± 7.0*↑ CMJ (E) 35.4 ± 7.8 prema 40.6 ± 8.8*↑	10m (RSA) 1.96 ± 0.05 prema 1.93 ± 0.08↓ 30m (RSA)		RSA(b) (RSA) 6.18 ± 0.20 prema 6.00 ±0.15↓ RSA(m) (RSA) 6.35 ± 0.20 prema 6.18 ±

			<p>HOP Test (RSA)  <math>23.2 \pm 3.0</math> prema <math>26.3 \pm 4.2^{*\uparrow}</math></p> <p>HOP Test (E)  <math>23.7 \pm 5.0</math> prema <math>30.3 \pm 7.9^{*\uparrow}</math></p>	<p><math>4.70 \pm 0.12</math>  prema <math>4.60 \pm 0.19\downarrow</math></p> <p>10m (E)  <math>1.93 \pm 0.12</math>  prema <math>1.92 \pm 0.13\downarrow</math></p> <p>30m (E)  <math>4.66 \pm 0.23</math>  prema <math>4.57 \pm 0.2\downarrow</math></p>		<p><math>0.14^{*\downarrow}</math></p> <p>RSA(b) E  <math>6.09 \pm 0.25</math> prema <math>6.08 \pm 0.18 \leftrightarrow</math></p> <p>RSA(m) E  <math>6.28 \pm 0.22</math> prema <math>6.23 \pm 0.20 \downarrow</math></p>
De Hoyo i sur., 2016	32, nogomet (SPA), 9 (P)	2/8 16	<p>CMJ (P)  <math>35.5 \pm 4.3</math>  <math>37.9 \pm 3.6^{*\uparrow}</math></p>	<p>-10  <math>1.72 \pm 0.07</math> -1.72  <math>\pm 0.08 \leftrightarrow</math>(P)</p> <p>10-20  <math>1.26 \pm 0.04</math> -1.25  <math>\pm 0.05 \downarrow</math>(P)</p> <p>0-20  <math>2.99 \pm 0.08</math> - 2.98  <math>\pm 0.12 \downarrow</math>(P)</p> <p>0-30  <math>4.17 \pm 0.11</math> -4.13  <math>\pm 0.17^{*\downarrow}</math> (P)</p>	Zig-Zag test	<p><math>4.94 \pm 0.18</math>  <math>4.94 \pm 0.19 \leftrightarrow</math> (P)</p>



				30-50 2.36 ± 0.09 -2.32 ±0.10*↓ (P) 0-50 6.55 ± 0.20 -6.46 ± 0.25*↓ (P)		
Loturco, I., Pereira, L. A., Kobal, R., Zanetti, V., Kitamura, K., Abad, C. C. C., & Nakamura, F. Y., 2015	24, nogomet (BRA), U20, 12 V 12 H	3 tjedna 11 treninga Tjedan 1 4 treninga Tjedan 2 4 treninga Tjedan 3 2 treninga	CMJ (V) 42.25 ± 4.31 44.80 ± 3.87↑* (H) 43.09 ± 3.53 44.10 ± 5.01↑ SUD (V) 247.08 ± 16.42- 259.25 ± 19.76↑* (H) 246.33 ± 16.18 -270.67 ± 17.41↑*	10 (m/s) (V)5.73 ± 0.21 - 5.76 ± 0.24↑ (H)5.67 ± 0.20- 5.80 ± 0.21↑ 20(m/s) (V)6.69 ± 0.27- 6.90 ± 0.23↓ (H) 6.64 ± 0.20- 6.69 ± 0.23↑ 0-10(m/s) (V) 3.29 ± 0.24 - 3.33 ± 0.27↑ (H) 3.22 ± 0.22- 3.37 ± 0.25↑ 10-20(m/s)		

				(V) $0.78 \pm 0.13$ - $0.98 \pm 0.18\uparrow$ (H) $0.78 \pm 0.06$ - $0.71 \pm 0.16\downarrow$		
Ramírez-Campillo, R., Meylan, C. M., Álvarez-Lepín, C., Henríquez-Olguín, C., Martínez, C., Andrade, D. C., & Izquierdo, M., 2015	Nogomet, 166 55 (KG) 54 (P24H) 57 (P48H) U14	2/6 12	(inicijalni prosjek / postotak promjene %) SJ 24h $31.2 \pm 6.1$ 4.4 (3.6 - 5.2)* 48h $32.8 \pm 7.0$ 3.8 (3.3 - 4.4)* CMJ 24h $32.6 \pm 6.1$ 7.4 (6.3 - 8.5)* 48h $34.3 \pm 6.9$ 8.0 (6.7 - 9.3)* 20cmj DJ 24h $1.32 \pm 0.40$ 12.2 (10.2 - 14.2)* 48h $1.37 \pm 0.39$ 12.0 (10.0 - 14.0)* SUD	(inicijalni prosjek / postotak promjene %) 20m 24h 24h 4.37 $\pm$ 0.46 25.6 (26.4 - 24.7)* 48h 4.26 $\pm$ 0.41 25.1 (25.7 - 24.4)*	(inicijalni prosjek / postotak promjene %) 10x5m test agilnosti 24h 17.4 $\pm$ 1.0 23.3 (23.8 - 22.8)*§ 48h 17.3 $\pm$ 0.9 22.7 (23.2 - 22.3)	(inicijalni prosjek / postotak promjene %) 20m multi stage shuttle run test (min) 24h $8.5 \pm 1.6$ 10.3 (8.9 - 11.8)* 48h $8.9 \pm 1.7$ 10.0 (8.3 - 11.7)*

			24h 184.1 ± 29.8 5.6 (3.4 - 7.9)* 48h 188.2 ± 30.0 5.3 (4.4 - 6.2)*			
Trenažnog iskustva 5 godina. Jednako trenažno opterećenje svih ispitanika ( 432 ± 275(KG) 463 ± 229 (P24) 451 ± 308 (P48) šest tjedana treninga pliometrije ostvaruje značajne, male do srednje poboljšanje vrijednosti u CMJ, SJ, DJ20cm, SUD, 20m, 10x5m, MST. Primjena eksplozivnih sadržaja 24 sata ili 48 sati postižu se slični efekti na navedene sposobnosti kod mladih nogometaša						
Ramírez-Campillo, R., Vergara-Pedrerros, M., Henríquez-Olguín, C., Martínez-Salazar, C., Alvarez, C., Nakamura, F. Y., ... & Izquierdo, M., 2016	Nogomet, 19 (Ž), 21 (M), U20	2/6 12 intervencija	CMJ 26.7 ± 5.5- 29.4 ± 5.8* ↑(Ž) 35.3 ± 3.3d- 37.6 ± 4.0 *↑(M) CMJA 30.3 ± 6.5- 32.6 ± 6.5*↑ (ž) 41.0 ± 3.8d- 44.3 ± 3.9 *↑(M) 40cm DJ (RSI) 0.119 ± 0.04 -0.144 ± 0.04*↑ (Ž) 0.162 ± 0.02- 0.204 ± 0.03* ↑ (M)	30m 5.69 ± 0.31 - 5.40 ± 0.32 *↓(Ž) 5.05 ± 0.17d - 4.79 ± 0.18*↓ (M)	Illinois test agilnosti 19.48 ± 0.9 18.73 ± 1.0*↓ (Ž) 17.72 ± 0.7d 17.32 ± 0.7↓ (M)	20m multi stage shuttle run test (min) 8.4 ± 1.9 - 9.1 ± 1.2 (Ž)*↑ 11.4 ± 1.4d 12.2 ± 1.2 (M)*↑
Hammami sur.,2016	Nogomet Juniori 28	2/8		5m (s) 1.09±0.06 1.01±0.09*	S180° (s) 8.75±0.43 8.34±0.42 SBF (s) 8.85±0.29	Repeated-Shuttle-Sprint Ability RSSAbest (s) 7.37±0.17

				10m (s) 1.86±0.07 1.75±0.11* 20m (s) 3.23±0.12 3.08±0.16* 30m (s) 4.51±0.17 4.35±0.21 40m (s) 5.78±0.27 5.56±0.25 7.8% ; 5.8% ; 4.6% ; 3.5% ; 3.7% (ES)	8.44±0.38 S4 X 5 (s) 6.28±0.25 6.09±0.26	7.25±0.25 RSSAdcremnet (s) 8.67±2.82 6.62±2.80 RSSAtotal (s) 46.38±1.36 45.10±1.77
Ramírez-Campillo, R i sur., 2016	30 Nogomet (Ž) KG (10) P+KR (10) P+PL (10)		SJ KG 23.5 ± 4.1 P+KR 25.0 ± 4.5↑ P+PL 24.9 ± 4.4↑ CMJ KG 25.9 ± 4.1 P+KR 28.7 ± 5.1 P+PL 27.3 ± 5.2	20m KG 3.99 ± 0.2 P+KR 3.87 ± 0.3 P+PL 3.98 ± 0.4	COD test KG 19.4 ± 0.8 P+KR 18.8 ± 1.2 P+PL 19.3 ± 1.1	RAST KG 7.35 ± 0.5↔ P+KR 7.08 ± 0.6↑ P+PL 7.48 ± 1.0↑ BEEP TEST PL 7.4 ± 1.9 KR 7.8 ± 1.5 P+KR 8.0 ± 1.6

Ramírez-Campillo, R. I sur., 2015	54 Nogomet (M) 11.4±2.2 godina Kontrolna grupa 14 Bilateralna 12 Unilateralna 16 Bilateralna+unilateralna 12	2/6 12 2160 skokova	CMJA vertikalno (desna noga) B+U 19.3 ±7.3*↑ CMJA vertikalno (lijeva noga) B+U 19.1 ±4.5*↑ CMJA vertikalno B+U 30.5 ±9.3*↑ CMJA horizontalno (desna noga) B+U 131 ±32*↑ CMJA horizontalno (lijeva noga) B+U 130 ±32*↑ CMJA horizontalno B+U 153 ±41*↑ 20cm Reaktivni indeks B+U 1.2±0.5*↑	15m B+U 3.5±0.2*↓ 30m B+U 6.0 ±0.6*↓	Test agilnosti B+U 5.2 ±0.6*↓	Yo-Yo intermittent recovery test level 1  B+U 797± 645*↑
Miller i sur., 2006	28, (18), 14 grupa pliometrija	2/6 12	Kontakt sa podlogom 256.9 (28.2) prema 230.5 *↓(37.2)		T-test 12.8 (1.0 ) prema 12.1* ↓(1.1) Illinois test agilnosti 17.1 prema 16.6 *↓	
Blattner, S. E., & Noble, L., 1979	Rekreativci 26(M)	3/8 24	8.5 CMJA ↑			

Häkkukinen, K., Komi, P. V., & Alen, M., 1985	Rekreativci 10 (M)	24/72	21.2(SJ) ↑ 17.6(CMJ) ↑ 25.0(DJ) ↑ 26.8(DJ) ↑ 32.4(DJ) ↑			
Rameshkannana, S., & Chittibabub, B., 2014	Rukomet 30 (M)	2/8 16			T - test Inicijalno 12.21±0.337 Finalno 11.61±0.523*↓	
Hermassi i sur., 2014	Rukomet 24 (M) 6 × (2 × 15m) Povratno kretanje 20 sekundi aktivni oporavak	2/8 16				

Monsef Cherif i sur., 2012	22, rukomet (TUN) (M)	2/12 24 RSA 1x6 2x15m (6"), svakih 20", odmor 14"	Inicijalno: SJ 31.7cm CMJ 33.4cm CMJA 39.7cm DJ 26.3 (D) cm 27.1 (L) cm Finalno: SJ 32.5 cm ↑ CMJ 34.2 cm* ↑ CMJA 40.5 cm* ↑ DJ 26.9 (D) cm ↔ 26.8 (L) cm ↓		Inicijalno: RSA 6.1 m/s Finalno: RSA 6.0 m/s*
Bal, B. S., Kaur, P. J., Singh, D., & Bal, B. S., 2011	Košarka 30 (M) 18-24god	6 tjedana 25min na dan		Illinois test Inicijalno 10.1333 finalno 9.2220*↓  T - test Inicijalno 9.8147 finalno	

					9.2587*↓	
Asadi, A., & Arazi, H., 2012	16 Košarka 8 kontrolna 8 eksperimentalna	2/6 12	CMJ 43.75 ± 3.65 prema 53.5 ± 3.81*↑ cm (~23%) SUD 216.75 ± 13.62 prema 238 ± 11.12*↑ cm (~10%)	Sprint 20m 3.71 ± 0.12 prema 3.40 ± 0.14*↓ sec (~9%)	4 × 9-m promjene smjera 9.69 ± 0.37 prema 9.07 ± 0.18 sec*↓ (~7%) T-test 11.99 ± 0.53 prema 10.93 ± 0.62*↓ sec (~9%), Illinois test 17.49 ± 0.53 prema 16.25 ± 0.56*↓ sec (~7%)	
Jeffereys, M., De Ste Croix, M.B.A., Lloyd, R.S., Oliver, J.L., Huges, J.D., 2017	36 ragby NVP (13) 420-840 VVP (13) (1680)	RSI DJ 30cm NVP 1.40 ± 0.30*↑ VVP 1.30 ± 0.31*↑ 40cm NVP 1.45 ± 0.38* VVP 1.36 ± 0.38* 60cm NVP				



		1.48 ± 0.33*				
		VVP				
		1.37 ± 0.34*				
		(P < 0.05).				

