



UNIVERZITET U NIŠU
FAKULTET SPORTA I FIZIČKOG VASPITANJA

Nikola S. Prvulović

**EFEKTI PLIOMETRIJSKIH PROGRAMA
NA BIOMEHANIČKE PARAMETRE
SPORTISTKINJA**

DOKTORSKA DISERTACIJA

Tekst ove doktorske disertacije stavlja se na uvid javnosti,
u skladu sa članom 30., stav 8. Zakona o visokom obrazovanju
("Sl. glasnik RS", br. 76/2005, 100/2007 – autentično tumačenje, 97/2008, 44/2010, 93/2012,
89/2013 i 99/2014)

NAPOMENA O AUTORSKIM PRAVIMA:

Ovaj tekst smatra se rukopisom i samo se saopštava javnosti (član 7. Zakona o autorskim i
srodnim pravima, "Sl. glasnik RS", br. 104/2009, 99/2011 i 119/2012).

**Nijedan deo ove doktorske disertacije ne sme se koristiti ni u kakve svrhe,
osim za upoznavanje sa njenim sadržajem pre odbrane disertacije.**

Niš, 2024.



UNIVERZITET U NIŠU
FAKULTET SPORTA I FIZIČKOG VASPITANJA

Nikola S. Prvulović

**EFEKTI PLIOMETRIJSKIH PROGRAMA
NA BIOMEHANIČKE PARAMETRE
SPORTISTKINJA**

DOKTORSKA DISERTACIJA

Niš, 2024.



UNIVERSITY OF NIŠ

FACULTY OF SPORT AND PHYSICAL EDUCATION

Nikola S. Prvulović

**THE EFFECTS OF PLYOMETRIC
PROGRAMS ON THE BIOMECHANICAL
PARAMETERS OF FEMALE ATHLETES**

DOCTORAL DISSERTATION

Niš, 2024.

Komisija za ocenu i odbranu:

1. _____
Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja Univerziteta u Nišu, *mentor*

2. _____
Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja Univerziteta u Nišu, *predsednik*

3. _____
Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja Univerziteta u Nišu, *član*

4. _____
Fakultet sportskih nauka Univerziteta u Ljubljani, Slovenija *član*

5. _____
Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja Univerziteta u Novom Sadu, *član*

1. Podaci o doktorskoj disertaciji

Mentor:

Prof. Dr Ratko Stanković, redovni profesor Univerziteta u Nišu,
Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja

Naslov:

EFEKTI PLIOMETRIJSKIH PROGRAMA NA BIOMEHANIČKE
PARAMETRE SPORTISTKINJA

Sažetak:

Cilj istraživanja bio je da se utvrde efekti šestonedeljnih pliometrijskih programa vežbanja na biomehaničke parametre sportistkinja, i utvrđivanje razlika efekata. U istraživanju je učestvovalo 20 ispitanica iz tri različita sporta (atletika, odbojka i košarka), koje su bile podeljene u dve eksperimentane (E) grupe. U E1 grupi (n-10, 17.00±.94 godina), i u E2 grupi (n-10, 16.90±1.10 godina). E1 grupa je pored pliometrijskih vežbi trenirala sa vežbama baziranim na ekscentričnim kontrakcijama-doskocima, a E2 grupa sa vežbama baziranim sa koncentričnim kontrakcijama-skokom iz čučnja. Za izjednačavanje grupa na inicijalnom merenju korišćeni su parametri telesne kompozicije i morfološke karakteristika (BH, BM, BMI, Lean body mass, SMM, FFM, i InBodyScore). Za utvrđivanje biomehaničkih parametara i eksplozivne snage korišćeni su vertikalni CMJ i horizontalni HJ test. Analizirane su relativne vrednosti kinetičkih parametara iz pojedinačnih faza skoka, i celog skoka. Prikupljeni su i kinematički parametri iz sagitalne ravni kod CMJ i HJ, i iz frontalne ravni kod CMJ. Korišćeni su i pet TMG parametra (Tc, Ts, Tr i Td i Dm). Analizirana su šest mišića donjih ekstremiteta obe noge, (mišić Vastus lateralis, Vastus medialis, Biceps femoris, Semitendinosus, Gastrocnemius lateralis i Gastrocnemius medialis). Parametri procene brzine bila su rezultati vremena sprint testa na 10m i 20m. Za utvrđivanje razlika između inicijalnog i finalnog merenja za obe E grupe korišćen je T-test. Multivarijantnom analizom varijanse ponovljenih merenja određivane su razlike između inicijalnog i finalnog merenja E1 i E2 grupe. Metoda multivarijantna analiza kovarijanse korišćena je za utvrđivanje efekta. Rezultati su pokazali nepostojanje razlika između grupa na inicijalnom merenju, dok razlike postoje na finalnom. Oba programa značajno su poboljšala eksplozivnu snagu, brzinu i biomehaničke parametre. Na osnovu rezultata razlika efekata zaključuje se da pliometrijski program sa ekscentričnim kontrakcijama-doskocima dovodi do većih efekata u visini CMJ i dužini NJ skoka kao i boljim vremenima dužoj deonici sprint testa na 20m ($p < .05$). Delimične razlike se uočavaju u kinetičkim parametrima pojedinačnih faza oba test skoka, kao i niža pozicija u zglobu kuka prilikom CMJ skoka koja je dovela i do boljih kontraktivnih sposobnosti mišići opružača leve potkolenice Vastus lateralis i Vastus medialis, pregibača desne potkolenice Biceps femoris, i opružača desnog stopala Gastrocnemius medialis. Razlog ovakvim TMG rezultatima nije u potpunosti jasan.

Naučna oblast: **Fizičko vaspitanje i sport**

Naučna
disciplina:

Naučne discipline u sportu i fizičkom vaspitanju

Ključne reči:

**plimetrija, biomehanika, kinetika, kinematika, tenziomiografija,
brzina, eksplozivna snaga, atletika, košarka, odbojka.**

UDK:

CERIF
klasifikacija:

C 273

Tip licence
Kreativne
zajednice:

CCBY-NC-ND

1. Data on Doctoral Dissertation

Doctoral
Supervisor:

Prof. Dr Ratko Stanković, Full Professor, University of Niš, Faculty of Sport

Title:

**EFFECTS OF PLYOMETRIC PROGRAMS ON
BIOMECHANICAL PARAMETERS OF FEMALE ATHLETES**

Abstract:

The aim of the study was to determine the effects of six-week plyometric exercise programs on the biomechanical parameters of female athletes, and to determine the differences in the effects. 20 subjects from three different sports (athletics, volleyball and basketball) participated in the research, and they were divided into two experimental (E) groups. In the E1 group (n-10, 17.00±.94 years), and in the E2 group (n-10, 16.90±1.10 years). In addition to plyometric exercises, the E1 group trained with exercises based on eccentric contractions-depth landings, and the E2 group with exercises based on concentric contractions-squat jumps. Body composition parameters and morphological characteristics were used to equalize the groups at the initial measurement (BH, BM, BMI, Lean body mass, SMM, FFM, and InBodyScore). Vertical CMJ and horizontal HJ test were used to determine biomechanical parameters and explosive strength. The relative values of the kinetic parameters from the individual phases of the jump and the entire jump were analyzed. Kinematic parameters were also collected from the sagittal plane at CMJ and HJ, and from the frontal plane at CMJ. Five TMG parameters (Tc, Ts, Tr and Td and Dm) were also used. Six muscles of the lower extremities of both legs were analyzed, (muscle Vastus lateralis, Vastus medialis, Biceps femoris, Semitendinosus, Gastrocnemius lateralis and Gastrocnemius medialis). The speed evaluation parameters were the results of the sprint test time at 10m and 20m. T-test was used to determine the differences between the initial and final measurements for both E groups. Multivariate analysis of the variance of repeated measurements determined the differences between the initial and final measurements of the E1 and E2 groups. The multivariate analysis of covariance method was used to determine the effects. The results showed that there were no differences between the groups at the initial measurement, while there were differences at the final one. Both programs significantly improved explosive power, speed and biomechanical parameters. Based on the results of the differences in effects, it is concluded that the plyometric program with eccentric contractions-depth landings leads to greater effects in the height of the CMJ and the length of the HJ jump as well as better times in the longer part of the 20m sprint test ($p < .05$). Partial differences are observed in the kinetic parameters of the individual phases of both test jumps, as well as the lower position of the hip joint during the CMJ jump which led to better contractile abilities of the muscles of the left lower leg extensor Vastus lateralis and Vastus medialis, right leg flexor Biceps femoris, and extensor of the right foot Gastrocnemius medialis. The reason for such TMG results is not entirely clear.

ScientificField: **Physical education and sports**
Scientific
Discipline: **Scientific disciplines in sports and physical education**

Key words: **plyometrics, biomechanics, kinetics, kinematics, tensiomyography, speed, explosive power, athletics, basketball, volleyball.**

UDC:

CERIF
Classification: **S 273**

Creative
Commons
License Typ: **CCBY-NC-ND**

NAUČNI DOPRINOS DOKTORSKE DISERTACIJE

EFEKTI PLIOMETRIJSKIH PROGRAMA NA BIOMEHANIČKE PARAMETRE SPORTISTKINJA

Razvoj brzine i eksplozivne snage kroz pravilan trenažni proces i program vežbanja je jedan od najbitnijih segmenta u postizanju sportskih dostignuća u velikom broju različitih sportova. Pliometrijski način vežbanja je uveliko poznat kao osnov svakog trenažnog procesa razvoja motoričkih sposobnosti donjih ekstremiteta sportista, i kao takav ostavlja prostor za kombinovanje i stvaranje bržih i boljih načina razvoja brzine i eksplozivne snage. Rezultati doktorske disertacije potvrđuju to i ogledaju se u novom eksperimentalnom pristupu favorizovanja pseudopliometrijske vežbe doskoka bazirane na ekscentričnim kontrakcijama u kombinaciji sa pliometrijskim vežbama za postizanje maksimalnog iskorišćenja uložene truda i napretka za uloženi vremenski period treniranja. Originalni naučno-teorijski doprinos i praktična primena doktorske disertacije jeste iskorišćenje prednosti aktivacije neuromišićnog sklopa ekscentričnim vežbama sa nevoljnim maksimalnim kontrakcijama koje u kombinaciji sa pliometrijskim načinom vežbanja daju najveći napredak razvoja motoričkih sposobnosti brzine i eksplozivne snage donjih ekstremiteta. Naučni doprinos ogleda se i u novim rezultatima koje dopunjuju dosadašnja saznanja o razlici i efektima između vežbi koje su bazirane na koncentričnim i ekscentričnim kontrakcijama na odbojkašice, košarkašice i atletičarke juniorskog uzrasta.

SCIENTIFIC CONTRIBUTION OF DOCTORAL DISSERTATION

THE EFFECTS OF PLYOMETRIC PROGRAMS ON THE BIOMECHANICAL PARAMETERS OF FEMALE ATHLETES

Speed and explosive strength development through proper training regime and exercise program is one of the most important segments in achievement of sport accomplishments in vast number of different sports. The plyometric method of exercise is widely known as the basis of every training process for the motoric ability development of the lower extremities of athletes, and as such leaves room for combining and creating faster and better methods for speed and explosive strength development. Results of doctoral dissertation confirm that and reflected in the new experimental approach of favoring the pseudo-plyometric depth-landing exercise based on eccentric contractions in combination with plyometric exercises to achieve the maximum utilization of the invested effort and progress for the invested time period of training. Original scientific-theoretical contribution and practical application of the doctoral dissertation is taking advantage of the neuromuscular system activation by the eccentric exercises with maximal unwilling contraction which are in combination with the plyometric method of training give largest progress of motoric ability development of the speed and explosive strength of the lower extremities. Scientific contribution is also reflected in new results which complement the previous knowledge about the difference and effects between exercises based of the concentric and eccentric contractions on female volleyball, basketball and junior athletes.

ZAHVALNICA

U ovom poglavlju doktorske disertacije želim da se posebno zahvalim svim Profesorima, trenerima, sportskim radnicima, prijateljima i porodici koji su mi dali preko potrebno znanje, snagu, volju i istrajnost u svemu počevši od stvaranja same ideje za pisanje projekta doktorske disertacije pa sve do finalne verzije doktorske disertacije koja predstavlja jedan trajni trag zahvalnosti svima.

Zahvaljujem se Prof. Dr Ratku Stankoviću, mom mentoru koji je svojim znanjem, strpljenjem i stručnim savetima omogućio da prevaziđemo sve probleme i nedoumice tokom pisanja i izrade doktorske disertacije.

Zahvaljujem se svim članovima naučne komisije, Prof. Dr Saši Bubnju, Prof. Dr Saši Panteliću, Prof. Dr Borislavu Obradoviću i Prof. Dr Milanu Čohu koji su svi doprineli u različitim delovima tokom izrade i pisanja doktorske disertacije na svoj originalni i naučni pristup koji su imali samnom. Svojim znanjem, iskustvom, stručnim i konstruktivnim savetima, kao i pravim pitanjima doprineli su da se doktorska disertacija usavrši do završne verzije. Svako je na svoj način i pedagoškim pristupom dao dodatni motiv u prevazilaženju svakog problema koji se nailazio tokom šisanja i izrade doktorske disertacije.

Posebnu zahvalnost upućujem Prof. Dr Saši Panteliću koji je stalnim i pravilnim savetima ispravljao i sitne detalje koji su ono malo što odvaja pametna od mudra rešenja prilikom rešavanja problema i pisanja doktorske disertacije.

Takođe, nazaobilazni i veliki naučnik ali još veći čovek, Prof. Dr Milan Čoh je zaslužio ogromnu moju zahvalnost za sve stručne savete, smernice ali i preko potrebnu hrabrost i podsticaj da se sa nesvakidašnjom idejom eksperimentalnog istraživanja upustimo i pretvorimo u doktorsku disertaciju koja je dala relativno veliki doprinos naučnoj zajednici i praktičnu primenu.

Posebnu zahvalnost dugujem kolegama iz Centra izuzetne vrednosti za ishranu i metabolizam, Instituta za medicinska istraživanja Univerziteta u Beogradu, i rukovodiocu Centra Dr Vesni Vučić, naučnom savetniku, koji su mi omogućili da u Centru izvršim potrebna merenja na TMG aparatu, a koja su deo ove doktorske disertacije. Uspešna saradnja sa Centrom rezultirala je mojim uključenjem u Grupu za nutritivnu biohemiju i dijetologiju Instituta.

Posebnu zahvalnost dugujem mojoj porodici i prijateljima koji su mi pomogli da krenem u izradi doktorske disertacije i istrajem do samog kraja.