SPA: španjolska BRA: brazil TUN: tunis Ž: žene, M: muškarci, HG: horizontalna grupa, VG: vertikalna grupa, HVG: horizontalno-vertikalna grupa ↑povećanje rezultata, ↓smanjenje rezultata (vremena, visine), ↔ nema promjene, CMJ countermovement jump, SJ: squat jump, COD: change of direction , DJ: drop jump, SUD: skok u dalj, , \*značajna razlika P: pliometrija, J: jakost, K: kombinirani , Č:čučanj, SO:sprint sa opterećenjem KG: kontrolna grupa,B:bilateralno, U:unilateralno, B+U: bilateralno+unilateralno , PL: placebo, KR: kretin, U10: uzrasna skupina od 10 godina itd, S180°: sprint 9-3-6-3-9 m sa 180° okretom (S180°); SBF: sprint 9-3-6-3-9 m sa frontalnim kretanjem naprijed,nazad (SBF); S4 X 5: sprint 4 X 5 m (S4 X 5), NVP: niski volumen pliometrije, VVP: visoki volumen pliometrije

## **1.7. Učinci treninga pliometrije na izdržljivost i sposobnost ponavljanja sprintova**

Primjenom treninga pliometrije moguće je utjecati na ekonomičnost kretanja pojedinaca koja se smatra bitnom osobito kod dionica na duge pruge (Marković i Mikulić, 2010). U metaanalizi Markovića i Mikulića (2010) zabilježena su poboljšanja u rezultatu trke na 5 kilometara (+3,1%) primjenom treninga pliometrije. Pozivajući se na istraživanje Spurrsa i suradnika (2003), Marković i Mikulić (2010) navode povećanje od +1,2% u rezultatu trke, ali isto tako i pad u VO<sub>2</sub>max (-3,1%). Ponavljanje visoko intenzivnih aktivnosti tijekom dužeg vremena također predstavlja važan čimbenik uspješnosti u sportu te može biti povezano s izdržljivošću. Ramírez-Campillo (2016) na uzorku nogometašica bilježe poboljšanje rezultata u SPST-u i Beep testu u odnosu na kontrolnu grupu. U jednom od svojih radova, Ramirez-Campillo i suradnici (2015), uspoređujući modalitete pliometrijskog treninga s obzirom na bilateralnu i unilateralnu varijantu, dolaze do rezultata u kojima unilateralna grupa ostvaruje rezultate od 813 ± 477 u Yo-Yo IRT Lvl 1. Na uzorku nogometaša, primjenom treninga pliometrije zabilježena su poboljšanja rezultata kod sportaša i sportašica nakon 6 tjedana (horizontalni, vertikalni, unilateralni i bilateralni) (Ramirez-Campillo i sur., 2016). Meylan i suradnici (2016) bilježe promjene rezultatu Beep testa nakon 6 tjedana treninga pliometrije bilo da se trening provodio 24 sata ili 48 sati između trenažnih jedinica. Promjene u rezultatu u finalnom u odnosu na inicijalno mjerenje (752.6 ± 180 - 796.3 ± 15) u Yo-Yo IE zabilježene su u istraživanju Villareala i suradnika (2015). Monsef Cherif i suradnici (2012) u 12 tjedana treninga pliometrije ostvaruju poboljšanja u testu ponavljanih sprintova na različitim pozicijama kod rukometaša seniorskog uzrasta. Ramirez - Camillo i suradnici (2015) u Yo-Yo IRT razina 1 prikazuju najveće trenažne efekte treninga pliometrije horizontalnog karaktera na krajnji rezultat i ukupnu udaljenost u testu nakon 6 tjedana (786 ± 329 u odnosu na vertikalnu i kombiniranu grupu. Hermassi i suradnici (2014) u svome istraživanju bilježe efekte pliometrijskog treninga na najbolji sprint ostvaren u testu ponavljanja sprintova (6 x 20m, povratno kretanja, s 20 sekundi aktivnog odmora) i na rezultat ukupnog vremena,

dok te promjene nisu zabilježene kod kontrolne grupe, premda ti rezultati nisu statistički značajni između grupa, što navode i autori, a zbog malog uzorka (n=10). Hammami i suradnici (2016) ne bilježe poboljšanje sposobnosti ponavljanja sprintova povratnim kretanjem primjenom pliometrijskog treninga. Slične rezultate bilježe Buchheit i suradnici (2010). Trening ponavljajućih sprintova u trajanju od 10 tjedana ostvaruje bolje vrijednosti rezultata u pokazateljima najboljeg vremena u testu ponavljajućih sprintova i prosječnom vremenu u testu za razliku od treninga eksplozivnosti (kombinacija treninga sprinta i pliometrije).

Tablica 6. Pregled istraživanja koja su predstavila program i volumen pliometrijskog treninga

AUTOR	VOLUMEN TRENINGA (tjedno treninga, broj tjedana, ukupan broj treninga)	PROGRAM TRENINGA
Campo i sur., 2009	3/12 36	Vertikalni skokovi, horizontalni skokovi, dubinski skokovi
Ramírez-Campillo, R., Gallardo, F., Henriquez-Olguín, C., Meylan, C. M., Martínez, C., Álvarez, C., ... & Izquierdo, M., 2015	2/6 12	Vertikalni, horizontalni, kombinacija, unilateralni i bilateralni skokovi. Broj skokova po nozi V T1 90 T2 104 T3 124 T4 144 T5 162 T6 180 H: T1 90 T2 104 T3 125 T4 144 T5 162 T6 180 HV: T1 80 T2 96 T3 112 T4 128 T5 144 T6 160
Monsef Cherif i sur., 2014	2/12 24	Drop jump, 40 (1-2 tjedan) 40 (3-4 tjedan) 60 (5-12 tjedan)
Meylan, C. i Malatesta, D., 2009	2/8 16 20-25 minuta u sklopu nogometnog treninga	1x tjedno vertikalni 1x tjedno horizontalni skokovi, 48 sati razmaka

Söhnlein, Q., Müller, E., Stöggl, T.L., 2014	2/16 32	Vertikalni i horizontalni+lateralni 112-350 kontakata sa podlogom nakon 16 tjedana
Villareal i sur., 2015	2/9 18	Trening pliometrije u kombinaciji sa treningom sprinta i nogometne tehnike (dribling i udarci), 60-200 kontakata sa podlogom
Lloyd R. i sur., 2015	2/6 12	3 grupe, grupa pliometrija, grupa jakost, grupa jakost i pliometrija. Tjedan 1 74 kontakata sa podlogom, tjedan 6 88 kontakata sa podlogom
Miller i sur., 2006	2/6 12	Tjedan 1 (90 kontakata sa podlogom), tjedan 2-3(120) , tjedan 4-5 (140), tjedan 6 (120)
Ozbar, Ates, Agopyan, 2014	1/8	4-5 serija, 5-15 ponavljanja, Tjedan 1 (90), tjedan 2 (100), tjedan 3(120), tjedan 4 (140) tjedan 5 (160), tjedan 6 (180) tjedan 7 (200), tjedan 8 (220)
De Hoyo i sur., 2016	2/8 16	
Loturco, I., Pereira, L. A., Kobal, R., Zanetti, V., Kitamura, K., Abad, C. C. C., & Nakamura, F. Y., 2015	3 tjedna 11 treninga Tjedan 1 4 treninga Tjedan 2 4 treninga Tjedan 3 2 treninga	Horizontalni i vertikalni CMJ
Fernandez-Fernandez, J., Sanz-Rivas, D., Saes de Villarreal, E., & Moya, M., 2015	2/8 16	Sadržaji za gornji i donji segment tijela. 6-8 sadržaja, 2-4 serije, 10-15 ponavljanja, 15 sekundi odmor između ponavljanja, 90 sekundi odmor između serija.
Ramírez-Campillo R., Meylan, C. M., Álvarez-Lepín, C., Henríquez-Olguín, C., Martínez, C., Andrade, D. C., & Izquierdo, M., 2015	2/6 12	140-260 kontakata sa podlogom, 20% povećanje svaki tjedan

Ramírez-Campillo R., Vergara-Pedrerros, M., Henríquez-Olguín, C., Martínez-Salazar, C., Alvarez, C., Nakamura, F. Y., ... & Izquierdo, M., 2016	2/6 12	Horizontalni i vertikalni, unilateralni i bilateralni skokovi. Tjedan 1 (80 kontakata sa podlogom) Tjedan 6 (160)			
Rameshkannana, S., & Chittibabub, B., 2014	2/8 16	90-140 kontakata			
Blattner, S. E., & Noble, L., 1979	3/8 24	Trening dubinskih skokova			
Bedoya i sur., 2015	8	Tjedan 1. - 2	Poskoci iz stopala naprijed nazad, skipovi,	2x8-3x8	
		Tjedan 3-4	Lateralni skokovi Skokovi naprijed preko niskih prepona Jednonožni poskoci	3x8 2x8 2x8	
		Tjedan 5-6	Naskoci i saskoci sa povišenja Bočni preskoci prepona Visoki skip	2x10 3x6 4x8	
		Tjedan 7-8	Naskoci i saskoci sa viših kutija, dubinski skokovi vertikalni Jednonožni preskoci preko prepona, visoki skip preko prepona	2x12 3x10 2x8 4x10	
Jeffereys, M., De Ste Croix, M.B.A., Lloyd, R.S., Oliver, J.L., Huges, J.D., 2017	2/6 12	Tjedan 1.	Vertikalni skokovi Skokovi preko prepona Skok u dalj Naizmjenični poskoci	1 x 10 2x5 2x5 2x5	4x10 8x5 8x5 8x5
		Tjedan 2.	Vertikalni skokovi Skokovi preko prepona	1 x 10 2x5	4x10

			Skok u dalj Naizmjenični poskoci	2x5 2x5	8x5 8x5 8x5
		Tjedan 3.	Lateralni skokovi Skokovi preko prepona Jednonožni skokovi DJ	1 x 10 2x5 2x5 2x5	4x10 8x5 8x5 8x5
		Tjedan 4.	Lateralni skokovi Skokovi preko prepona Jednonožni skokovi DJ	1 x 10 2x5 2x5 2x5	4x10 8x5 8x5 8x5
		Tjedan 5.	Jednonožni lateralni skokovi Skokovi preko prepona DJ DJ jednonožni	1 x 10 2x5 2x5 2x5	4x10 8x5 8x5 8x5
		Tjedan 6.	Jednonožni lateralni skokovi Skokovi preko prepona DJ DJ jednonožni	1 x 10 2x5 2x5 2x5	4x10 8x5 8x5 8x5
		Ukupno		480	1920
<b>T: tjedan, CMJ: countermovement jump, SJ: squat jump, DJ: drop jump</b>					

Uključujući trening pliometrije u trenažni proces svojih sportaša i ekipa, autori (Marković i Mikulić, 2010; Spurrs i sur., 2003; Ramirez-Campillo i sur., 2016; Meylan i sur., 2016.; Villareal i sur., 2015; Monsef Cherif i sur., 2012) bilježe poboljšanje rezultata u progresivnim testovima opterećenja. Trening pliometrije provodili su u trajanju od 6 do 12 tjedana s dva treninga u tjednu. Također su u ovim istraživanjima uspoređivane varijante pliometrijskih skokova (vertikalni, horizontalni, unilateralni, bilateralni). U istraživanju Ramirez-Campillo i suradnici (2015) bilježe najveće poboljšanje rezultata kod grupe koja je primjenjivala unilateralne skokove u Yo-Yo IRT Lvl 1. Također, s obzirom na os djelovanja pliometrijskog treninga, grupa koja je primjenjivala horizontalne skokove ostvaruje najbolje rezultate u progresivnom testu opterećenja za razliku od grupe koja je provodila vertikalne skokove i kombinaciju vertikalnih i horizontalnih. Primjenom treninga pliometrije autori (Hermassi i sur., 2014; Hammami i sur., 2016; Buchheit i sur., 2010) su u jednom istraživanju (Hermassi i sur., 2014) zabilježili poboljšanje rezultata u testu ponavljanih sprintova, premda ti rezultati nisu bili statistički značajni. Slične rezultate bilježe i Hammami (2016) i Buchheit (2010) zajedno sa svojim suradnicima. Hammami i suradnici (2016) navode kako zbog malog uzorka ispitanika, njihove trenažne povijesti i dobi te samog volumena treninga nisu izazvani značajni trenažni efekti treninga pliometrije na sposobnost ponavljanja sprintova, te bi buduća istraživanja trebala se voditi dosadašnjim informacijama o utjecaju treninga pliometrije na kondicijske sposobnosti i uzimajući u obzir informacije poput preporučenog volumena treninga kao i osnovnih sadržaja primjenjivanih u većini istraživanja koji su davali pozitivne efekte, os djelovanja pliometrijskog treninga (vertikalno i horizontalno), način izvođenja sadržaja (unilateralno, bilateralno i kombinacije), trenažni status pojedinca i dijagnostički postupak koji će se primjenjivati. Također je dokazano da s obzirom na volumen treninga pliometrije bio on niski (480) ili visoki (1680) uzrokuje pozitivne efekte u parametrima za procjenu kondicijskih sposobnosti. Jeffereys i suradnici (2017) u svome istraživanju provedenom na igračima ragbija utvrđuju statistički veće rezultate u eksperimentalnim u odnosu na kontrolnu grupu. Također je utvrđeno kako nema statistički značajne razlike između eksperimentalnih grupa u kojima je jedna primjenjivala trening niskog volumena, a



druga trening visokog volumena. Što je još bitnije za ovo istraživanje, obje eksperimentalne grupe postižu slične vrijednosti u mjeri reaktivnog indeksa snage ( $1.45 \pm 0.38^*$ ,  $1.36 \pm 0.38^*$ , ( $P < 0.05$ ) mjerenog u drop jumpu s 30 cm, 45 cm i 60 cm. Također je zabilježena i veća trenažna efikasnost treninga niskog volumena u odnosu na visoki volumen (25%). Sumirajući dosadašnja istraživanja, autori (Jeffereys i sur., 2017) navode kako da bi se postigli efekti treninga pliometrije potrebno je provoditi trening pliometrije u trajanju od 10 tjedana, sa najmanje 20 trenažnih jedinica po 50 skokova po treningu visokim intenzitetom. U pokazateljima ostalih motoričkih sposobnosti, autori (Campo i sur., 2009; Monsef Cherif i sur., 2014; Cesar Meylan i David Malatesta, 2009; Quirin Söhnlein, Erich Müller, Thomas L. Stöggel, 2014; Lloyd R. i sur., 2015; Miller i sur., 2006; De Hoyo i sur., 2016; Fernandez-Fernandez, J., Sanz-Rivas, D., Saes de Villarreal, E., & Moya, M. 2015; Ramírez-Campillo R., Vergara-Pedrerros, M., Henríquez-Olguín, C., Martínez-Salazar, C., Alvarez, C., Nakamura, F. Y., & Izquierdo, M. 2016; Rameshkannana, S., & Chittibabub, B. 2014; Blattner, S. E., & Noble, L. 1979.) primjenjivali su trening pliometrije u trajanju od 6 do 16 tjedana, s dva do tri treninga na tjedan, a ukupno je realizirano od 12 do 36 trenažnih jedinica gdje se broj skokova po tjednu kretao između 40 skokova i 90 skokova početkom trenažnog procesa da bi taj broj na kraju trenažnog procesa rastao do između 180-220 skokova po tjednu. S obzirom na os djelovanja primjenjivali su vertikalne i horizontalne skokove unilateralnog ili bilateralnog načina izvođenja sa sadržajima poput skokova iz stopala, poskoka, skokova preko niskih prepona, skokova preko visokih prepona, dubinskih skokova, lateralnih skokova itd. Ukupno gledajući, trening pliometrije ima potencijal za poboljšanje širokog spektra kondicijskih sposobnosti osoba tijekom djetinjstva i adolescencije, neovisno o njihovom spolu, iskustvu i trenažnom statusu.

## 2. PROBLEM ISTRAŽIVANJA

Sposobnost ponavljanja sprintova predstavlja važnu sposobnost za sportske igre (Spencer i sur., 2005). Jedan od razloga je što ima direktan utjecaj na situacijsku efikanost te snažnu predikciju za situacijske pokazatelje tjelesnih sposobnosti. Utvrđeno je kako u sportskim igrama relativno veća udaljenost ostvarena sprintom razlikuje vrhunske od prosječnih momčadi (Mohr i sur., 2003). Također, primjenom treninga pliometrije moguće je očekivati poboljšanje izvedbe u motoričko specifičnim zadacima poput vertikalnog skoka, skoka u dalj i brzine trčanja, a isto tako i ekonomičnosti trčanja (Fleck i Kraemer, 2014, Berryman, Maurel i Basquet 2009; Lockie i sur., 2012; Marković, 2007). Pliometrijski tip treninga često je korišten kako bi se unaprijedile motoričke sposobnosti čovjeka, ali isto tako i za unaprjeđenje sposobnosti u sportovima eksplozivnosti i izdržljivosti (Marković i Mikulić, 2010).