Na samom kraju, stvaranje ideje koja se kasnije pretoči u doktorsku disertaciju ima najveći značaj i težinu a ja sam svoju dobio kroz dugogdišnje bavljenja atletikom i učenja tajni sporta i sportskog treninga od svog prvog trenera, mog oca.

POSVETA

Doktorsku disertaciju i celi njen doprinos koji će ostaviti iza sebe posvećujem svojoj porodici,
mom ocu Slavoljubu, majci Zorici, supruzi Anji i sinu Mateji koji su mi bili stub i izvor
energije i ljubavi.

LISTA SKRAĆENICA

Skraćenice za morfološke parametre

BH - telesna visina

BM - telesna masa

BMI - indeks telesne mase (eng. Body Mass Index)

Skraćenice za tenziomiografske parametre

Td - početno vreme kašnjenja

Ts - vreme trajanja kontrakcije

Tr - polovina vremena opuštanja, Tc - vreme kontrakcije

Dm - maksimalna amplituda radijalnog pomeranja

EMG - Elektromiografija

TMG - Tenziomiografija

Skraćenice za kinetičke parametre

F - sila (N)

S - dužina (m)

T - sekunda (s)

P - snaga (W)

V - brzina (m/s)

Opšte skraćenice

kg - kilogram

m - metar

cm – centimetar

mm – milimetar

ms – milisekunda

CNS - centralni nervni sistem

CMJ - skok iz počučnja

HJ - horizontalni skok u dalj iz mesta

SJ - skok iz čučnja

SADRŽAJ

NAUČNI DOPRINOS DOKTORSKE DISERTACIJE	9
ZAHVALNICA	10
POSVETA	11
LISTA SKRAĆENICA	12
SADRŽAJ	13
LISTA TABELA	16
LISTA FIGURA	20
1. UVOD.....	22
1.1. Karakteristike mišića	31
1.2. Definisanost pojmova	39
2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA.....	45
2.1. Kriterijumi za uključivanje	45
2.1.1. Vrsta studije	45
2.1.2. Uzorak ispitanika	45
2.1.3. Vrsta intervencije	46
2.1.4. Vrsta izlaznih rezultata.....	46
2.2. Kriterijumi za isključivanje	46
2.3. Kritički osvrt na dosadašnja istraživanja	61
3. PREDMET I PROBLEM ISTRAŽIVANJA.....	64
4. CILJ I ZADACI ISTRAŽIVANJA	65
5. HIPOTEZE.....	67
6. METOD ISTRAŽIVANJA	68
6.1. Uzorak ispitanika.....	68
6.2. Uzorak mernih instrumenata.....	68
6.3. Uzorak mernih instrumenata za procenu morfoloških karakteristika	69
6.4. Uzorak mernih instrumenata za procenu telesne kompozicije	69
6.5. Uzorak mernih instrumenata za procenu biomehaničkih parametara.....	70
6.5.1. Test procene eksplozivne snage	71
6.6. Uzorak mernih instrumenata za procenu brzine	72
6.6.1. Test procene brzine	72
6.6.2. Organizacija merenja	73
6.7. Eksperimentalni program.....	73
6.8. Metode obrade podataka.....	74
7. REZULTATI.....	76
7.1. Deskriptivni parametri telesne kompozicije i morfoloških karakteristika	76
7.1.1. Osnovni deskriptivni parametri testova za procenu morfoloških karakteristika i telesne kompozicije ispitanika na inicijalnom merenju.....	76
7.2. Deskriptivni biomehanički parametri na inicijalnom merenju	77
7.2.1. Osnovni deskriptivni parametri testa CMJ za procenu eksplozivne snage na inicijalnom merenju- kinetički parametari	77
7.2.2. Osnovni deskriptivni parametri testa NJ na inicijalnom merenju - kinetički parametari	78
7.2.3. Osnovni deskriptivni parametri testa CMJ za procenu eksplozivne snage na inicijalnom merenju- kinematički parametari	79
7.2.4. Osnovni deskriptivni parametri testa NJ na inicijalnom merenju- kinematički parametari	80

7.2.5.	Osnovni deskriptivni parametri tenziomiografskih parametara na inicijalnom merenju	81
7.2.6.	Osnovni deskriptivni parametri sprint testa na 10 m i 20 m za procenu brzine na inicijalnom merenju	89
7.3.	Deskriptivni biomehantički parametri na finalnom merenju	89
7.3.1.	Osnovni deskriptivni parametri testa CMJ za procenu eksplozivne snage na finalnom merenju- kinetički parametri	89
7.3.2.	Osnovni deskriptivni parametri testa NJ za procenu eksplozivne snage na finalnom merenju- kinetički parametri	91
7.3.3.	Osnovni deskriptivni parametri testa CMJ za procenu eksplozivne snage na finalnom merenju- kinematički parametri	92
7.3.4.	Osnovni deskriptivni parametri testa NJ za procenu eksplozivne snage na finalnom merenju- kinematički parametri	92
7.3.5.	Osnovni deskriptivni parametri tenziomiografskih parametara na finalnom merenju	93
7.3.6.	Osnovni deskriptivni parametri sprint testa na 10 m i 20 m za procenu brzine na finalnom merenju	100
7.4.	Razlike između E1 i E2 grupe na inicijalnom merenju	101
7.4.1.	Razlike između E1 i E2 grupe u morfološkim karakteristikama i parametrima telesne kompozicije na inicijalnom merenju	101
7.4.2.	Razlike između E1 i E2 grupe u kinetičkim parametrima CMJ testa na inicijalnom merenju	102
7.4.3.	Razlike između E1 i E2 grupe u kinetičkim parametrima NJ testa na inicijalnom merenju	103
7.4.4.	Razlike između E1 i E2 grupe u kinematičkim parametrima CMJ testa na inicijalnom merenju	104
7.4.5.	Razlike između E1 i E2 grupe u kinematičkim parametrima HJ testa na inicijalnom merenju	105
7.4.6.	Razlike između E1 i E2 grupe u tenziomiografskim parametrima na inicijalnom merenju	106
7.4.7.	Razlike između E1 i E2 grupe u parametrima sprint testa na 10 m i 20 m na inicijalnom merenju	109
7.5.	Razlike između E1 i E2 grupe na finalnom merenju	110
7.5.1.	Razlike između E1 i E2 grupe u kinetičkim parametrima CMJ testa na finalnom merenju	110
7.5.2.	Razlike između E1 i E2 grupe u kinetičkim parametrima NJ testa na finalnom merenju	111
7.5.3.	Razlike između E1 i E2 grupe u kinematičkim parametrima CMJ testa na finalnom merenju	113
7.5.4.	Razlike između E1 i E2 grupe u kinematičkim parametrima NJ testa na finalnom merenju	113
7.5.5.	Razlike između E1 i E2 grupe u tenziomiografskim parametrima na finalnom merenju	114
7.5.6.	Razlike između E1 i E2 grupe u parametrima sprint testa procene brzine 10 m i 20 m na finalnom merenju	118
7.6.	Razlike između inicijalnog i finalnog merenja E1 i E2 grupe za biomehantičke parametre	119
7.6.1.	Razlike između inicijalnog i finalnog merenja kod kinetičkih parametara CMJ testa	119
7.6.2.	Razlike između inicijalnog i finalnog merenja kod kinetičkih parametara NJ testa	121
7.6.3.	Razlike između inicijalnog i finalnog merenja kod kinematičkih parametara CMJ testa	122
7.6.4.	Razlike između inicijalnog i finalnog merenja kod kinematičkih parametara NJ testa	123
7.6.5.	Razlike između inicijalnog i finalnog merenja kod tenziomiografskih parametara	124
7.6.6.	Razlike između inicijalnog i finalnog merenja kod sprint testa na 10 m i 20 m	129
7.7.	Efekti eksperimentalnih programa 1 i 2 i veličina uticaja	130

7.7.1.	Efekti eksperimentalnih programa 1 i 2 za kinetičke parametere CMJ testa	130
7.7.2.	Efekti eksperimentalnih programa 1 i 2 za kinetičke parametere NJ testa	132
7.7.3.	Efekti eksperimentalnog programa 1 i 2 za kinematičke parametere CMJ testa	133
7.7.4.	Efekti eksperimentalnog programa 1 i 2 za kinematičke parametere NJ testa	134
7.7.5.	Efekti eksperimentalnog programa 1 i 2 za tenziomiografske parametere.....	135
7.7.6.	Efekti eksperimentalnog programa 1 i 2 za parametara sprint testa na 10 m i 20 m	139
8.	DISKUSIJA	140
8.1.	Razlike između grupa na inicijalnom merenju	140
8.2.	Razlike između grupa na finalnom merenju	145
8.3.	Razlike između inicijalnog i finalnog merenja	150
8.4.	Efekti različitih pliometrijskih programa vežbanja	175
9.	ZAKLJUČAK	188
10.	ZNAČAJ ISTRAŽIVANJA	190
11.	REFERENCE	191
12.	PRILOZI.....	211
12.1.	Prilog 1	211
12.2.	Prilog 2	213
13.	BIOGRAFIJA	215
	IZJAVA O AUTORSTVU.....	217
	IZJAVA O ISTOVETNOSTI ŠTAMPANOG I ELEKTRONSKOG OBLIKA	
	DOKTORSKE DISERTACIJE.....	218
	IZJAVA O KORIŠĆENJU.....	219

LISTA TABELA

Tabela 1.	Sistematski prikaz podele pliometrijskih vežbi po Verkhoshansky-om.....	25
Tabela 2.	Sistematski prikaz uključenih studija.....	48
Tabela 3.	Kriterijumi za uključivanje i isključivanje ispitanika.....	68
Tabela 4.	Karakteristike dva pliometrijska programa vežbanja.....	74
Tabela 5.	Deskriptivna statistika i normalnost distribucije telesne kompozicije i morfoloških karakteristika ispitanika E1 grupe na inicijalnom merenju.....	76
Tabela 6.	Deskriptivna statistika i normalnost distribucije telesne kompozicije i morfoloških karakteristika ispitanika E2 grupe na inicijalnom merenju.....	77
Tabela 7.	Deskriptivna statistika i normalnost distribucije kinetičkih parametara (CMJ) ispitanika E1 grupe na inicijalnom merenju.....	77
Tabela 8.	Deskriptivna statistika i normalnost distribucije kinetičkih parametara (CMJ) ispitanika E2 grupe na inicijalnom merenju.....	78
Tabela 9.	Deskriptivna statistika i normalnost distribucije kinetičkih parametara (NJ) ispitanika E1 grupe na inicijalnom merenju.....	79
Tabela 10.	Deskriptivna statistika i normalnost distribucije kinetičkih parametara (NJ) ispitanika E2 grupe na inicijalnom merenju.....	79
Tabela 11.	Deskriptivna statistika i normalnost distribucije kinematičkih parametara (CMJ) ispitanika E1 grupe na inicijalnom merenju.....	80
Tabela 12.	Deskriptivna statistika i normalnost distribucije kinematičkih parametara (CMJ) ispitanika E2 grupe na inicijalnom merenju.....	80
Tabela 13.	Deskriptivna statistika i normalnost distribucije kinematičkih parametara (NJ) ispitanika E1 grupe na inicijalnom merenju.....	81
Tabela 14.	Deskriptivna statistika i normalnost distribucije kinematičkih parametara (NJ) ispitanika E2 grupe na inicijalnom merenju.....	81
Tabela 15.	Deskriptivna statistika i normalnost distribucije tenziomiografskih parametara ispitanika E1 grupe na inicijalnom merenju – Leva noga.....	81-82
Tabela 16.	Deskriptivna statistika i normalnost distribucije tenziomiografskih parametara ispitanika E1 grupe na inicijalnom merenju – Desna noga.....	83-84
Tabela 17.	Deskriptivna statistika i normalnost distribucije tenziomiografskih parametara ispitanika E2 grupe na inicijalnom merenju – Leva noga.....	85-86
Tabela 18.	Deskriptivna statistika i normalnost distribucije tenziomiografskih parametara ispitanika E2 grupe na inicijalnom merenju – Desna noga.....	87-88
Tabela 19.	Deskriptivna statistika i normalnost distribucije sprint testa na 10 m i 20 m ispitanika E1 grupe na inicijalnom merenju.....	89
Tabela 20.	Deskriptivna statistika i normalnost distribucije sprint testa na 10 m i 20 m ispitanika E2 grupe na inicijalnom merenju.....	89
Tabela 21.	Deskriptivna statistika i normalnost distribucije kinetičkih parametara (CMJ) ispitanika E1 grupe na finalnom merenju.....	90

Tabela 22. Deskriptivna statistika i normalnost distribucije kinetičkih parametara (CMJ) ispitanika E2 grupe na finalnom merenju.....	90
Tabela 23. Deskriptivna statistika i normalnost distribucije kinetičkih parametara (NJ) ispitanika E1 grupe na finalnom merenju.....	91
Tabela 24. Deskriptivna statistika i normalnost distribucije kinetičkih parametara (NJ) ispitanika E2 grupe na finalnom merenju.....	91
Tabela 25. Deskriptivna statistika i normalnost distribucije kinematičkih parametara (CMJ) ispitanika E1 grupe na finalnom merenju.....	92
Tabela 26. Deskriptivna statistika i normalnost distribucije kinematičkih parametara (CMJ) ispitanika E2 grupe na finalnom merenju.....	92
Tabela 27. Deskriptivna statistika i normalnost distribucije kinematičkih parametara (NJ) ispitanika E1 grupe na finalnom merenju.....	93
Tabela 28. Deskriptivna statistika i normalnost distribucije kinematičkih parametara (NJ) ispitanika E2 grupe na finalnom merenju.....	93
Tabela 29. Deskriptivna statistika i normalnost distribucije tenziomiografskih parametara ispitanika E1 grupe na finalnom merenju – Leva noga.....	93-94
Tabela 30. Deskriptivna statistika i normalnost distribucije tenziomiografskih parametara ispitanika E1 grupe na finalnom merenju – Desna noga.....	95-96
Tabela 31. Deskriptivna statistika i normalnost distribucije tenziomiografskih parametara ispitanika E2 grupe na finalnom merenju – Leva noga.....	97-98
Tabela 32. Deskriptivna statistika i normalnost distribucije tenziomiografskih parametara ispitanika E2 grupe na finalnom merenju – Desna noga.....	99-100
Tabela 33. Deskriptivna statistika i normalnost distribucije sprint testa na 10 m i 20 m ispitanika E1 grupe na finalnom merenju.....	100
Tabela 34. Deskriptivna statistika i normalnost distribucije sprint testa na 10 m i 20 m ispitanika E2 grupe na finalnom merenju.....	101
Tabela 35. Razlike između E1 i E2 grupe u parametrima morfoloških karakteristika i telesne kompozicije na inicijalnom merenju.....	101
Tabela 36. Razlike između E1 i E2 grupe u kinetičkim parametrima CMJ na inicijalnom merenju – ekscentrična faza skoka.....	102
Tabela 37. Razlike između E1 i E2 grupe u kinetičkim parametrima CMJ na inicijalnom merenju – koncentrična faza skoka.....	102
Tabela 38. Razlike između E1 i E2 grupe u kinetičkim parametrima CMJ na inicijalnom merenju – ceo skok.....	103
Tabela 39. Razlike između E1 i E2 grupe u kinetičkim parametrima NJ na inicijalnom merenju – ekscentrična faza skoka.....	103
Tabela 40. Razlike između E1 i E2 grupe u kinetičkim parametrima NJ na inicijalnom merenju – koncentrična faza skoka.....	104
Tabela 41. Razlike između E1 i E2 grupe u kinetičkim parametrima NJ na inicijalnom merenju – ceo skok.....	104
Tabela 42. Razlike između E1 i E2 grupe u kinematičkim parametrima CMJ na inicijalnom merenju.....	105