### 2.1. Ciljevi i hipoteze istraživanja

Cilj ovog rada je utvrditi utjecaj treninga pliometrije i treninga ponavljanih sprintova na parametre za procjenu kondicijskih sposobnosti. U pokazateljima eksplozivnosti, mnogi autori bilježe poboljšanje rezultata primjenom treninga pliometrije. Spencer i suradnici (2004) navode kako sprint predstavlja jednu od ključnih kategorija kretanja i uspjeha u sportskim igrama te da se ona smanjuje kako utakmica ili natjecanje odmiče kraju kao rezultat akutnog umora (Girard, Mendez-Villanueva i Bishop, 2011) što dovodi do zaključka kako je sposobnost odupiranja umoru u ponavljanju visoko intenzivnih aktivnosti od velike važnosti u sportu. Iz tog razloga, na temelju dosadašnjih istraživanja formulirane su sljedeće istraživačke hipoteze:

*H1 program treninga ponavljanih sprintova proizvest će statistički značajno veći napredak u testovima za procjenu funkcionalnih sposobnosti*

*H2 program treninga pliometrije proizvest će statistički značajno veći napredak u testovima sprinta, skoka i agilnosti*

*H3 program treninga ponavljanih sprintova proizvest će sttistički značajno veći napredak u testovima za procjenu sposobnosti ponavljanja sprinta*

## 2.2. Metode istraživanja

### 2.3. Ispitanici

Ispitanici su studenti (41) prve godine Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Ispitanici su bili podijeljeni u dvije grupe: eksperimentalnu grupu koja je provodila trening ponavljanih pravocrtnih sprintova ( $181,23 \pm 6,92$ cm,  $80,54 \pm 8,12$ kg), eksperimentalnu grupu koja je provodila trening pliometrije ( $175,36 \pm 6,19$ cm,  $77,29 \pm 9,50$ kg). Prilikom uključivanja u eksperimentalni proces ispitanici su zamoljeni da ne provode dodatni oblik tjelesnog vježbanja, dok je osnovni oblik tjelesnog vježbanja za vrijeme eksperimenta predstavljala praktična nastava. Svi su ispitanici prije početka provedbe istraživanja bili upoznati s ciljem istraživanja i s mogućim rizicima sudjelovanja u njemu te su svoj pristanak potvrdili potpisivanjem *Izjave o suglasnosti sudjelovanja u eksperimentu*. Etičko povjerenstvo Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu je odobrilo istraživanje koje je provedeno u skladu s etičkim načelima.

### 2.4. Mjerni instrumenti i varijable

U Dijagnostičkom centru Sveučilišta u Zagrebu ispitanici su bili podvrgnuti mjerenju antropometrijskih karakteristika.

U svrhu definiranja morfološkog statusa ispitanika izmjerene su varijable longitudinalne dimenzionalnosti skeleta i voluminoznosti i mase tijela: visina tijela (cm) i masa tijela (kg).

Mjerni instrumenti za procjenu kondicijske pripremljenosti

Za procjenu kondicijske pripremljenosti primjenjivan je skup od osam testova, od čega je sedam testova namijenjeno za procjenu motoričkih sposobnosti, dok je jedan test primjenjivan za procjenu funkcionalnih sposobnosti ispitanika.

Mjerni instrumenti i varijable za procjenu motoričkih sposobnosti

Za provjeru sposobnosti ponavljanja sprintova korišten je test:

Sposobnost ponavljanja pravocrtnih sprintova (SPS)

(6 x 25 metara; 25 sekundi), odnosno 6 sprintova na dionici od 25 metara sa startom svakih 25 sekundi

U navedenoj varijabli mjereni su:

najbolji sprint (RSAnaj) (s), prosjek sprintova (RS Apro) (s) te postotak opadanja sprinterskih izvedbi tijekom testa (%Sdec) (%) koji se izračunavao pomoću jednadžbe (Buchheit i sur., 2010a):

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

Po završetku testa za svakog ispitanika izmjerena je subjektivna procjena opterećenja (SPO) prema Borgovoj skali u rasponu od 0 do 10. Također nakon testa zabilježena je razina laktata ispitanika nakon 3 minute (La, mmol/l), kao i maksimalna frekvencija srca, prosječna frekvencija srca za vrijeme izvođenja testa i frekvencija srca nakon jedne minute.

Testovi za procjenu sposobnosti ponavljanih sprintova realizirani su u dvorani Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Prije početka realizacije testa ispitanik zauzima položaj visokog starta iza startne linije 0,5m. Na zvučni signal, kreće s realizacijom. Zvučni obrazac koji je označavao pripremu i znak za start bio je prethodno snimljen na osobnom računalu i reproduciran preko razglasa za vrijeme testa. Za vrijeme testa korišten je telemetrijski sustav foto ćelija Witty Gate, Microgate. Ispitanik nakon zvučnog signala kreće u realizaciju sprinta na dionici od 25 metara. Početak mjerenja sprinta označavao je prelazak noge ispitanika preko prve ćelije, a kraj testa prolazak zadnje. Nakon realizacije prvog sprinta, ispitanik se laganim kretanjem vraćao na startnu poziciju i čekao novi signal za start. Znak za početak uslijedio je nakon 25 sekundi od prethodnog sprinta. Ispitanik je za vrijeme testa ukupno morao realizirati 6 sprintova nakon kojih mu je mjerena koncentracija laktata kao i procjena subjektivnog osjećaja opterećenja.

### Mjerni instrumenti za provjeru eksplozivne jakosti tipa sprinta

Za provjeru eksplozivne jakosti tipa sprinta korišten je test 25 metara na kojima je zabilježeno i vrijeme na:

5 metara

10 metara

25 metara

Testovi za procjenu eksplozivne snage tipa sprinta realizirani su u prostorima Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Za mjerenje vremena na testu primjenjivan je telemetrijski sustav foto ćelija Witty Gate, Microgate. Test se izvodio na tvrdoj podlozi. Ispitanik zauzima položaj visokog starta iza startne linije. Početak mjerenja bio je definiran prelaskom noge ispitanika preko prve ćelije na samostalni startni znak. Ispitanik je test ponovio tri puta. Na dionici od 25 metara izmjereni su i prolazi na 5 i 10 metara. Nakon prvog sprinta ispitanik je imao dvije minute pasivnog oporavka između sprintova. U analizu je bila uključena prosječna vrijednost tri rezultata.

### Mjerni instrumenti za provjeru eksplozivne snage tipa skoka

Za provjeru eksplozivne snage tipa skoka primjenjivani su:

Skok s pripremom (CMJ) (cm)

Uzastopni skokovi (R) (cm)

Testiranje eksplozivne snage tipa skoka realizirano je u realizirani u dvorani Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu na tvrdoj podlozi. Za provedbu svih mjerenja korišten je OPTO JUMP Next Microgate sustav za mjerenje visine odraza, trajanja kontakta s podlogom, kao i trajanje faze leta. U početnoj poziciji kod skoka s pripremom sportaševe su ruke izolirane u položaju na kukovima kako u izvedbi skoka ne bi utjecale na sposobnost koja se skokom testira. Sportaš stoji u uspravnom položaju nekoliko sekundi, potom se spušta u polučučanj do kuta između natkoljenice i potkoljenice od približno 90 stupnjeva. Iz spuštanja, bez zaustavljanja, iz točke promjene smjera kretanja izvodi maksimalni vertikalni skok,

a zatim doskok s laganom fleksijom u koljenima. Ponovno zauzima početnu, uspravnu poziciju, koja označava kraj izvedbe testa. U takvom skoku osigurava se određena količina potencijalne energije elasticiteta, nastale za vrijeme ekcentrične aktivnosti (brzog spuštanja) i koristi se, barem njezin dio, za vrijeme kasnije koncentrične aktivnosti (skoka). Test se ponavljao tri puta. U analizu je bila uključena prosječna vrijednost tri rezultata. U testu uzastopnih skokova, ispitanikove su ruke izolirane na kukovima kako u izvedbi skoka ne bi utjecale na sposobnost koja se skokom mjeri. Sportaš stoji u uspravnom položaju van ćelija. Na zvuk prijenosnog računala primjenom programa OPTO JUMP uskače u prostor mjerenja te izvodi 6 uzastopnih skokova iz stopala, bez pregiba u koljenom zglobovima prilikom kontakta s podlogom. Kao rezultat uzeta je prosječna vrijednost visine tih skokova.

#### Mjerni instrument za procjenu agilnosti

Za procjenu agilnosti korišten je:

##### Test 20 jardi

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

#### Mjerni instrumenti i varijable za procjenu funkcionalnih sposobnosti

Za procjenu funkcionalnih sposobnosti korišten je test:

Progresivni test opterećenja na pokretnom sagu (KF1)

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

Ergometrijski, ventilacijski i metabolički parametri koji se koriste za procjenu funkcionalnih sposobnosti bit će predstavljeni u ovom istraživanju.

Tablica 7. Popis parametara koji se mjere spiroergometrijskim testom KF1 na pokretnom sagu.

BR.	ID Testa	Naziv testa	MJ
1	FRVO2	Maksimalni relativni primitak kisika	ml/kg/min
2	FSmax	Maksimalna frekvencija srca	otk/min
3	VVO2max	Brzina trčanja pri VO2max	km/h
4	Vmax	Maksimalna dostignuta brzina trčanja na pokretnom sagu	km/h

## 2.5. Opis postupka mjerenja

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

Tablica 8. Eksperimentalni program i provedba eksperimenta

Tjedan 1.	2. tjedan	3.-8. tjedan	9. tjedan
Inicijalno mjerenje	Upoznajući trening	Eksperimentalni program	Finalno mjerenje
KF1+antropometrija /motorika	2 treninga u trajanju od 60 minuta	18 treninga 3 treninga tjedno od 60 minuta	KF1+antropometrija/motorika

Ispitanici su u okviru svoje grupe odrađivali mjerenja prema zadanom rasporedu:

Tablica 9. Prikaz rasporeda inicijalnog mjerenja

Srijeda	Četvrtak	Petak	Ponedjeljak	Utorak	Četvrtak	Utorak
G1 (F+ANT)	G1 (F+ANT)	G2 (F+ANT)	G3 (F+ANT)	G3 (F+ANT)	G2 (F+ANT)	
			G2 (M)		G1(M)	G3 (M)
<b>F =funktionalne sposobnosti, ANT = antropometrija, M = motorika</b>						



Kod testiranja motoričkih sposobnosti s grupama je provedeno standardno zagrijavanje koje se sastojalo od:

1. Pet minuta laganog kretanja u krug dvorane
2. Izvođenje osnovnih vježbi atletske škole trčanja koja se sastojala od: niskog skipa, visokog skipa, zabacivanja potkoljenica, izbacivanja potkoljenica, bočnog kretanja u lijevu i desnu stranu, škara u lijevu i desnu stranu, dječje poskoke, indijanske skokove, pogo skokove te skokove s noge na nogu. Sadržaji su se provodili na dionici od 20 metara frontalnim oblikom. Kretanje na početnu liniju izvodilo se laganim trčećim korakom.
3. Izvođenje vježbi dinamičkog istezanja u frontalnom obliku, koje su uključivale: stojeći pretklon na jednu nogu, dinamički ispadni čučanj, dinamički bočni ispadni čučanj, podizanje na prste te skokove iz stopala. Svaki zadatak izveden je kroz deset ponavljanja.
4. Tri progresivna ubrzanja na 25 metara sa 1 minutom pasivnog odmora.

#### 1.1. Eksperimentalni protokol

Eksperimentalni protokol sastojao se od nekoliko faza:

Nakon inicijalnog testiranja ispitanici su slučajnim odabirom raspoređeni u dvije eksperimentalne grupe. Svaka se grupa sastojala od 20 ispitanika. Sveukupni broj ispitanika koji je u potpunosti završio program treninga i eksperimentalni protokol iznosio je 15 ispitanika za grupu pliometrija i 13 ispitanika za grupu ponavljanih sprintova. Ispitanici iz obje eksperimentalne grupe pohađali su redovitu nastavu koja je obuhvaćala praktične elemente iz kolegija Osnovne kineziološke transformacije II., Rukomet, Atletika (bacanja i skokovi). Praktična nastava predstavljala je jedini oblik tjelesnog vježbanja tijekom provedbe eksperimenta. Program treninga trajao je šest tjedana u kojima je realizirano 18 trenažnih jedinica, odnosno tri trenažne jedinice tjedno. Trajanje trenažne jedinice iznosilo je 60 minuta.

Eksperimentalna grupa koja je provodila trening pliometrije provodila je unilateralne i bilateralne skokove, vertikalnog i horizontalnog smjera djelovanja.

Broj serija kretao se od jedne do tri serije po treningu s brojem skokova od 120 u pojedinačnom treningu u prvom tjednu, što je na kraju tjedna iznosilo 385 skokova, pa do 180 skokova u trećem tjednu, što je ukupno iznosilo 550 skokova. Odmor između serija iznosio je od 30 sekundi pasivnog odmora do 1 minute. Odmor između vrste skokova iznosio je dvije minute i bio je pasivnog karaktera.

Tablica 10. Program treninga pliometrije

TJEDAN		1			2			3			4			5			6		
TRENING		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
VJEŽBE:		BR.SER/BR.PON (pSER) - pVJ- 1'-2'																	
BILATERALNE:	poskoci iz stopala u kretanju vertikalni	3/10 (30")	3/10 (30")	2/10 (30")	2/10 (30")	2/10 (30")	2/10 (30")	2/10 (30")	2/10 (30")	2/10 (30")	1/10	1/10	1/10	1/10	1/10	1/10			
	skokovi iz polučučnja u kretanju vertikalni	3/10 (30")	2/10 (30")	2/10 (30")	2/10 (30")	2/10 (30")	2/10 (30")	2/10 (30")	2/10 (30")	1/10 (30")	2/10 (30")	2/10	2/10	1/10			1/10	1/10	1/10
	skokovi iz polučučnja u kretanju horizontalni		1/10 (30")	3/5 (30")	3/5 (1')	3/5(1")	3/5(1")	1/5	1/5 (1')	2/5 (1')	2/5 (1')	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	2/5 (1')	2/5 (1')	2/5 (1')
br.kontakta BIL.S.		60	60	55	55	55	50	45	45	40	40	35	35	25	15	15	20	20	20
UNILATERALNE:	poskoci iz stopala (L/D)* u kretanju vertikalni	2/5 (45")	2/5 (45")	2/5 (45")	3/5 (45")	3/5 (45")	3/5 (45")	3/5 (45")	3/5 (45")	3/5 (45")	3/5 (45")	3/10 (45")	3/10 (45")	1/10	1/10	1/10	2/15	2/10	2/10
	skokovi iz polučučnja u kretanju vertikalni (L/D)*	2/5 (45")	2/5 (45")	2/5 (45")	3/5 (45")	2/5 (45")	2/5 (45")	2/5 (45")	2/5 (45")	2/5 (45")	3/5 (45")	2/5 (45")	2/5 (45")	2/10 (1")	2/10 (1")	2/10 (1")	1/10	2/10	2/10

	skokovi iz polučučnju u kretanju horizontalni (L/D)*	1/5	2/5 (45")	2/5 (45")	2/5 (45")	3/5 (45")	3/5 (45")	2/5 (45")	2/5 (45")	2/5 (45")	2/5 (45")	3/5 (1")	3/5 (1")	2/5 (1")	4/5 (1")	4/5 (1")	2/10 (1")	2/10 (1")	2/10 (1")
	skokovi s noge na nogu	2/5	2/5	2/5	2/10	3/10 (45")	3/10 (45")	1/10 (45")	2/10 (45")	2/10 (45")	3/10 (45")	2/10 (45")	2/10 (45")	2/10 (45")	2/10 (1')	2/10 (1')	3/10 (1')	3/10 (1')	4/10 (1')
<b>br.kontakta UNIL.S.</b>		60	70	80	100	110	110	80	90	90	140	150	150	100	120	120	130	150	160
<b>TJEDAN</b>		<b>1</b>			<b>2</b>			<b>3</b>			<b>4</b>			<b>5</b>			<b>6</b>		
TRENING		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
UKUPAN BR.KONTAKTA S PODLOGOM		120	130	135	155	165	160	125	135	130	180	185	185	125	135	135	150	170	180

Eksperimentalna grupa koja je provodila trening ponavljanih sprintova provodila je trening šest tjedana s tri treninga tjedno u trajanju od 60 minuta. Broj sprintova kretao se od 6 do 10 sprintova u seriji u zadnjem tjednu, s dvije do tri serije. Odmor između ponavljanja iznosio je 25 sekundi pasivnog karaktera. Odmor između serija iznosio je dvije minute pasivnog karaktera. Sprintovi su se provodili na dionici od 20 metara.