Tabela 43. Razlike između E1 i E2 grupe u kinematičkim parametrima NJ na inicijalnom merenju.....	105
Tabela 44. Razlike između E1 i E2 grupe u tenziomiografskim parametrima na inicijalnom merenju – Leva noga.....	106-107
Tabela 45. Razlike između E1 i E2 grupe u tenziomiografskim parametrima na inicijalnom merenju – Desna noga	108-109
Tabela 46. Razlike između E1 i E2 grupe u parametrima sprint testa na 10 m i 20 m na inicijalnom merenju.....	109
Tabela 47. Razlike između E1 i E2 grupe u kinetičkim parametrima CMJ na finalnom merenju – ekscentrična faza skoka.....	110
Tabela 48. Razlike između E1 i E2 grupe u kinetičkim parametrima CMJ na finalnom merenju – koncentrična faza skoka.....	111
Tabela 49. Razlike između E1 i E2 grupe u kinetičkim parametrima CMJ na finalnom merenju – ceo skok.....	111
Tabela 50. Razlike između E1 i E2 grupe u kinetičkim parametrima NJ na finalnom merenju – ekscentrična faza skoka.....	112
Tabela 51. Razlike između E1 i E2 grupe u kinetičkim parametrima NJ na finalnom merenju – koncentrična faza skoka.....	112
Tabela 52. Razlike između E1 i E2 grupe u kinetičkim parametrima NJ na finalnom merenju – ceo skok.....	112
Tabela 53. Razlike između E1 i E2 grupe u kinematičkim parametrima CMJ na finalnom merenju.....	113
Tabela 54. Razlike između E1 i E2 grupe u kinematičkim parametrima NJ na finalnom merenju.....	114
Tabela 55. Razlike između E1 i E2 grupe u tenziomiografskim parametrima na finalnom merenju – Leva noga.....	114-115
Tabela 56. Razlike između E1 i E2 grupe u tenziomiografskim parametrima na finalnom merenju – Desna noga.....	116-117
Tabela 57. Razlike između E1 i E2 grupe u parametrima sprint testa na 10 m i 20 m na finalnom merenju.....	118
Tabela 58. Razlike između inicijalnog i finalnog merenja u kinetičkim parametrima (CMJ) kod E1 i E2 grupe – ekscentrična faza skoka.....	119
Tabela 59. Razlike između inicijalnog i finalnog merenja u kinetičkim parametrima (CMJ) kod E1 i E2 grupe – koncentrična faza skoka.....	120
Tabela 60. Razlike između inicijalnog i finalnog merenja u kinetičkim parametrima (CMJ) kod E1 i E2 grupe – ceo skok.....	120
Tabela 61. Razlike između inicijalnog i finalnog merenja u kinetičkim parametrima (NJ) kod E1 i E2 grupe – ekscentrična faza skoka.....	121
Tabela 62. Razlike između inicijalnog i finalnog merenja u kinetičkim parametrima (NJ) kod E1 i E2 grupe – koncentrična faza skoka.....	121
Tabela 63. Razlike između inicijalnog i finalnog merenja u kinetičkim parametrima (NJ) kod E1 i E2 grupe – ceo skok.....	122

Tabela 64. Razlike između inicijalnog i finalnog merenja u kinematičkim parametrima (CMJ) kod E1 i E2 grupe.....	123
Tabela 65. Razlike između inicijalnog i finalnog merenja u kinematičkim parametrima (NJ) kod E1 i E2 grupe.....	123
Tabela 66. Razlike između inicijalnog i finalnog merenja u tenziomiografskim parametrima kod E1 i E2 grupe – Leva noga.....	124-125
Tabela 67. Razlike između inicijalnog i finalnog merenja u tenziomiografskim parametrima kod E1 i E2 grupe – Desna noga.....	126-128
Tabela 68. Razlike između inicijalnog i finalnog merenja u parametrima sprint testa na 10 m i 20 m kod E1 i E2 grupe.....	129
Tabela 69. Efekti eksperimentalnih programa 1 i 2 za kinetičke parametere (CMJ) – ekscentrična faza skoka.....	130
Tabela 70. Efekti eksperimentalnih programa 1 i 2 za kinetičke parametere (CMJ) – koncentrična faza skoka.....	131
Tabela 71. Efekti eksperimentalnih programa 1 i 2 za kinetičke parametere (CMJ) – ceo skok.....	131
Tabela 72. Efekti eksperimentalnih programa 1 i 2 za kinetičke parametere (NJ) – ekscentrična faza skoka.....	132
Tabela 73. Efekti eksperimentalnih programa 1 i 2 za kinetičke parametere (NJ) – koncentrična faza skoka.....	132
Tabela 74. Efekti eksperimentalnih programa 1 i 2 za kinetičke parametere (NJ) – ceo skok.....	133
Tabela 75. Efekti eksperimentalnih programa 1 i 2 za kinematičke parametere (CMJ).....	134
Tabela 76. Efekti eksperimentalnih programa 1 i 2 za kinematičke parametere (NJ) skoka...	134
Tabela 77. Efekti eksperimentalnih programa 1 i 2 za tenziomiografske parametre – Leva noga.....	135-136
Tabela 78. Efekti eksperimentalnih programa 1 i 2 za tenziomiografske parametre – Desna noga.....	137-138
Tabela 79. Efekti eksperimentalnih programa 1 i 2 za parametere sprint testa na 10m i 20m.....	139
Tabela 80. Struktura eksperimentalnih pliometrijskih programa.....	211