Tablica 11. Program treninga ponavljanih pravocrtnih sprintova

	1. tjedan	2. tjedan	3. tjedan	4. tjedan	5. tjedan	6. tjedan
<b>1. trening</b>	2 x 6 x 20 m 12 sprintova	3 x 6 x 20 m 18 sprintova	2 x 8 x 20m 16 sprintova	3 x 8 x 20m 24 sprinta	2 x 10 x 20m 20 sprintova	3 x 10 x 20m 30 sprintova
<b>2. trening</b>	2 x 6 x 20 m 12 sprintova	3 x 6 x 20 m 18 sprintova	2 x 8 x 20m 16 sprintova	3 x 8 x 20m 24 sprinta	2 x 10 x 20m 20 sprintova	3 x 10 x 20m 30 sprintova
<b>3. trening</b>	2 x 6 x 20 m 12 sprintova	3 x 6 x 20 m 18 sprintova	2 x 8 x 20m 16 sprintova	3 x 8 x 20m 24 sprinta	2 x 10 x 20m 20 sprintova	3 x 10x 20 m 30 sprintova
	<b>36 sprint</b> 240 m Uk=720 m	<b>54 sprinta</b> 360 m Uk=1080 m	<b>48 sprinta</b> 320 m Uk=960 m	<b>72 sprinta</b> 480 m Uk=1440m	<b>60 sprinta</b> 400 m Uk=1200 m	<b>90 sprinta</b> 600 m Uk=1800m
<b>Ukupno: 360 sprintova, 7200 m</b>						

Trening u obje eksperimentalne grupe započinjao bi standardnim protokolom zagrijavanja:

1. Pet minuta laganog kretanja u krug dvorane
2. Vježbe atletske škole trčanja: niskog skipa, visokog skipa, zabacivanja potkoljenica, izbacivanja potkoljenica, bočnog kretanja u lijevu i desnu stranu, škara u lijevu i desnu stranu, dječje poskoke, indijanske skokove, pogo skokove te skokove s noge na nogu. Sadržaji su se provodili na dionici od 20 metara frontalnim oblikom. Kretanje na početnu liniju izvodilo se laganim trčećim korakom.
3. Vježbe dinamičkog istezanja koje su uključivale: stojeći pretklon na jednu nogu, dinamički ispadni čučanj, dinamički bočni ispadni čučanj, podizanje na prste te skokove iz stopala. Svaki zadatak izveden je kroz deset ponavljanja.
4. Tri ubrzanja na 20 metara sa samo procjenom intenziteta kretanja u sva tri sprinta gdje je zadani intenzitet bio 70%, 80% i 90%.
5. Dva maksimalna sprinta na 20 metara. Odmor između sprintova iznosio je 2 minute pasivnog karaktera.
6. Grupa koja je provodila trening pliometrije u protokol zagrijavanja imala je 5 dodatnih skokova s pripremom.

Protokol zagrijavanja provodio se prije svakog treninga kroz 6 tjedana. Zagrijavanje je trajalo između 18 i 20 minuta. Nakon zagrijavanja s odmorom od 1 do 2 minute kretalo se u provedbu glavnog dijela treninga.

## **2.6. Metode analize podataka**

Za obradu podataka korišten je program za statističku obradu podataka STATISTICA for Windows version 10.0 (StatSoft, Inc., Tulsa, OK). Za sve mjerene parametre izračunata je aritmetička sredina i standardna devijacija, dok je normalnost distribucija testirana Kolmogorov Smirnovljevim testom. *Effect size* izračunat je kroz *partial eta squared*. Za analizu razlika između grupa nakon

programa treninga korištena je analiza varijance za ponovljena mjerenja (2x2 ANOVA). Također, mjereni su *main effects* i interakcije među eksperimentalnim grupama. Statistička značajnost razlika bila je testirana na razini od 0,05.

### 3. REZULTATI

#### 3.1. Učinci treninga pliometrije i treninga ponavljanih sprintova na motoričke sposobnosti i sposobnost ponavljanja sprintova

Univarijantna analiza inicijalnog stanja utvrdila je da ne postoje statistički značajne razlike između grupa u inicijalnom mjerenju u prostoru eksplozivne jakosti tipa skoka.

Program treninga pliometrije i program treninga ponavljanih pravocrtnih sprintova rezultirali su značajnim poboljšanjem rezultata u varijabli skok s pripremom te postoje razlike među grupama nakon tretmana treninga.

Analizirajući veličine učinka tretmana (treninga pliometrije i ponavljanih sprintova) na kondicijske sposobnosti kroz *partial eta square* dobivenim kroz univarijantu analizu rezultata uočeni su veliki efekti u eksplozivnoj jakosti donjih ekstremiteta ( $\eta_p^2$  0,25). Srednji trenažni efekti uočeni su u varijablama RSAb i RPE unutar grupa između finalnog i inicijalnog mjerenja s tim da razlike u veličini efekata tretmana među grupama nisu uočene.

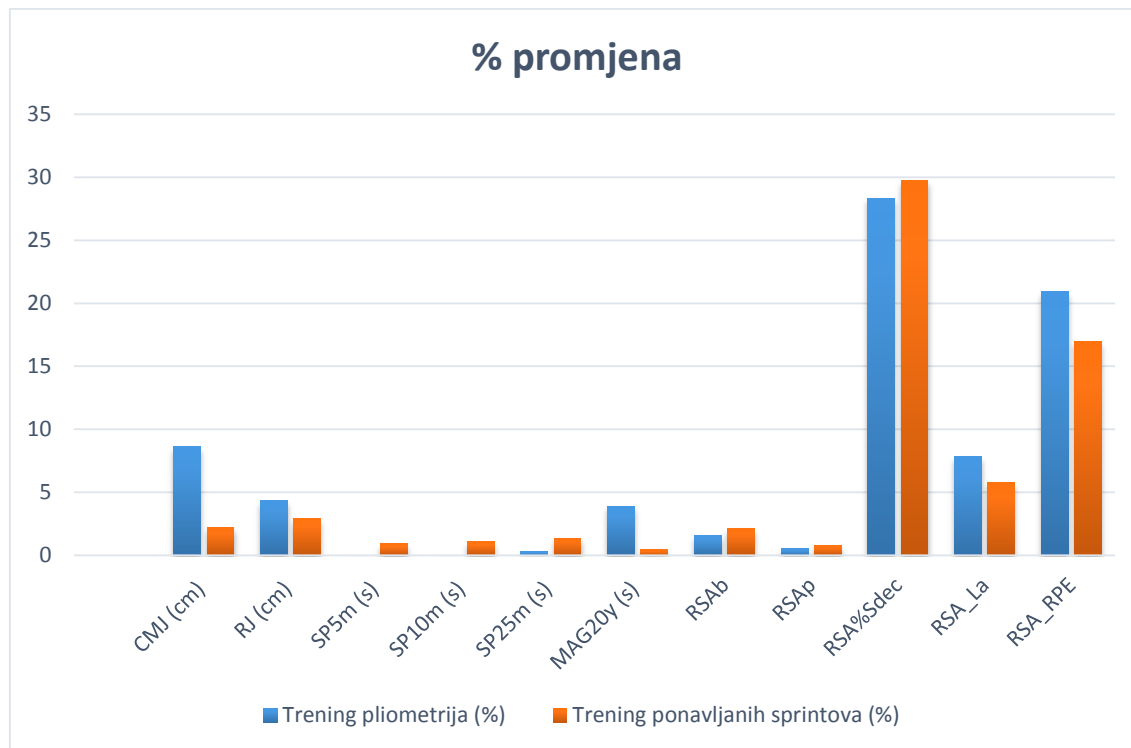


Tablica 12. Univarijatna analiza rezultata u testovima za procjenu motoričkih sposobnosti i sposobnosti ponavljanja sprintova dvije eksperimentalne grupe nakon ponovljenih mjerenja

Varijable	Trening pliometrije		Trening ponavljanih sprintova		"grupa"			"vrijeme"			"interakcija" (Trening*grupa)		
	Inicijalno	Finalno	Inicijalno	Finalno	F	P	Partial eta-squared	F	P	Partial eta-squared	F	P	Partial eta-squared
	AS ± SD	AS ± SD	AS ± SD	AS ± SD									
<b>CMJ (cm)</b>	39,94±4,36	43,72±4,02	39,96±5,11	40,86±5,20	0,72	0,40	0,02	24,116	0,00	0,47	9,11	0,00	0,25
<b>RJ (cm)</b>	33,92±3,60	35,44±3,55	34,87±4,74	35,88±4,15	0,228	0,63	0,00	3,935	0,05	0,12	0,15	0,69	0,00
<b>SP5m (s)</b>	1,11±0,07	1,11±0,05	1,13±0,06	1,12±0,08	0,21	0,65	0,00	0,06	0,81	0,00	0,33	0,56	0,01
<b>SP10m (s)</b>	1,84±0,05	1,84±0,06	1,88±0,07	1,86±0,09	1,27	0,26	0,04	0,19	0,66	0,00	0,32	0,57	0,01
<b>SP25m (s)</b>	3,71±0,06	3,7±0,08	3,73±0,11	3,68±0,16	0	0,96	0,00	2,76	0,10	0,09	0,84	0,36	0,03
<b>MAG20y (s)</b>	4,68±0,13	4,87±0,32	4,73±0,17	4,75±0,22	0,23	0,63	0,00	4,52	0,04	0,14	2,45	0,12	0,08

<b>RSAb</b>	3,78±0,08	3,84±0,16	3,74±0,11	3,82±0,13	0,55	0,46	0,02	8,37	0,00	0,23	0,15	0,69	0,00
<b>RSAp</b>	3,97±0,10	3,99±0,15	3,96±0,14	3,99±0,15	0,01	0,91	0,00	1,26	0,27	0,04	0,06	0,80	0,00
<b>RSA%Sdec</b>	4,98±3,17	3,88±1,48	5,8±0,08	4,47±2,23	1,01	0,322	0,03	5,57	0,02	0,17	0,04	0,83	0,00
<b>RSA_La</b>	13,07±2,48	12,12±2,06	14,77±2,28	13,99±3,07	4,42	0,04	0,14	3,127	0,08	0,10	0,01	0,89	0,00
<b>RSA_RPE</b>	7,33±1,49	6,06±1,48	8±1,08	6,84±1,28	2,92	0,09	0,10	16,94	0,00	0,39	0,03	0,84	0,00

Legenda: CMJ- countermovement jump, RS-repeated jumps, SP5m-vrijeme na 5 metara, SP10m- vrijeme na 10 metara, SP25m – vrijeme na 25 metara, MAG 20y – 20 jardi, RSAb – najbolji sprint u testu ponavljanih pravocrtnih sprintova, RSAp- prosjek sprintova u testu ponavljanih pravocrtnih testova, RSA%Sdec – postotak opadanja sprinta pri testu ponavljanih pravocrtnih sprintova, RSA\_La – koncentracija laktata nakon testa ponavljanih pravocrtnih sprintova, RSA\_RPE- subjektivna procjena opterećenja nakon testa ponavljanih pravocrtnih sprintova.



Grafikon 1. Razlika rezultata izražena u postocima između grupa nakon tretmana.

Rezultati univarijatne analize za ponovljena mjerenja pokazali su da je program treninga pliometrije rezultirao statistički značajnim poboljšanjem rezultata u testu CMJ za 8,65% ( $p=0,000$ ). Nakon provedenog tretmana pliometrije i ponavljanih sprintova nema značajne razlike (2,9% kod grupe koja je provodila trening ponavljanih sprintova i 4,29% kod grupe pliometrija) između grupa u visini uzastopnih skokova kod obje eksperimentalne grupe ( $p=0,697$ ). Nakon provedenog tretmana slični rezultati su zabilježeni u varijablama SP5m ( $p=0,568$ ) s poboljšanjem vrijednosti kod grupe koja je provodila trening ponavljanih sprintova od 0,89%, 1,07% na 10m ( $p=0,5744$ ), 1,35% na 25m ( $p=0,368$ ) i 0,43% opadanje rezultata u testu 20 jardi ( $p=0,129$ ). U varijablama MAG20y, RSAb i RSAp zabilježena je promjena rezultata u finalnom mjerenju u odnosu na inicijalno mjerenje od 4% kod grupe koja je provodila trening pliometrije i 0,43% kod grupe ponavljanih sprintova, 1,57% u varijabli RSAb kod grupe koja je provodila trening pliometrije i 2,1% kod grupe koja je provodila trening ponavljanih sprintova, 0,5% kod grupe koja je provodila trening pliometrije u varijabli RSAp i 0,76% u grupi koja je provodila trening ponavljanih sprintova, premda razlike među grupama nisu statistički značajne.

U varijabli RSAb zabilježena je stagnacija rezultata u obje eksperimentalne grupe dok je u varijabli RSA%Sdec zabilježen pozitivan efekt tretmana premda nije zabilježena statistički značajna razlika između grupa.

Statistički značajna razlika nije zabilježena u koncentraciji laktata u inicijalnom i finalnom testiranju nakon tretmana treninga kod oba dvije eksperimentalne grupe ( $p=0,894$ ) premda je uočen trend smanjenja koncentracije laktata nakon programa treninga ponavljanih sprintova.

Univarijatnom analizom varijance za ponovljena mjerenja utvrđeno je kako nema statistički značajne razlike nakon tretmana između grupa u pokazateljima subjektivne procjene opterećenja nakon testa ponavljanih pravocrtnih sprintova ( $p=0,849$ ).

### **3.2. Učinci treninga pliometrije i treninga ponavljanih sprintova na funkcionalne sposobnosti**

Nakon provedenog tretmana ponavljanih pravocrtnih sprintova i tretmana pliometrije univarijantnom analizom varijance za ponovljena mjerenja nema statistički značajne razlike između eksperimentalnih grupa u mjenim varijablama ( $VO_{2max}$ - $p=0,737$ ,  $v_{max}$ - $p=0,06$ ,  $vVO_{2max}$ - $p=0,749$ ,  $FS_{max}$ - $p=0,141$ ,  $FS_{peak\_RSA}$ - $p=0,128$ ).

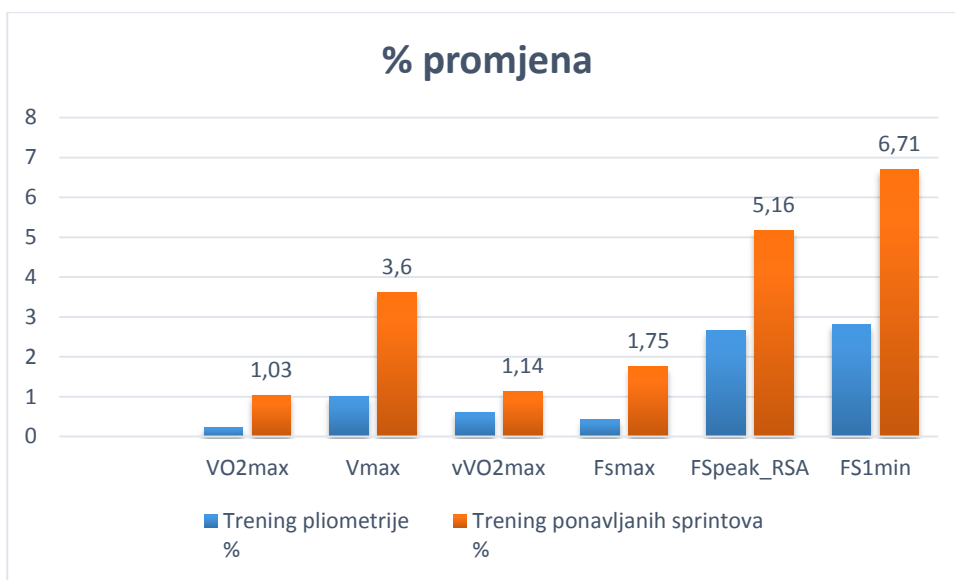
Određene promjene u aerobnom kapacitetu zabilježene su kod obje eksperimentalne grupe te kod grupe koja je provodila program ponavljanih sprintova postoji pozitivan trend poboljšanja rezultata, ali nisu zabilježene statistički značajne razlike između grupa nakon tretmana.

Eksperimentalni programi treninga izazivaju statistički značajne promjene u finalnom u odnosu na inicijalno mjerenje u varijablama maksimalne brzine kretanja pokretnog soga od 3,6% kod grupe koja je provodila trening ponavljanih sprintova u odnosu na grupu pliometrije (1%) ( $p=0,002$ ), maksimalne frekvencije srca ostvarene u progresivnom testu opterećenja ( $p=0,019$ ) ( $RSA=1,75\%$ ,  $PLIO=0,42\%$ ), vršnoj frekvenciji srca za vrijeme testa ponavljanih sprintova ( $p=0,000005$ ) s poboljšanjem od 5,16% u odnosu na grupu pliometrije (2,66%) i frekvenciji srca nakon jedne minute nakon testa ponavljanih pravocrtnih sprintova ( $p=0,0006$ ) ( $RSA=6,71\%$ ,  $PLIO=2,81\%$ ), premda nisu zabilježene statistički značajne razlike među eksperimentalnim grupama nakon programa treninga u navedenim varijablama.

Tablica 14. Univarijatna analiza rezultata u parametrima funkcionalnih sposobnosti između dvije eksperimentalne grupe nakon ponovljenih mjerenja

Varijable	Trening pliometrije		Trening sprintova ponavljanih		"grupa"			"vrijeme"			"interakcija" Trening*grupa		
	Inicijalno	Finalno	Inicijalno	Finalno	F	P	Partial eta-squared	F	P	Partial eta-squared	F	P	Partial eta-squared
	AS ± SD	AS ± SD	AS ± SD	AS ± SD									
<b>VO2max</b>	55,16±3,79	55,29±4,72	55,2±6,26	55,78±5,28	0,02	0,88	0,00	0,30	0,58	0,01	0,11	0,73	0,00
<b>Vmax</b>	16,6±1,22	16,76±1,01	16,61±1,27	17,23±1,08	0,32	0,57	0,01	11,1	0,00	0,30	3,67	0,06	0,12
<b>vVO2max</b>	16,23±0,90	16,33±0,95	16,42±1,13	16,61±1,08	0,43	0,51	0,01	1,04	0,31	0,03	0,10	0,74	0,00
<b>FSmax</b>	193,38±8,48	192,53±8,45	193,98±7,96	190,07±9,07	0,15	0,70	0,00	6,17	0,01	0,19	2,3	0,14	0,08
<b>FSpeak_RSA</b>	188,07±9,29	183,07±10,25	189,39±7,79	179,61±8,39	0,11	0,73	0,00	23,8	0,00	0,49	2,48	0,12	0,09
<b>FS1min</b>	157,13±13,37	152,73±10,25	158,64±14,11	148±12,39	4,42	0,04	0,14	3,12	0,08	0,10	0,01	0,89	0,00

Legenda: VO2max – maksimalni relativni primitak kisika, vmax – maksimalna brzina pokretnog saga, vVO2max- brzina pokretnog saga pri maksimalnom primitku kisika, FSmax- maksimalna frekvencija srca u progresivnom testu opterećenja, FSpeak\_RSA- prosječna frekvencija srca za vrijeme provođenja testa ponavljanih pravocrtnih sprintova, FS1min-frekvencija srca nakon 1 minute nakon testa ponavljanih pravocrtnih sprintova



Grafikon 2. Razlika rezultata između grupa u funkcionalnim pokazateljima izražena u postotcima

#### 4. RASPRAVA

Primjenom treninga pliometrije i treninga ponavljanih sprintova izazivaju se slični adaptacijski procesi u parametrima motoričkih sposobnosti s utvrđenom statistički značajnom razlikom u varijabli skok s pripremom. Nakon provedenih eksperimentalnih programa treninga pliometrije zabilježen je veći i statistički značajan napredak u varijabli skok s pripremom kod grupe koja je provodila trening pliometrije (8,65%). U varijabli uzastopni skokovi oba eksperimentalna programa prikazuju poboljšanje rezultata i to 2,9% kod grupe koja je provodila trening ponavljanih sprintova i 4,29% kod grupe koja je provodila trening pliometrije u finalnom u odnosu na inicijalno mjerenje, premda to poboljšanje nije statistički značajno te ne postoje razlike između tretmana. Napredak u sprintu ukazuje na specifičnost programa treninga sprinta budući da je trening ponavljanih pravocrtnih sprintova rezultirao podjednakim napretkom na sve tri mjerene dionice (5m=0,89%, 10m=1,07% i 25m=1,35%), premda taj napredak nije statistički značajan. Kod grupe koja je provodila trening pliometrije na dionicama od 5 i 10 metara zabilježena je stagnacija rezultata na prve dvije dionice, dok je na najdužoj dionici zabilježen napredak (0,27%) koji nije značajan. Trening

ponavljanih sprintova očigledno je više utjecao na startnu brzinu i akceleraciju od treninga pliometrije. Trening ponavljanih pravocrtnih sprintova i trening pliometrije rezultirali su napretkom na najdužoj dionici sprinta, premda je taj napredak izraženiji kod grupe ponavljajućih sprintova, ali taj napredak nije statistički značajan te ne razlikuje dva programa treninga u navedenoj varijabli. Nakon provedenih programa treninga u agilnosti zabilježena je stagnacija rezultata kod eksperimentalnih grupa u testu 20 jardi s tim da je veći napredak zabilježen kod grupe koja je provodila trening pliometrije (3,94%).

Programi pliometrije i ponavljanih pravocrtnih sprintova rezultirali su napretkom u pokazatelju najboljeg sprinta u testu ponavljanih pravocrtnih sprintova, kao i u prosječnom vremenu ponavljanih sprintova nakon tretmana treninga. Indeks umora pokazuje statistički značajnu razliku u finalnom mjerenju u odnosu na inicijalno pod utjecajem tretmana treninga gdje su ispitanici pokazivali manje vrijednosti indeksa umora, ali nisu zamijećene značajne razlike među grupama. U parametrima funkcionalnih sposobnosti u varijablama maksimalna brzina ostvarena na pokretnom sagu, maksimalna frekvencija srca za vrijeme progresivnog testa opterećenja i prosječna frekvencija srca za vrijeme testa ponavljanih pravocrtnih sprintova, zabilježene su statistički značajne promjene pod utjecajem programa treninga u obje eksperimentalne grupe, premda nema razlika između grupa. U ostalim testiranim varijablama vidljiv je trend napretka, premda u ovom slučaju nije značajan.

#### **4.1. Učinci treninga pliometrije i ponavljanih povratnih sprintova na motoričke sposobnosti**

Statistički značajna razlika utvrđena je u varijabli skok s pripremom kod grupe koja je provodila trening pliometrije u iznosu od 8,35%. Kod grupe koja je provodila trening ponavljanih pravocrtnih sprintova taj napredak je bio manji (2,21%). Eksperimentalna grupa koja je provodila trening ponavljanih sprintova nije značajno napredovala, dok grupa pliometrije jest, te je zbog toga došlo do značajnih razlika nakon tretmana. Nakon tretmana pliometrije zabilježene su nepromijenjene vrijednosti u rezultatu na 5 i 10 metara, dok je na dionici od 25



metara trend razvoja ukazivao na pozitivne efekte tretmana, premda oni nisu bili statistički značajni (0,27%). Tretman ponavljanih pravocrtnih sprintova ostvaruje poboljšanje rezultata u finalnom mjerenu na 5, 10 i 25 metara i to 0,89%, 1,07% i 1,35%. Unaprijeđenje visine skoka u skoku s pripremom u skladu je s dosadašnjim istraživanjima u kojima je naveden napredak (Villareal i sur., 2015; Ozbar i sur., 2014; Loturco i sur., 2015). Autori su zaključili da je ovom povećanju rezultata nakon kratkotrajnog treninga pliometrije (6-16 tjedana) zaslužna promjena u napetosti elastičnih komponenata tetiva plantarnih fleksora, povećanog živčanog impulsa mišića agonista, poboljšanoj međumišićnoj koordinaciji, promjene u veličini i arhitekturi mišića i promjene u mehanizmima u pojedinačnom mišićnom vlaknu (Marković i Mikulić, 2010). Kao jedan od razloga zašto trening pliometrije utječe na vrijednosti rezultata u skoku s pripremom u odnosu na trening ponavljanih sprintova je i sposobnost treninga pliometrije da izazove hipertrofijske efekte. U metaanalizi Marković i Mikulić navode (2010) da trening pliometrije u trajanju od 6 do 8 tjedana izaziva veći poprečni presjek mišićnih vlakana tipa I (23%), tipa IIa (+22%) i tipa IIb (30%) kod mišića vastus lateralis, što ujedno može biti i povezano s većom količinom jakosti i eksplozivne snage ekstenzora koljena i može rezultirati višim vrijednostima u skoku s pripremom. Također kao jedan od razloga navodi se i maksimalna voljna mišićna kontrakcija i akcija plantarnih fleksora što je posljedica aktiviranja većeg broja motoričkih jedinica (Marković i Mikulić, 2010). Poboljšanje unutarumišićne koordinacije navodi se kao jedno od objašnjenja neuralnih adaptacija na trening pliometrije osobito koordinacija faze pred-doskoka i promjena u istezljivosti miotatičkog refleksa (Marković i Mikulić, 2010). Nadalje, trening pliometrije povezan je s većom količinom proizvedene snage (3-5%) u ekstenzorima nogu što je popraćeno većim poprečnim presjekom vastusa lateralis i mišićnih vlakana tipa I (4,4%) i tipa II (7,8%). Trening pliometrije rezultirao je promjenama u jakosti i snazi mišićne mase na bazi neuralnih i mišićnih promjena koje se događaju u tijelu pojedinca. Manji trenažni efekti u eksplozivnosti tipa skoka vidljivi su kod grupe koja je provodila trening ponavljanih pravocrtnih sprintova premda ovakav način rada izaziva velik neuromuskularan napor, ali i povećanje eksplozivnosti tipa skoka (Marković i sur., 2007). Veći napredak vjerojatno je izostao zbog omjera rada i odmora kod grupe

koja je provodila trening pravocrtnih ponavljanih sprintova. Ujedno, kao jedan od razloga može se navesti i specifičnost adaptacije pojedinca i transfer tog treninga na konačni rezultat kao posljedica treninga pliometrije na visinu skoka, kao što je i trening ponavljanih sprintova rezultirao boljim vrijednostima u testu ponavljanih sprintova. U elastičnoj snazi ekstenzora stopala vidljiv je trend napretka rezultata nakon dijagnostičkog postupka, premda taj napredak nije statistički značajan među grupama. Slične vrijednosti rezultata kod obje eksperimentalne grupe mogu se pripisati većem angažmanu ekstenzora stopala u kasnijim fazama pravocrtnog sprinta kada su postignute veće brzine kretanja, premda se radilo o dionici od 25 metara.

U testu 20 jardi zabilježena je stagnacija rezultata nakon programa treninga pliometrije i ponavljanih pravocrtnih sprintova. Slične rezultate dobili su u svom istraživanju Hammami i suradnici (2016) te ne bilježe poboljšanje rezultata u tri testa agilnosti. Opravdanje takvih rezultata pronalaze u kratkom vremenu provedbe trenažnog programa (8 tjedana), uzrasnoj kategoriji (15 godina), nedovoljnom intenzitetu treninga i početnom stanju pojedinaca koji su klasificirani kao tjelesno "spremna" populacija. U metaanalizi Marković i Mikulić (2010) navode poboljšanje vrijednosti u pokazateljima agilnosti (2-5%) nakon treninga pliometrije što pripisuju smanjenju vremena boravka na podlozi, bržoj aktivaciji motoričkih jedinica i neuralnoj adaptaciji. Poboljšanje bilježe Ramirez-Campillo i suradnici (2015), Ramirez-Campillo (2014) i Negra i suradnici (2016) u Illinosi testu nakon 6, 7 i 8 tjedana treninga pliometrije. Iako je bilo očekivano da će trening pliometrije rezultirati većim poboljšanjem u sposobnosti promjene smjera zbog sličnog režima rada mišića koji nalikuje ciklusu istezanja i skraćivanja, to se nije dogodilo. Zabilježena je stagnacija napretka kod obje grupe. Marković i Mikulić (2010) navode kako zadatak agilnosti može više ovisiti o motoričkoj kontroli nego o mišićnoj jakosti i snazi, što može biti i jedan od razloga zbog čega je zabilježena stagnacija u prostoru agilnosti.

Pregledom veličine promjena koje su uslijedile nakon eksperimentalnih programa treninga, mogu se uočiti određeni trendovi razvoja pojedinih

sposobnosti ili pojedinih aspekata sposobnosti kada je riječ o eksplozivnoj snazi tipa sprinta.