LISTA FIGURA

Figura 1.	Prisma flow pokazuje prikaz procesa sastavljanja, analize i eliminacije studija.....	47
Figura 2.	Ilustrovani prikaz primera maksimalne sile i uglovne brzine kretanja zgloba kolena prilikom izvođenja različitih tipova skokova i atletskih disciplina (Bosco, 1982).....	61
Figura 3.	Razlike između E1 i E2 grupe na inicijalnom i na finalnom merenju i razlike između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe u kinetičkim parametrima ekscentrične faze CMJ skoka.....	141
Figura 4a i 4b.	Razlike između E1 i E2 grupe na inicijalnom i na finalnom merenju i razlike između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe u vremenskim TMG parametrima m.Semitendinosus-a leve (a), i desne noge (b).....	143
Figura 5.	Razlike između E1 i E2 grupe na inicijalnom i na finalnom merenju i razlike između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe u kinetičkim parametrima ekscentrične faze NJ skoka.....	144
Figura 6.	Razlike između E1 i E2 grupe na inicijalnom i na finalnom merenju i razlike između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe u kinetičkim parametrima koncentrične faze CMJ skoka.....	148
Figura 7.	Razlike između E1 i E2 grupe na inicijalnom i na finalnom merenju i razlike između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe u kinetičkim parametrima koncentrične faze NJ skoka.....	153
Figura 8.	Razlike između E1 i E2 grupe na inicijalnom i na finalnom merenju i razlike između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe u kinetičkim parametrima celog NJ skoka.....	154
Figura 9.	Razlike između E1 i E2 grupe na inicijalnom i na finalnom merenju i razlike između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe u kinetičkim parametrima celog CMJ skoka.....	155
Figura 10.	Razlike između E1 i E2 grupe na inicijalnom i na finalnom merenju i razlike između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe u kinematičkim parametrima CMJ skoka iz sagitalne i frontalne ravni.....	157
Figura 11.	Razlike između E1 i E2 grupe na inicijalnom i na finalnom merenju i razlike između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe u kinematičkim parametrima NJ skoka iz sagitalne ravni.....	159
Figura 12a i 12b.	Razlike između E1 i E2 grupe na inicijalnom i na finalnom merenju i razlike između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe u vremenskim TMG parametrima m.Gastrocnemius medialis-a leve (a), i desne noge (b).....	161
Figura 13a i 13b.	Razlike između E1 i E2 grupe na inicijalnom i na finalnom merenju i razlike između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe u metričkom TMG parametru Dm za šest mišića leve (a), i desne noge (b).....	163

Figura 14a i 14b.	Razlike između E1 i E2 grupe na inicijalnom i na finalnom merenju i razlike između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe u vremenskim TMG parametrima m.Gastrocnemius lateralis-a leve (a), i desne noge (b).....	164
Figura 15a i 15b.	Razlike između E1 i E2 grupe na inicijalnom i na finalnom merenju i razlike između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe u vremenskim TMG parametrima m.Biceps femoris-a leve (a), i desne noge (b).....	166
Figura 16a i 16b.	Razlike između E1 i E2 grupe na inicijalnom i na finalnom merenju i razlike između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe u vremenskim TMG parametrima m.Vastus lateralis-a leve (a), i desne noge (b).....	167
Figura 17a i 17b.	Razlike između E1 i E2 grupe na inicijalnom i na finalnom merenju i razlike između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe u vremenskim TMG parametrima m.Vastus medialis-a leve (a), i desne noge (b).....	169
Figura 18.	Razlike između E1 i E2 grupe na inicijalnom i na finalnom merenju i razlike između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe u parametrima sprint testa na 10 m i 20 m.....	171
Figura 19.	Razlika efekata između eksperimentalnih programa 1 i 2 u kinetičkim parametrima kod ekscentrične i koncentrične faze CMJ skoka.....	177
Figura 20.	Razlika efekata između eksperimentalnih programa 1 i 2 u kinetičkim parametrima kod ekscentrične i koncentrične faze NJ skoka.....	177
Figura 21.	Razlika efekata između eksperimentalnih programa 1 i 2 u kinematičkim parametrima kod CMJ skoka iz sagitalne i frontalne ravni.....	178
Figura 22.	Razlika efekata između eksperimentalnih programa 1 i 2 u kinematičkim parametrima kod NJ skoka iz sagitalne ravni.....	178
Figura 23.	Razlika efekata između eksperimentalnih programa 1 i 2 u tenziomiografskim parametrima.....	179
Figura 24.	Razlika efekata između eksperimentalnih programa 1 i 2 u tenziomiografskim parametrima.....	183
Figura 25.	Razlika efekata između eksperimentalnih programa 1 i 2 u kinetičkim parametrima kod celog CMJ skoka.....	184
Figura 26.	Razlika efekata između eksperimentalnih programa 1 i 2 u kinetičkim parametrima kod celog NJ skoka.....	184

1. UVOD

Konstantna poboljšanja u sportskim dostignućima i pomeranje granica ljudskih mogućnosti dostigla su nivo gde dalja napredovanja izgledaju gotovo nemoguća (Verkhoshansky & Siff, 2009) i ona su direktno povezana sa usavršavanjem i planiranjem trenažnog procesa (Babić, 2008). Pored toga, naučna saznanja sa kompleksnim biomehaničkim analizama, od kinetičkih, kinematičkih, EMG i TMG podataka doprinose najboljem doziranju, korekciji i pripremi za postizanje vrhunskih rezultata (Čoh, 2008). Postoji dosta tipova trenažnih programa koji imaju različite ciljeve, ali programi čiji je cilj razvoj i unapređenje motoričkih sposobnosti imaju posebnu pažnju istraživača i trenera. Nezaobilazni princip treninga razvoja eksplozivne snage i brzine je pliometrijski program treninga (Verkhoshansky & Siff, 2009).

Najranije publikovan rad gde je korišćena reč pliometrija je u sovjetskoj literaturi (Zanon, 1966, citiran u Verkhoshansky & Siff, 2009). Zvanično se termin pliometrija pominje 1975. godine na Purdu Univerzitetu od trenera atletike Freda Vilta (Davies, Riemann & Manske, 2015). Takođe u ruskoj literaturi originalni naziv pliometrije bio je “shock method”, koji se u naučnoj literaturi odnosi na “stretch-shortening action”. Pošto se reč pliometrija koristila i kao zamena za izraz ‘eccentric’, u cilju izbegavanja konfuzije predlaže se sinonim “powermetric training” kao zamena za pliometrijski trening (Norman & Komi, 1979; Komi, 1984; Komi, 1992; Siff, 1988; Zatsiorsky, 2008; Verkhoshansky & Siff, 2009).

Po mišljenju Verhošanskog pojam “isometric” je zadržao originalno značenje mišićna kontrakcija pod statističkim uslovima, pojam “miometric” (akcija skraćanja mišića) je sinonim za koncentričnu kontrakciju, a “plyometric” se odnosi na ekscentričnu (produženje mišića) kontrakciju. Verhošanski je uvek preferirao izraz “shock metod” umesto “plyometrics” (Verkhoshansky & Siff, 2009).

Od esencijalne važnosti je da se napravi razlika između pojma pliometrije i pliometrijske akcije. Prema mišljenju Komija (1992), pliometrijska akcija ili “short-stretching cycles” dešava se kao deo mnogih tipova trčanja, skakanja, udaranja, preponskog trčanja i ostalih odskočnih momenata u sportovima, dok se u pliometrijskom treningu odvijaju pliometrijske akcije kao izrazit modalitet treninga (Komi & Nicol, 2000).

Proces pliometrijske aktivnosti sastoji se od pet faza (Zatsiorsky, 2008; Chu & Meyer, 2013; Davies et al., 2015).

1. Početna faza impulsa tokom koje se telo ili deo tela kreće zbog kinetičke energije akumulirane prethodnim dejstvom.

2. Faza elektromehaničkog kašnjenja koja se javlja kada neki događaj kao što je kontakt sa površinom sprečava dalji pomak udova i provocira mišiće da se skupljaju. Ovo kašnjenje se odnosi na vreme koje prolazi između početka akcionog potencijala u motoričkim nervima i početka kontrakcije mišića. U zavisnosti od zajedničkog delovanja, ovo kašnjenje varira u veličini od oko 20 ms do 60 ms, Bosco & Komi (1979) i Siff (2001), dok se u Cavanagh & Komi (1979); Norman & Komi (1979); Vos, Harlaar & Van Ingen Schenau (1991); Prilutsky (2000) navode vrednosti od 30 ms do 100 ms i više. Takođe ova faza direktno predviđa veličinu, brzinu i trajanje istežanja (Zatsiorsky, 2008; Chu & Meyer, 2013; Davies et al., 2015). Neki autori ove dve faze svrstavaju kao jednu i nazivaju je ekscentrična preizdužujuća faza (Komi & Gollhofer, 1997).