Nakon treninga pliometrije na dionici od 5 i 10 metara zabilježene su nepromijenjene vrijednosti. Na dionici od 25 metara rezultat tendira pozitivnim vrijednostima i poboljšanju vremena od 0,27%, dok je nakon treninga ponavljanih pravocrtnih sprintova zabilježeno povećanje za 0,89%, 1,07% i 1,35%. Istraživanje Meylana i Malateste (2009) bilježi statistički značajno poboljšanje rezultata na dionici od 10 metara primjenom treninga pliometrije s tim da je taj trening bio kombiniran s treningom sprinta. Nepromijenjene rezultate na dionici od 10 metara bilježe Lloyd i suradnici (2016) nakon 6 tjedana treninga pliometrije, dok poboljšanje vrijednosti na dionici od 10 metara bilježe Villareal i suradnici (2015) i Söhnlein i suradnici (2014) nakon 9 i 16 tjedana treninga pliometrije. U navedenim istraživanjima gdje je program treninga trajao duže od 6 tjedana zamjetna su poboljšanja i trend poboljšanja rezultata nakon programa pliometrije, dok kod programa koji su trajali 6 ili kraće tjedana nisu. Villareal i suradnici (2012) navode kako su frekvencija i volumen treninga presudni parametri u izazivanju pozitivnih adaptacija treninga pliometrije na sposobnost sprinta te navode kako trening pliometrije u trajanju <10 tjedana (6-8) s frekvencijom od 3-4 treninga tjedno rezultira poboljšanjem vrijednosti. Također, navode kako i program treninga koji u sebi ima više od 18 trenažnih jedinica s preko 80 skokova predstavlja optimalan volumen što je bio slučaj i u ovom istraživanju (18 trenažnih jedinica, 120-185 kontakata s podlogom). Kao jedan od razloga zašto je izostala veća promjena u sprintu na dionicama od 5, 10 i 25 metara može se smatrati i kratki ukupni volumen treninga od 6 tjedana kao i broj trenažnih jedinica u njemu i veliki volumen skokova po pojedinačnom treningu, što je moglo rezultirati povećanim vrijednostima umora kod pojedinaca nakon tretmana treninga, te velikog volumena treninga u malom periodu. Jedan od razloga zašto je izostao i napredak u poboljšanju rezultata je i status treniranosti studenata prve godine Kineziološkog fakulteta jer oni predstavljaju više aktivni dio populacije, što navode Villareal i suradnici (2012) u svome istraživanju gdje su manje iskusniji pojedinci pokazali bolji napredak u odnosu na iskusnije. Kao jedan od razloga većeg poboljšanja kod manje iskusnih pojedinaca navode i neuralne promjene u prvim fazama nakon

programa treninga. Također, povećani intenzitet treninga pliometrije povezan je s većim vrijednostima u sprintu. Primjena skokova s povišenja (DJ) rezultirala je boljim vrijednostima nego skokovi s pripremom radi većeg primijenjenog intenziteta nego sami skok s pripremom, što ujedno može biti i jedno od objašnjenja zašto su veće adaptacije izostale nakon programa treninga. Korisnosti treninga pliometrije na sprint najviše su se očekivali u fazi koja najviše povezuje ove dvije sposobnosti prema načinu rada, a to je u fazi ubrzanja, ali to nije ostvareno. U istraživanjima gdje je ispitivan utjecaj treninga pliometrije na sposobnost ubrzanja i sprinta zabilježena su povećanja rezultata na dionicama 20 metara (3,2%) u odnosu na kontrolnu grupu (Söhnlein i sur., 2014). Unaprjeđenje sprinta na ukupnoj dionici sprinta koja je iznosila 25 metara bilo je veće kod grupe koja je provodila trening ponavljanih pravocrtnih sprintova (1,35% vs 0,27%), iako ta razlika nije bila statistički značajna. Unapređenje sprinterskih izvedbi nakon treninga sprinta Marković i suradnici (2007) objasnili su povećanjem jakosti i snage ekstenzora donjih ekstremiteta.

#### **4.2. Utjecaj treninga pliometrije i treninga ponavljanih pravocrtnih sprintova na funkcionalne sposobnosti**

Pregledom dosadašnjih istraživanja može se uočiti kako je trening ponavljanih sprintova imao pozitivne efekte na funkcionalne sposobnosti prikazane maksimalnim primitkom kisika (Tablica 4.). Programi treninga ponavljanih sprintova provodili su se u razdoblju od 4 do 10 tjedana te u tom razdoblju bilježe poboljšanje rezultata od 2% do 6% u maksimalnom primitku kisika nakon programa treninga (Bishop i sur., 2011). Također je primjenom treninga ponavljanih sprintova zabilježen napredak u aerobnim sposobnostima mjerenim putem Yo Yo Intermittent Recovery testa, što u ovom slučaju predstavlja intermitentnu izdržljivost. Povećanje rezultata od 9,9% zabilježili su Mohr i suradnici (2007) nakon osam tjedana treninga ponavljanih sprintova. Serpiello i suradnici (2011) bilježe rezultate od 8%. Trening ponavljanih sprintova predstavlja tehnologiju treninga koja uvelike utječe na neuromuskularni sustav, iz navedenih rezultata je vidljivo kako ovaj program treninga može pozitivno utjecati na aerobne sposobnosti premda je podražaj koji se primjenjuje vrlo kratak. Kao

osnovni preduvjet visoke razine aerobnih sposobnosti kod sportaša uzima se vrijednost primitka kisika, krajnja brzina na pokretnom sagu na progresivnom testu opterećenja, laktatni prag, brzina kretanja na laktatnom pragu. Ipak, u homogenim grupama sportaša gdje su razine maksimalnog primitka kisika i ostalih varijabli dosta slične, drugi parametri su se počeli uzimati u obzir poput tehnike trčanja, odnosno njezine ekonomičnosti (Marković i Mikulić, 2010). Marković i Mikulić (2010) pozivajući se na istraživanje Paavolainena i suradnika (1999) navode poboljšanje u ekonomičnosti trčanja kao i u vrijednostima snage što pridonosi 3,1% u vremenu na 5 km, premda su se vrijednosti maksimalnog primitka kisika smanjile za 5,8% pod utjecajem treninga pliometrije. Također, još jedno istraživanje koje su naveli u svom radu prikazuje sličan trend napretka u pokazateljima snage i ekonomičnosti trčanja, što rezultira poboljšanjem vremena od 1,2%, ali i padom vrijednosti maksimalnog primitka kisika od 3,1% pod utjecajem treninga pliometrije kod trkača na duge pruge. Razlozi poboljšanja ekonomičnosti kretanja još nisu u potpunosti poznati premda se naglasak stavlja na poboljšanje aktiviranja motoričkih jedinica i smanjenje vremena kontakta s podlogom za vrijeme kretanja. Poboljšanje od 6% zabilježeno je u Yo Yo Intermittent Recovery Testu nakon treninga pliometrije (Villareal i sur., 2015). U progresivnom testu opterećenja s promjenama smjera svakih 20 metara autori (Ramirez-Campillo i sur., 2015) bilježe poboljšanje vrijednosti rezultata nakon 6 tjedana treninga pliometrije od 7% u krajnjem rezultatu ostvarenom u testu. Najveće promjene nakon tretmana treninga u pokazatelju progresivnog testa opterećenja bilježe eksperimentalne grupe koje su provodile pliometrijski trening unilateralnim načinom izvođenja (Ramirez-Campillo i sur., 2015) i horizontalnim smjerom djelovanja što iznosi 13% bolji rezultat od grupa koje su primjenjivale vertikalne ili kombinaciju vertikalnih i horizontalnih skokova (Ramirez-Campillo i sur., 2015). Razlozi utjecaja pliometrije na krajnji rezultat u progresivnim testovima opterećenja su bolja ekonomičnost kretanja, smanjenje vremena kontakta s podlogom, poboljšanje krutosti tetiva i mišića te porast mehaničkog izlaza uzrokovanog elastičnim svojstvima mišića i tetiva (Marković i Mikulić, 2010; Ramirez-Campillo i sur., 2015). Rezultati eksperimentalnih grupa, osobito grupe koja je provodila trening pliometrije, pokazuju trend ostalih istraživanja te je

zabilježena stagnacija u maksimalnom primitku kisika nakon šest tjedana treninga pliometrije. Grupa koja je provodila trening ponavljanih pravocrtnih sprintova također bilježi minimalne promjene od 1% nakon šest tjedana treninga na maksimalni primitak kisika. Ferrari-Bravo i suradnici (2008) bilježe poboljšanje rezultata od 5% u maksimalnom primitku kisika nakon sedam tjedana treninga ponavljanih sprintova. Ukupno je realizirano 252 sprinta i pređena je udaljenost od 10 080 metara. Kao što je već navedeno, Serpiello i suradnici (2011) bilježe nešto manje vrijednosti od 2% nakon realizacije 150 sprintova i prijeđenih 3 750 metara. Razlog ovim rezultatima sigurno jest manji ukupni broj realiziranih treninga, manji broj sprintova i ukupno prijeđene udaljenosti za vrijeme eksperimentalnog procesa. Također, kao jedan od razloga zašto su zabilježene promjene u oba slučaja je da je kod Ferrari-Brava i suradnika (2008) realiziran program treninga većeg volumena i većom ukupnom metražom dok je kod Serpiella i suradnika (2011) taj napredak izazvan dužom dionicom za vrijeme treninga. Kao takvo, jedan od razloga zašto je izostala adaptacija u rezultatu na testu ponavljanih sprintova u ovom istraživanju može biti i nedovoljna dužina dionica, ali i ukupni volumen treninga koji možda ne predstavlja adekvatan stimulans na pojedince. U programu treninga Brava i suradnika, realizirani su sprintovi povratnog karaktera što ujedno iziskuje i veći napor lokomotornog sustava pa isto tako i vrijednosti maksimalnog primitka kisika, što je rezultiralo većim napretkom. Serpiello i suradnici (2011) su provodili treninga s 3 serije od  $5 \times 4$  sekunde sprinta na nemotoriziranoj traci sa 20 sekundi odmora i 4,5 minuta odmora između serija te su realizirali manji broj sprintova nego eksperimentalna grupa ovog istraživanja koja je realizirala 360 sprintova i prešla 7200 metara. Maksimalna frekvencija srca nakon tretmana ne pokazuje promjene među grupama, premda su razlike unutar grupa između inicijalnog i finalnog mjerenja statistički značajne. Maksimalna frekvencija srca smanjila se za 0,5% kod grupe koja je provodila trening pliometrije. Kod grupe koja je provodila trening ponavljanih sprintova smanjila se za 1,8%. Smanjenje reaktivacije parasimpatičkog dijela autonomnog živčanog sustava veće je nakon treninga ponavljanih sprintova nego nakon umjerenog kontinuiranog aerobnog treninga (Buchheit i sur., 2007). Razlog se pripisuje anaerobnoj komponenti aktivnosti koja je u značajnoj mjeri zastupljena kod treninga ponavljanih sprintova,

što dovodi do produženja aktivnosti simpatičkog dijela autonomnog sustava prilikom uspostavljanja hormonalne homeostaze (Nakamura i sur., 2009). Nepromijenjeno stanje maksimalne frekvencije srca kod grupe koja je provodila trening pliometrije može se objasniti jednim dijelom kroz nedovoljan podražaj na kardiorespiratorni sustav i većeg udjela neuromuskularne komponente u izvršavanju zahtjeva pliometrijskog treninga. Grupa ponavljanih pravocrtnih sprintova bilježi značajno poboljšanje maksimalne brzine trčanja na progresivnom testu opterećenja od 3,6%. Ta vrijednost ostala je nepromjenjena kod treninga pliometrije. Mohr i suradnici (2007) bilježe poboljšanje rezultata u Yo Yo Intermittent Recovery Testu za 9% nakon osam tjedana treninga ponavljanih sprintova. Slične rezultate prikazuju Serpiello i suradnici (2011) na ukupnoj prijedenoj udaljenosti u Yo Yo Intermittent Recovery Testu s poboljšanjem od 8%, dok je povećanje maksimalnog primitka kisika iznosilo samo 2%. S obzirom na karakter samog testa koji u sebi ima intemitentnu komponentu izdržljivosti te je udio anaerobne komponente značajan, nije moguće vršiti njihovu usporedbu (Krustrup i sur., 2006). Napredak u maksimalnom primitku kisika u istraživanju na studentima Kineziološkog fakulteta vidljiv je u istraživanju Boka (2014) nakon primjene treninga ponavljanih sprintova, što u relativnim vrijednostima predstavlja napredak od 5,1%. Korelacija progresivnog testa opterećenja moguća je s 30-15 Intermittent Fitness Testom zbog sličnog kardiorespiratornog odgovora (Buchheit i sur., 2009). Razlike utjecaja visoko intenzivnog treninga i treninga ponavljanih sprintova na maksimalnu brzinu na progresivnom testu opterećenja autori objašnjavaju različitim udjelom aerobne komponente treninga. U većini istraživanja (Mohr i sur.,2007; Buchheit i sur., 2008) nisu zabilježena povećanja vrijednosti u vremenu do otkaza u progresivnom testu opterećenja. Vrijeme do otkaza u progresivnom testu opterećenja kod grupe koja je provodila trening pliometrije nije se značajno mijenjala. Razlog tome može se pripisati nedovoljnim djelovanjem programa na kardiovaskularni sustav. S druge strane, Marković i Mikulić (2010) navode kako limitirajući faktor u funkcionalnim sposobnostima mogu biti i faktori eksplozivnosti.

Brzina trčanja na maksimalnom primitku kisika ( $vVO_{2max}$ ) nije se značajno mijenjala niti u jednoj eksperimentalnoj grupi nakon programa treninga. Rezultati u ovoj varijabli ostali su nepromijenjeni. Nepromijenjene vrijednosti moguće je objasniti slabom akutnom kardiovaskularnom reakcijom ova dva trenažna programa.

Iako je moguće primijetiti pozitivan trend promjena, nakon programa treninga nije došlo do statistički značajnih promjena u  $v_{max}$  i  $vVO_{2max}$  te je teško očekivati i veće promjene u koncentraciji laktata nakon testa. Nagomilavanje metabolita povećava se nakon anaerobnog praga te još više prelaskom kritičnog intenziteta. Veća metabolička reakcija događa se nakon prelaska  $vVO_{2max}$ . Nakon programa treninga  $vVO_{2max}$  i  $v_{max}$  vrijednosti se nisu značajno mijenjale, a izostala je i značajna promjena u koncentraciji laktata nakon tretmana premda se mogu primijetiti trendovi promjena. Izostanak promjena nakon treninga pliometrije moguće je pripisati smanjenom angažmanu metaboličkog sustava prilikom realizacije programa treninga kao i intervala odmora između ponavljanja i serija u programu treninga.