3. Faza amortizacije je kada kinetička energija proizvodi snažni miotatski refleks istežanja koji dovodi do ekscentrične kontrakcije mišića praćene eksplozivnom izometrijskom kontrakcijom i istežanjem vezivnog tkiva mišićnog kompleksa. Eksplozivna izometrijska faza između kraja ekscentričnog i početka koncentričnog dejstva traje tokom perioda koji se naziva vreme spajanja. Ova faza je ključ performansi pliometrije, jer što je kraća faza amortizacije, to je efikasniji i snažniji pliometrijski pokret, tj. skladištena energija koristi se efikasnije u tranziciji. U slučaju zakašnjenja energija se pretvara u toplotu, refleks istežanja nije aktiviran i prenos pozitivnog dejstva koncentrične kontrakcije nije efikasan (Davies & Matheson, 2001; Zatsiorsky, 2008). Ako je vreme tranzicije između faza duže od 15 ms, akcija se smatra običnim skakanjem i ne klasifikuje se kao pliometrijski trening (Zatsiorsky, 2008; Verkhoshansky & Siff, 2009; Chu & Meyer, 2013). Primeri graničnih vrednosti vremena koje se kvalifikuju kao pliometrijska akcija za različite zglobove (koleno npr. 15 ms, lakat 25 ms i rame 37 ms (Siff, 2001)). U novijim istraživanjima vreme kontakta podlogom se deli na "brze" i "spore" vežbe <250 ms; >250 ms (Duda, 1988; Sands, Wurth, & Hewit, 2012; Faigenbaum & Chu, 2017; Ramirez-Campillo, García-de-Alcaraz, Chaabene, Moran et al., 2021). Nagomilana elastična energija u ekscentričnoj fazi koja je skladištena u mišićno-tetivnom kompleksu ima dužinu trajanja koliko i poprečni mostovi od 15 ms do 120 ms (Cavagna, Saibene, & Margaria, 1965; Enoka, 2002). Duže vreme znači da će poprečni

mostovi ostati povezani posle istezanja, to jest prouzrokuje se veća brzina istezanja tokom ekscentrične kontrakcije i veća količina skladištene elastične energije (Rack & Westbury, 1974).

4. Faza povratka koja uključuje oslobađanje elastične energije iz vezivnog tkiva, zajedno sa nehotičnom koncentričnom kontrakcijom mišića izazvanom miotatskim refleksom istezanja i pojačanim nervnim procesima. Ova faza ponekad može uključivati vremenski doprinos dodat dobrovoljnim koncentričnim kontrakcijama (van Ingen Schenau, Bobbert, & de Haan, 1997).

5. Završna faza zamaha koja se javlja nakon završetka koncentrične kontrakcije i dotičnog tela ili uda nastavlja da se kreće na način koji uključuje kinetičku energiju koja se dodaje koncentričnom kontrakcijom, povećanje nervnih procesa i oslobađanje elastične energije uskladištene u vezivnom tkivu mišićnog kompleksa (Zatsiorsky, 2008; Verkhoshansky & Siff, 2009).

Spajanjem ovih faza dobija se pliometrijski pokret koji služi za poboljšanje mišićnih performansi sportiste. Brzo smenjivanje ubrzanje-usporenje proizvodi eksplozivna reakcija koja povećava brzinu i snagu mišića tokom sportske aktivnosti, što je i preduslov uspeha u svakom eksplozivno zahtevnom sportu koji u svojoj bazi ima za cilj brzo kretanje tela i izvođenje skokova (Zatsiorsky, 2008; Verkhoshansky & Siff, 2009; Siff, 2001; Davies et al., 2015).

Na efikasnost ovih faza takođe utiče i ukočenost mišićno tetivnog kompleksa sportiste (Rack & Westbury, 1974; Morgan, 1977), koji zavisi od opsega pokreta koji se izvodi (Kearney & Hunter, 1982) i efikasnosti refleksnog sistema izdužavanja (Nichols & Houk, 1976; Houk & Rymer, 1981; Komi & Nicol, 2000).

Svako izvođenje vertikalnog ili horizontalnog skoka sastoji se od procesa smenjivanja ekscentrične i koncentrične kontrakcije, a takođe se i pored donjih i kod gornjih ekstremiteta uočava pliometrijski koncept kao funkcionalni obrazac kretanja u bilo kom sportu (Davies et al., 2015).

Najčešći tipovi vertikalnih skokova koji se izvode u laboratorijskim uslovima su CMJ (skok sa počučnjem), skok iz čučnja i skok u dubinu (Zatsiorsky, 2008; Čoh, 2008; Verkhoshansky & Siff, 2009; Chu & Meyer, 2013). Prema Verkhoshansky & Siff (2009), ključ uspeha pliometrijskih treninga stoji u opisu skoka u dubinu. Sve varijacije skokova sa i

bez opterećenja, sa zamahom ruku ili fiksiranim rukama kao i skoka sa jednom nogom i obe noge služe za razvoj, poboljšanje i procenu snage i sile donjih ekstremiteta (Benjanuvatra, Lay, Alderson, & Blanksby, 2013; Maly, Zahalka, Mala, & Cech, 2015). Bosco, Ito, Komi, Luhtanen, Rahkila et al. (1982) otkrili su da ne postoji razlika u mioelektričnoj aktivnosti tokom izvođenja maksimalnih vertikalnih skokova sa ili bez dodatnog opterećenja. Postoje mnoge kombinacije i tipovi pliometrijskih programa koji se koriste u zavisnosti od vrste sporta, fizičke spremnosti sportista kao i uzrasta (Zatsiorsky, 2008; Verkhoshansky & Siff, 2009; Chu & Meyer, 2013). U zapadnoj literaturi, kao što je napomenuo Verhošanski, pravi se dosta grešaka prilikom opisivanja pliometrijskih treninga i nedostatka objašnjenja klasifikacije pliometrijskih vežbi. On je izvršio podelu u nekoliko različitih klasa (Verkhoshansky & Siff, 2009).

Tabela 1. Sistematski prikaz podele pliometrijskih vežbi po Verkhoshansky-om

Pliometrijski trening		
Udarne pliometrija	Ne udarne pliometrija	
Maksimalna pliometrija	Submaksimalna pliometrija	Nepliometrija
Klasična pliometrija	Dodatna pliometrija	Pripremne aktivnosti
Funkcionalna i nefunkcionalna pliometrija		Trening sa težinama, skokovi itd.