#### **4.3. Utjecaj treninga ponavljanih pravocrtnih sprintova i treninga pliometrije na sposobnost ponavljanja sprintova**

Univarijatnom analizom razlika u učincima tretmana između dvije eksperimentalne grupe utvrđeno je da programi treninga pliometrije i treninga ponavljanih pravocrtnih sprintova u trajanju od 6 tjedana nisu ponudili statistički značajne razlike u većini varijabli. Trening ponavljanih pravocrtnih sprintova rezultirao je povećanjem vrijednosti (2,1%) u  $RSAb$  nakon programa treninga, kao i trening pliometrije (1,6%), dok razlike među grupama nakon programa treninga nisu zamijećene.  $RSAP$  bilježi nepromijenjene rezultate u finalnom u odnosu na inicijalno testiranje, dok  $RSA\%Sdec$  bilježi poboljšanje od 23% kod treninga ponavljanih pravocrtnih sprintova i 22,1% kod grupe koja je provodila trening pliometrije, s tim da razlike među grupama nisu statistički značajne. Bez promjene u rezultatima u  $RSAb$ ,  $RSAP$  i  $RSA\%dec$  u svom istraživanju bilježe Buchheit i suradnici (2008) u varijabli  $RSAb$  i  $RSAP$  nakon 10 tjedana treninga ponavljanih



sprintova koji se provodio dva puta tjedno u kojemu je realizirano ukupno 184 sprintova. Slične vrijednosti bilježe Nascimento i suradnici (2015) na uzorku futsal igrača koji su provodili program treninga ponavljanih sprintova u trajanju od četiri tjedna u kojemu je realizirano 144 sprinta, ali bilježe 26,2% poboljšanje u varijabli RSA%Sdec. Suarez-Aarones i suradnici (2014) također bilježe nepromijenjene rezultate u najboljem sprintu u testu (oko čunja)  $6 \times 20+20m$ , s 20" pasivne pauze, ali i 25,6% poboljšanja u RSA%Sdec. Najbolje rezultate u RSA<sub>Ab</sub> zabilježeni su u istraživanju Serpiella i suradnika (2011) od 5,5%, dok ih slijede rezultati Mohra i suradnika (2007) od 4%. Serpiello i suradnici (2011) bilježe i veći napredak od Mohra i suradnika (2007) premda su u istraživanju Mohra u programu treninga realizirana ukupno 450 sprintova, dok je kod Serpiella taj broj iznosio 150 sprintova i prijeđenu udaljenost od 3 750 metara, što čini razliku od 67% u većem broju realiziranih sprintova. Isto tako važno je spomenuti da test ponavljanih sprintova koji su primjenjivali nije standardan te je zbog toga teško uspoređivati dobivene rezultate (Bok, 2014). Uspoređujući rezultate dosadašnjih istraživanja s dobivenim rezultatima u ovom istraživanju vidljivo je da je napredak grupe koja je provodila trening ponavljanih sprintova manji u varijablama RSA<sub>p</sub>, RSA<sub>Ab</sub> i RSA%Sdec od onih koja su zabilježena u dosadašnjim istraživanjima (Mohr i sur., 2007), dok je sa druge strane zabilježen sličan trend u varijabli RSA<sub>Ab</sub> i RSA<sub>p</sub> (Nascimento i sur., 2015; Suarez-Aarones., 2014). Nepromijenjene vrijednosti u varijabli RSA<sub>Ab</sub> i RSA<sub>p</sub> kod obje eksperimentalne grupe su logične s obzirom da je dokazana visoka korelacija između maksimalnog sprinta i prosjeka sprintova pri testovima ponavljanih sprintova (Buchheit, 2012). Također, Nascimento i suradnici (2014) navode kako su varijable najbolji sprint i prosječno vrijeme sprintova za vrijeme testa ponavljanih sprintova u korelaciji. U tom prostoru nisu zabilježili poboljšanje u pojedinačnom sprintu te navedeno objašnjavaju statusom treniranosti pojedinaca i navode kako podražaj koji su primjenjivali nije bio dovoljan dug kako bi izazvao neuromuskularni sustav. Kao razlog izostanka moguće je navesti status treniranosti studenata prve godine Kineziološkog fakulteta koji predstavljaju aktivni dio populacije, koji ili ima neke oblike trenažne povijesti i upoznati su s modalitetima treninga koji su korišteni u ovom istraživanju ili su uključeni u program nastave na prvoj godini fakulteta.

Nascimento i suradnici (2014) kao razlog boljeg oporavka nakon eksperimenta navode sami karakter treninga ponavljanih sprintova i njegovu prepokrivajuću funkciju, što će izazvati i pozitivne promjene tijekom homeostaze, učinkovitiju sposobnost puferizacije, što je i vidljivo na vrijednostima koncentracije laktata u finalnom mjerenju koji su ujedno i faktori za koje se smatra da su povezani s ubrzanim procesom oporavka. Istraživanje Buchheita i suradnika (2010) u kojem je trening ponavljanih povratnih sprintova u trajanju od deset tjedana rezultirao boljim vrijednostima u RSAb i RSAP nego trening eksplozivnosti ( $-2.90 \pm 2.1$  vs  $0.08 \pm 3.3\%$ ,  $p=0.04$  i  $2.61 \pm 2.8$  vs  $-0.75 \pm 2.5\%$ ,  $p=0.10$ ) kod profesionalnih nogometaša, predstavlja jedino takvo istraživanje u ovom području.

Nakon provođenja testa za procjenu sposobnosti ponavljanja sprintova subjektivna procjena opterećenja bilježi statistički značajno manje vrijednosti u finalnom u odnosu na inicijalno testiranje kod obje grupe nakon treninga. Nakon programa treninga nisu zabilježene značajne razlike između grupa i ta je promjena (14,5% vs 17,4%) bila slična. Može se zaključiti da su obje grupe nakon programa treninga zapravo povećale svoju toleranciju na umor.

## 5. ZAKLJUČAK

Istraživanje je provedeno s ciljem definiranja razlika u utjecaju treninga pliometrije i treninga ponavljanih sprintova na kondicijsku pripremljenost. Dosadašnja istraživanja prikazivala su različiti trend utjecaja ova dva protokola treninga na kondicijske sposobnosti i različite veličine efekata treninga na te sposobnosti o kojima ovisi uspjeh u sportu, što je ujedno i temeljna postavka ovog istraživanja.

Rezultati testova za procjenu kondicijskih sposobnosti u inicijalnom mjerenju pokazali su u odnosu na sportaše iz navedenih dosadašnjih istraživanja približno jednaku razinu treniranosti te je moguće zaključke ovog istraživanja proširiti i na populaciju sportaša iz sportskih igara.

Iako je moguće primijetiti pozitivan trend promjena, nakon programa treninga nije došlo do statistički značajnih promjena u parametrima za procjenu funkcionalnih sposobnosti mjerenih progresivnim testom opterećenja, čime se odbacuje H1. Vrijeme do otkaza u progresivnom testu opterećenja kod grupe koja je provodila trening pliometrije nije se značajno mijenjalo. Razlog tome može se pripisati nedovoljnim djelovanjem tretmana na kardiovaskularni sustav. S druge strane limitirajući faktor u funkcionalnim sposobnostima mogu biti i faktori eksplozivnosti. Nakon programa treninga  $vVO_{2max}$  i  $vmax$  vrijednosti nisu se značajno mijenjale, izostala je i značajna promjena u koncentraciji laktata nakon tretmana premda se mogu primijetiti trendovi promjena. Izostanak promjena nakon treninga pliometrije moguće je pripisati smanjenu angažmanu metaboličkog sustava prilikom realizacije programa treninga kao i intervala odmora između ponavljanja i serija u programu treninga, a isto tako većim udjelom angažmana neuromuskularne komponente.

Program ponavljanih pravocrtnih sprintova i program pliometrije nisu izazvali statistički značajne razlike u većini varijabli za procjenu motoričkih sposobnosti. Značajna razlika zabilježena je u skoku s pripremom kod grupe koja je provodila trening pliometrije (8,65%), dok je u ostalim varijablama

vidljiv određeni trend napretka, što djelomično odgovara postavljenoj hipotezi H2 da će trening pliometrije proizvesti statistički značajno veći napredak u testovima sprinta, skoku s pripremom i agilnosti. Trening ponavljanih pravocrtnih sprintova ima veći potencijal od treninga pliometrije za unaprijeđenje akceleracije kao i u maksimalnoj brzini trčanja na 25 metara. Može se zaključiti da je ovom povećanju rezultata nakon kratkotrajnog treninga pliometrije (6 - 16 tjedana) zaslužna promjena u napetosti elastičnih komponenata tetiva plantarnih fleksora, povećanog živčanog impulse mišića agonista, poboljšanoj međumišićnoj koordinaciji, promjene u veličini i arhitekturi mišića i promjene u mehanizmima u pojedinačnom mišićnom vlaknu (Marković i Mikulić, 2010). Kao jedan od razloga zašto trening pliometrije utječe na vrijednosti rezultata u skoku s pripremom u odnosu na trening ponavljanih sprintova je i sposobnost treninga pliometrije da izazove hipertrofijske efekte. Poboljšanje unutarumišićne koordinacije navodi se kao jedno od objašnjenja neuralnih adaptacija na trening pliometrije osobito koordinacija faze pred-doskoka i promjena u istezljivosti miotatičkog refleksa (Marković i Mikulić, 2010). Nadalje, trening pliometrije povezan je s većom količinom proizvedene snage (3-5%) u ekstenzorima nogu što je popraćeno većim poprečnim presjekom vastusa lateralis i mišićnih vlakana tipa I (4,4%) i tipa II (7,8%). Trening pliometrije rezultirao je promjenama u jakosti i snazi mišićne mase na bazi neuralnih i mišićnih promjena koje se događaju u tijelu pojedinca.

Trenažni protokoli rezultirali su sličnim vrijednostima u sposobnosti ponavljanja sprintova s nepromjenjenim rezultatima u najboljem sprintu i prosjeku sprintova. U vrijednosti opadanja sprintova zabilježena su poboljšanja rezultata čime je djelomično prihvaćena H3 da će program treninga ponavljanih sprintova proizvesti statistički značajno veći napredak u varijablama testa za procjenu sposobnosti ponavljanja sprintova. Nepromijenjene vrijednosti u varijabli RSAb i RSAP kod obje eksperimentalne grupe je logično s obzirom da je dokazana visoka korelacija između maksimalnog sprinta i prosjeka sprintova pri testovima ponavljanih sprintova

(Buchheit, 2012). Također, Nascimento i suradnici (2014) navode kako su varijable najbolji sprint i prosječno vrijeme sprintova za vrijeme testa ponavljanih sprintova u korelaciji. Kao razlog izostanka moguće je navesti status treniranosti studenata prve godine Kineziološkog fakulteta koji predstavljaju aktivni dio populacije, koji ili ima neke oblike trenažne povijesti i sreo se s modalitetima treninga koji su korišteni u ovom istraživanju ili su uključeni u program nastave koja ih veže na prvoj godini fakulteta.

Nakon šest tjedana treninga pliometrije i moguće je očekivati promjene u eksplozivnoj jakosti donjih ekstremiteta. Osim toga moguće je uočiti i pozitivne trendove u parametru akceleracije i maksimalne brzine kretanja na što ukazuju i rezultati ovog istraživanja. Trening pliometrije rezultirao je većim vrijednostima u eksplozivnoj jakosti u odnosu na trening ponavljanih sprintova nakon provedene analize postotaka među grupama u efektima treninga. Stoga se može i konstatirati da je to modalitet treninga koji će biti opravdaniji za rad na navedenoj sposobnosti, kao što i program ponavljanih sprintova tendira većem poboljšanju u sprintu i testu ponavljanih sprintova od treninga pliometrije radi specifičnosti samih trenažnih podražaja.

## 6. LITERATURA

- Andrzejewski, M., Chmura, J., Pluta, B., Strzelczyk, R., & Kasprzak, A. (2013). Analysis of sprinting activities of professional soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(8), 2134-2140. DOI: 10.1519/JSC.0b013e318279423e
- 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 & Health Research*, 4 (1):35-44. Dostupno na <http://www.journalshr.com/index.php/issues/2012/46-vol-4-n1-january-april-2012/128-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-research4-135-44>
- Asadi, A., Arazi, H., Young, W. B., & de Villarreal, E. S. (2016). The Effects of Plyometric Training on Change-of-Direction Ability: A Meta-Analysis. *International journal of sports physiology and performance*, 11(5), 563-573. DOI: 10.1123/ijsp.2015-0694
- Atan, S. A., Foskett, A., & Ali, A. (2016). Motion analysis of match play in New Zealand U13 to U15 age-group soccer players. *Journal of strength and conditioning research* 30(9), 2416-23. doi: 10.1519/JSC.0000000000001336.
- Bal, B. S., Kaur, P. J., Singh, D., & Bal, B. S. (2011). Effects of a short term plyometric training program of agility in young basketball players. *Brazilian Journal of Biomotricity*, 5(4), 271-278. Dostupno na <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93021532007>
- Bok, D. (2014). *Učinci dva trenážna protokola ponavljanih sprintova na pokazatelje kondicijske pripremljenosti* (doktorska disertacija). Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb
- 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 & Conditioning Research*, 29(8), 2351-2360. DOI: 10.1519/JSC.0000000000000877
- Bishop, D., Girard, O. & Mendez-Villanueva, A. (2011). Repeated sprint ability – Part 2. Recommendations for training. *Sports Medicine*, 41(9), 741-756. DOI: 10.2165/11590560-000000000-00000
- Blattner, S. E., & Noble, L. (1979). Relative effects of isokinetic and plyometric training on vertical jumping performance. *Research Quarterly. American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance*, 50(4), 583-588.
- Bravo, D. F., Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Castagna, C., Bishop, D., & Wisloff, U. (2008). Sprint vs. interval training in football. *International journal of sports medicine*, 29(08), 668-674. DOI: 10.1055/s-2007-989371

- Buchheit, M., Laursen, P.B. & Ahmaidi (2007). Parasympathetic reactivation after repeated sprint exercise. *American Journal of Physiology – Heart and Circulatory Physiology*, 293, H133-H141. DOI: 10.1152/ajpheart.00062.2007
- Buchheit, M., Millet, G., Parisy, A., Pourchez, S., Laursen, P., & Ahmaidi, S. (2008). Supramaximal training and postexercise parasympathetic reactivation in adolescents. *Medicine+ Science in Sports+ Exercise*, 40(2), 362. DOI: 10.1249/mss.0b013e31815aa2ee
- Buchheit, M., Laursen, P. B., Kuhnle, J., Ruch, D., Renaud, C., & Ahmaidi, S. (2009). Game-based training in young elite handball players. *International journal of sports medicine*, 30(04), 251-258. DOI: 10.1055/s-0028-1105943
- Buchheit, M., Al Haddad, H., Millet, G.P., Lepretre, P.M., Newton, M. & Ahmaidi, S. (2009a). Cardiorespiratory and cardiac autonomic responses to 30-15 intermittent fitness test in team sport players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(1), 93-100. DOI: 10.1519/JSC.0b013e31818b9721
- Buchheit, M., Cormie, P., Abbiss, C.R., Ahmaidi, S., Nosaka, K.K. & Laursen, P.B. (2009b). Muscle deoxygenation during repeated sprint running: effect of active vs. passive recovery. *International Journal of Sports Medicine*, 30, 418-425. DOI: 10.1055/s-0028-1105933
- Buchheit, M., Mendez-Villanueva, A., Delhomel, G., Brughelli, M., & Ahmaidi, S. (2010). Improving repeated sprint ability in young elite soccer players: repeated shuttle sprints vs. explosive strength training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(10), 2715-2722. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3181bf0223
- Buchheit, M., Mendez-Villanueva, A., Simpson, B.M. & Bourdon, P.C. (2010d). Repeated-sprint sequences during youth soccer matches. *International Journal of Sports Medicine*, 31, 709-716. DOI: 10.1055/s-0030-1261897
- Buchheit, M. (2012a). Should we be recommending repeated sprints to improve repeated sprint performance? *Sports Medicine*, 42(2), 169-173. DOI: 10.2165/11598230-000000000-00000
- Buchheit, M. (2012b). Repeated-sprint performance in team sport players: Associations with measures of aerobic fitness, metabolic control and locomotor function. *International Journal of Sports Medicine*, 33, 230-239. DOI: 10.1055/s-0031-1291364
- Buchheit, M., Simpson, B. M., & Mendez-Villanueva, A. (2013). Repeated high-speed activities during youth soccer games in relation to changes in maximal sprinting and aerobic speeds. *International journal of sports medicine*, 34(01), 40-48. DOI: 10.1055/s-0032-1316363
- Buchheit, M. & Laursen, P.B. (2013b). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle. Part 2: Anaerobic energy, neuromuscular load and practical

applications. *Sports Medicine*, 43(7), Published ahead of print. DOI: 10.1007/s40279-013-0066-5

- Campo, S. S., Vaeyens, R., Philippaerts, R. M., Redondo, J. C., de Benito, A. M., & Cuadrado, G. (2009). Effects of lower-limb plyometric training on body composition, explosive strength, and kicking speed in female soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(6), 1714-1722. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3181b3f537
- Conte, D., Favero, T. G., Lupo, C., Francioni, F. M., Capranica, L., & Tessitore, A. (2015). Time-motion analysis of Italian elite women's basketball games: Individual and team analyses. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(1), 144-150. DOI: 10.1519/JSC.0000000000000633
- Dwyer, D. B., & Gabbett, T. J. (2012). Global positioning system data analysis: Velocity ranges and a new definition of sprinting for field sport athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(3), 818-824. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3182276555
- Fernandez-Fernandez, J., Zimek, R., Wiewelhove, T. & Ferrauti, A. (2012). High intensity interval training vs. repeated sprint training in tennis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(1), 53-62. doi: 10.1519/JSC.0b013e318220b4ff.
- Fernandez-Fernandez, J., Sanz-Rivas, D., Saes de Villarreal, E., & Moya, M. (2015). The effects of 8-week plyometric training on physical performance in young tennis players. *Pediatric Exercise Science*, 28(1), 77-86. DOI: 10.1123/pes.2015-0019
- Ferrari Bravo, D., Impellizzeri, F.M., Rampinini, E., Castagna, C., Bishop, D. & Wisloff, U. (2008). Sprint vs. interval training in football. *International Journal of Sports Medicine*, 29, 668-674. DOI: 10.1055/s-2007-989371
- Ferro, A., Villaceros, J., Floría, P., & Graupera, J. L. (2014). Analysis of speed performance in soccer by a playing position and a sports level using a laser system. *Journal of human kinetics*, 44(1), 143-153. doi: 10.2478/hukin-2014-0120
- Galvin, H. M., Cooke, K., Sumners, D. P., Mileva, K. N., & Bowtell, J. L. (2013). Repeated sprint training in normobaric hypoxia. *British journal of sports medicine*, 47(Suppl 1), i74-i79. doi: 10.1136/bjsports-2013-092826
- Girard, O., Mendez-Villanueva, A. & Bishop, D. (2011). Repeated-sprint ability – part Factors contributing to fatigue. *Sports Medicine*, 41(8), 673-694. doi: 10.2165/11590550-000000000-00000.
- Glaister, M. (2005). Multiple sprint work: Physiological responses, mechanisms of fatigue and the influence of aerobic fitness. *Sports Medicine*, 35(9), 757-777.
- Goto, H., Morris, J. G., & Nevill, M. E. (2015). Motion analysis of U11 to U16 elite English Premier League Academy players. *Journal of sports sciences*, 33(12), 1248-1258. doi: 10.1080/02640414.2014.999700



- Goto, H., Morris, J. G., & Nevill, M. E. (2015). Match analysis of U9 and U10 English premier league academy soccer players using a global positioning system: Relevance for talent identification and development. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(4), 954-963. doi: 10.1519/JSC.0b013e3182a0d751.
- Häkkinen, K., Komi, P. V., & Alen, M. (1985). Effect of explosive type strength training on isometric force-and relaxation-time, electromyographic and muscle fibre characteristics of leg extensor muscles. *Acta Physiologica*, 125(4), 587-600. DOI: 10.1111/j.1748-1716.1985.tb07759.x
- Hammami, M., Negra, Y., Aouadi, R., Shephard, R. J., & Chelly, M. S. (2016). Effects of an In-season Plyometric Training Program on Repeated Change of Direction and Sprint Performance in the Junior Soccer Player. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(12), 3312-3320. DOI: 10.1519/JSC.0000000000001470
- Hermassi, S., Gabbett, T. J., Ingebrigtsen, J., van den Tillaar, R., Chelly, M. S., & 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 Sports Science & Coaching*, 9(5), 1205-1216. doi.org/10.1260/1747-9541.9.5.1205
- Hoffmann Jr, J. J., Reed, J. P., Leiting, K., Chiang, C. Y., & Stone, M. H. (2014). Repeated sprints, high-intensity interval training, small-sided games: Theory and application to field sports. *International journal of sports physiology and performance*, 9(2), 352-357. doi: 10.1123/ijsp.2013-0189.
- 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. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(2), 368-377. doi: 10.1519/JSC.0000000000001094.
- Jeffereys, M., De Ste Croix, M.B.A., Lloyd, R.S., Oliver, J.L., Huges, J.D. (2017). The effect of varying plyometric volume on stretch-shortening cycle capability in collegiate male rugby players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, DOI: 10.1519/JSC.0000000000001907
- Johnson, B. A., Salzberg, C. L. & Stevenson, D.A. (2011). A systematic review: plyometric training programs for young children. *Journal of Strength and Conditioning Research* 25(9), 2623-2633. doi: 10.1519/JSC.0b013e318204caa0.
- Krustrup, P., Mohr, M., Nybo, L., Jensen, J.M., Nielsen, J.J. & Bangsbo, J. (2006). The yo-yo IR2 test: physiological response, reliability, and application to elite soccer. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38(9), 1666-1673. DOI: 10.1249/01.mss.0000227538.20799.08
- Lloyd, R. S., Radnor, J. M., Croix, M. B. D. S., Cronin, J. B., & Oliver, J. L. (2016). Changes in Sprint and Jump Performances After Traditional, Plyometric, and Combined

Resistance Training in Male Youth Pre-and Post-Peak Height Velocity. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(5),

- 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.
- Markovic, G., & Mikulic, P. (2010). Neuro-musculoskeletal and performance adaptations to lower-extremity plyometric training. *Sports medicine*, 40(10), 859-895.
- Markovic, G., Jukic, I., Milanovic, D., & Metikos, D. (2007). Effects of sprint and plyometric training on muscle function and athletic performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(2), 543-549.
- Meylan, C., & Malatesta, D. (2009). Effects of in-season plyometric training within soccer practice on explosive actions of young players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(9),
- Miller, M. G., Herniman, J. J., Ricard, M. D., Cheatham, C. C., & Michael, T. J. (2006). The effects of a 6-week plyometric training program on agility. *Journal of Sports Science and Medicine*, 5(3), 459-465.
- Monsef Cherif, M. S., Chaatani, S., Nejlaoui, O., Gomri, D., & Abdallah, A. (2012). The effect of a combined high-intensity plyometric and speed training program on the running and jumping ability of male handball players. *Asian journal of sports medicine*, 3(1), 21.
- Nakamura, F. Y., Pereira, L. A., Loturco, I., Rosseti, M., Moura, F. A., & Bradley, P. S. (2016). Repeated-sprint sequences during female soccer matches using fixed and individual speed thresholds. *Journal of strength and conditioning research*.
- Nakamura, F.Y., Soares-Caldeira, L.F., Laursen, P.B., Polito, M.D., Leme, L.C., & Buchheit, M. (2009). Cardiac autonomic responses to repeated shuttle sprints. *International Journal of Sports Medicine*, 30, 808-813.
- Negra, Y., Chaabene, H., Stöggl, T., Hammami, M., Chelly, M. S., & Hachana, Y. (2016). Effectiveness and time-course adaptation of resistance training vs. plyometric training in prepubertal soccer players. *Journal of Sport and Health Science* [in press]. doi.org/10.1016/j.jshs.2016.07.008
- Oliver, J. L. (2009). Is a fatigue index a worthwhile measure of repeated sprint ability? *Journal of Science and medicine in Sport*, 12(1), 20-23. DOI: 10.1016/j.jsams.2007.10.010
- 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. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(10), 2888-2894. doi: 10.1519/JSC.0000000000000541.

- Paavolainen, L., Häkkinen, K., Hämmäläinen, I., Nummela, A., & Rusko, H. (1999). Explosive-strength training improves 5-km running time by improving running economy and muscle power. *Journal of applied physiology*, 86(5), 1527-1533. DOI: 10.1152/jappl.1999.86.5.1527
- Pareja-Blanco, F., Suarez-Arrones, L., Rodríguez-Rosell, D., López-Segovia, M., Jiménez-Reyes, P., Bachero-Mena, B., & González-Badillo, J. J. (2016). Evolution of Determinant Factors of Repeated Sprint Ability. *Journal of Human Kinetics*, 54(1), 115-126. doi: 10.1515/hukin-2016-0040
- Póvoas, S. C., Seabra, A. F., Ascensão, A. A., Magalhães, J., Soares, J. M., & Rebelo, A. N. (2012). Physical and physiological demands of elite team handball. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(12), 3365-3375. DOI: 10.1519/JSC.0b013e318248ae
- Rameshkannana, S., & Chittibabub, B. (2014). Effect of Plyometric Training on Agility Performance of Male Handball Players. *International Journal of Physical Education, Fitness and Sports*, 3(4), 72-76.
- 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. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(5), 1317-1328. doi: 10.1519/JSC.0000000000000762.
- Ramírez-Campillo, R., Gallardo, F., Henríquez-Olguín, C., Meylan, C. M., Martínez, C., Álvarez, C., ... & Izquierdo, M. (2015). Effect of vertical, horizontal, and combined plyometric training on explosive, balance, and endurance performance of young soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(7), 1784-1795. doi: 10.1519/JSC.0000000000000827.
- 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 Sport*, 19(8), 682-687. doi: 10.1016/j.jsams.2015.10.005.
- Ramírez-Campillo, R., Meylan, C., Álvarez, C., Henríquez-Olguín, C., Martínez, C., Cañas-Jamett, R., ... & Izquierdo, M. (2014). Effects of in-season low-volume high-intensity plyometric training on explosive actions and endurance of young soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(5), 1335-1342. doi: 10.1519/JSC.0000000000000284.
- Ramírez-Campillo, R., Meylan, C. M., Álvarez-Lepín, C., Henríquez-Olguín, C., Martínez, C., Andrade, D. C., ... & Izquierdo, M. (2015). The effects of interday rest on adaptation to 6 weeks of plyometric training in young soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(4), 972-979. doi: 10.1519/JSC.0000000000000283.

- Ramírez-Campillo, R., Vergara-Pedrerros, M., Henríquez-Olguín, C., Martínez-Salazar, C., Alvarez, C., Nakamura, F. Y., ... & Izquierdo, M. (2016). Effects of plyometric training on maximal-intensity exercise and endurance in male and female soccer players. *Journal of sports sciences*, *34*(8), 687-693. doi: 10.1080/02640414.2015.1068439.
- Ross, A., Gill, N., & Cronin, J. (2015). The match demands of international rugby sevens. *Journal of sports sciences*, *33*(10), 1035-1041. doi: 10.1080/02640414.2014.979858.
- Saward, C., Morris, J. G., Nevill, M. E., Nevill, A. M., & Sunderland, C. (2015). Longitudinal development of match-running performance in elite male youth soccer players. *Scandinavian journal of medicine & science in sports* *26*(8), 933-42. doi: 10.1111/sms.12534.
- Serpiello, F. R., McKenna, M. J., Stepto, N. K., Bishop, D. J., & Aughey, R. J. (2011). Performance and physiological responses to repeated-sprint exercise: a novel multiple-set approach. *European journal of applied physiology*, *111*(4), 669-678. DOI: 10.1007/s00421-010-1687-0
- Söhnlein, Q., Müller, E., & Stöggl, T. L. (2014). The effect of 16-week plyometric training on explosive actions in early to mid-puberty elite soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *28*(8), 2105-14. doi: 10.1519/JSC.0000000000000387.
- Spencer, M., Bishop, D., Dawson, B., & Goodman, C. (2005). Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities. *Sports Medicine*, *35*(12), 1025-1044.
- Spurrs, R. W., Murphy, A. J., & Watsford, M. L. (2003). The effect of plyometric training on distance running performance. *European journal of applied physiology*, *89*(1), 1-7. DOI: 10.1007/s00421-002-0741-y
- Turner, A. M., Owings, M., & Schwane, J. A. (2003). Improvement in running economy after 6 weeks of plyometric training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *17*(1), 60-67.
- Vescovi, J. D., & Frayne, D. H. (2015). Motion characteristics of division I college field hockey: Female athletes in motion (FAiM) study. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *10*(4), 476-81. DOI: 10.1123/ijsp.2014-0324
- 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. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *29*(7), 1894-1903. doi: 10.1519/JSC.0000000000000838.
- de Villarreal, E. S., Requena, B., & Cronin, J. B. (2012). The effects of plyometric training on sprint performance: a meta-analysis. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *26*(2), 575-584. DOI: 10.1519/JSC.0b013e318220fd03

Wehbe, G. M., Hartwig, T. B., & Duncan, C. S. (2014). Movement analysis of Australian national league soccer players using global positioning system technology. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(3), 834-842. doi: 10.1519/JSC.0b013e3182a35dd1.

## ŽIVOTOPIS

Ivan Krakan rođen je u Livnu, 14. svibnja 1986. godine. Srednju školu polazio je u Općoj gimnaziji Tomislavgrad, a maturirao je 2004. godine. 2005. godine postaje student Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, na kojem diplomira 2011. godine. Od 2012. godine znanstveni je novak na Kineziološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu na predmetu Osnovne kineziološke transformacije. Iste godine upisuje Poslijediplomski doktorski studij na Kineziološkom fakultetu.

Od 2010. godine sudjeluje u provedbi programa kondicijske pripreme sportaša na individualnoj, klupskoj i reprezentativnoj razini. Radio je kao kondicijski trener u NK Dinamo, NK Sesvete, NK Rudeš te u nogometnoj U-17, U-19 i A reprezentaciji Hrvatske. Također, individualno je radio s velikim brojem sportaša, a trenutno je kondicijski trener U-21 nogometne reprezentacije Hrvatske.

Dobitnik je međunarodnih znanstvenih nagrada, a od početka studija do danas autor je ili koautor više od trideset znanstvenih i stručnih radova. U radovima najviše se bavi istraživanjem karakteristika pripremljenosti i učinaka programiranog kondicijskog treninga nogometaša.