Pliometrijski trening se deli na udarnu i neudarnu pliometriju. Tokom udarne odskok je podstaknut kontaktom sa površinom, dok je odskok u neudarnoj pliometriji posredovan eksplozivnom ekscentričnom akcijom mišića koji izvode pokret bez završetka sa kontaktom površine. Skokovi u dubinu su klasični primeri udarne, dok brzi povučeni udarci u borilačkim veštinama spadaju u neudarnu pliometriju. Maksimalna pliometrija je karakteristična za aktivnost malog broja ponavljanja odskočnih vežbi sa visokim intezitetom, gde se proizvodi maksimalna tenzija uključenih mišića (interval odmora dva do četiri min između ponavljanja i 10-12 min između serija). Submaksimalnu pliometriju karakteriše nemaksimalna tenzija mišića sa minimalnim vremenom kontakta sa površinom, primer duplog odskoka sa malih visina skoka u dubinu. Dalja podela na klasične pliometrijske vežbe dele se na funkcionalne i nefunkcionalne, prva se odnosi na vežbe koje se najbliže podudaraju sa specifičnim akcijama određenog sporta, dok druga pruža opštu obuku eksplozivnih osobina koje zahteva sport. Pripremne ili dodatne vežbe koje se sa pravom nazivaju pseudopliometrijom služe takođe za razvijanje snage mišića i elastičnog tkiva i odlikuju ih vežbe sa dužim vremenom tranzicije.

Razlog naziva pseudo leži u naglom zaustavljanju vežbe skoka vidljeve u primerima odloženih odskoka iz počučnja, tj. nedostatak eksplozivne faze odskoka sa kratkim vremenom spajanja (Siff, 2001; Verkhoshansky & Siff, 2009).

U košarci, odbojci, skoku u dalj itd. pored velikog broja varijacija vertikalnih skokova sa lateralnim, horizontalnim elementima, javlja se dočekivanje, amortizacija. Iako postoje malo radova koji su se bavili ispitivanjem doskoka, istraživači su se bavili opisivanjem elemenata tehnike i korelacije sa povredama, jer je glavna uloga mišićnog aparata prilikom doskoka ekscentrična kontrakcija (McNitt-Gray, 2000). Takođe postoji mali broj radova koji su ispitivali efekte doskoka sa različitih visina na razvoj eksplozivne snage i brzine (Dursenev & Raevsky, 1978). Interesantan primer, ne previše ispitivan, vidljiv je u takozvanim dubinskim doskocima (skokovi u dubinu bez odskoka) koji imaju značajne efekte na razvoj i povećanje ekscentrične i koncentrične snage. Sa rezultatom kratke mišićne tenzije u periodu od 28 do 61 ms postiže se sila raspona od 1.500 do 3.000 kg ili 20 puta težine tela, sa visine od čak 3.2 m (Dursenev & Raevsky, 1978), dok su u ostalim radovima zabeležene vrednosti do 14 puta telesne mase sa manjih visina (Tupa, Aleshinsky, Kaimin, Pereversev, Polozkov et al., 1980; DeVita & Skelly, 1992; McNitt-Gray, 1993; Requejo, McNitt-Gray, Eagle, Munkasy, & Smith, 1998; Prilutsky, 2000), koje mogu dovesti do povreda (Nigg, 1985; Dufek & Bates, 1991). Jedino ovakav vid vežbi može proizvesti toliku količinu inteziteta dobrovoljnog napora. Tokom odskoka pri brzinama manjim od -1 m/s reaktivna sila iznosi čak sedam puta težine tela za svaku nogu, dok kod doskoka sa brzinama od skoro -8 m/s takođe se dobijaju isti rezultati maksimalne reaktivne sile (Nigg, Denoth, & Neukomm, 1981; Nigg, 1985; Stacoff, Kaelin, & Stuessi, 1987).

Doskoci sa visine od 0.32 m do 1.28 m proizvode negativan rad mišića ekstenzora nogu. Ova vežba može se izvoditi sa takozvanom "mekim" doskokom. Sa 0.5 m visine zabeleženo je skoro totalno rasipanje energije u zajedničkim zglobnim momentima, a izmerene negativne vrednosti rada nožnih zglobova iznose -592 J; skočni zglob, koleno i kuk: -159 , -248 i -185 J (Prilutsky & Zatsiorsky, 1994; Prilutsky, 2000). Ispitivanjem količine negativnog rada zglobnih momenata moguće je dobiti takozvani "indeks mekoće" (Zatsiorsky & Prilutsky, 1987). U sprintu ukupan negativni rad zglobnih momentuma po ciklusu iznosi od -241 J do -883 J za brzine, 3.3 do 6.0 m/s, i 82% od ukupnog rada je u sagitalnoj ravni (Prilutsky, 2000). Takođe tokom sprinterskog trčanja vrednosti negativnog i pozitivnog rada u skočnom zgloboju od -13 J do -79 J i 59 J do 106 J, za zglob kolena, -30 J do -210 J i 25 J do 51 J (Buczek & Cavanagh, 1990). Metatarzofalangealni zglob uglavnom absorbuje veći deo

energije tokom faze stajanja u trčanju, vrednosti za brzine od 4.0-7.1 m/s; negativnog rada iznose, -20.9 J i -47.8 J (Stefanyshyn & Nigg, 1997).

Kod košarkaša izmereno je 80% negativnog rada u skočnom zglobu i zglobu kolena (McNitt-Gray, Eagle, Elkins, & Munkasy, 1996). Dok se kod odbojkaša primećuje povećanje fleksije u zglobu kolena i iste vrednosti negativnog rada u skočnom zglobu i zglobu kolena, ista je veća vrednost u zglobu kuka u odnosu na normalan način doskoka. Iako je karakterisitika brzog povećanja reaktivne sile kod svih načina doskoka u prvih 50 ms kontakta sa podlogom, moguće je voljno uticati na smanjenje vremena korišćenjem veće vertikalne pozicije stopala (McNitt-Gray, 2000). Prilikom mekših doskoka, kod košarkaša i odbojkaša izmerena je manja brzina spuštanja trupa (Munkasy & McNitt-Gray, 1992). U normalnom načinu doskoka najveći negativan rad zglobnih momenata je u skočnom zglobu, praćena sa zglobovom kolena i kuka (DeVita & Skelly, 1992). Granična vrednost ugla kolena prilikom normalnog doskoka iznosi 90° , a sve vrednosti preko ili ispod klasifikuju se kao meki ili kruti doskoci (DeVita & Skelly, 1992). Odbojkašice kod normalanog načina doskoka takođe koriste veću fleksiju u zglobu kolena nego u kukovima (McNitt-Gray, Yokoi, & Millward, 1994). Postoji i "kruće" dočekivanje, gde se energija rasipa u pasivnim anatomskim strukturama, dok je negativan rad zglobova vidno manji (DeVita & Skelly, 1992). Maksimalna negativna snaga je veća i iznosi -30 W, -40 W i -150 W po jedinici telesne mase dobijene za visine doskoka od 0.32 m, 0.59 m i 1.28 m, (DeVita & Skelly, 1992; McNitt-Gray, 1993). U radu Zatsiorsky & Prilutsky (1987) zabeleženo je i do 30% rasipanja energija kod maksimalno krutih doskoka, gde je takođe primećena regulacija ponašanja, tj. osobine mišića ispitanika (Dyhre-Poulsen, Simonsen, & Voigt, 1991). Više od šest puta telesne mase na tri m/s brzine smatra se većom silom od normalne za prizemljenje kod skokova u zavisnosti od načina doskoka (McNitt-Gray, 2000).

Najbolji primer vrednosti pliometrijskog treninga vidi se u pripremi vrhunskih atletičara koji imaju za cilj pomeranje granica ljudskih mogućnosti. Prvi uspesi pliometrijskog tipa treninga viđeni su kod ruskih skakača uvis i troskokaša u šezdesetim godinama XX veka sa sistematičnom primenom (Radcliffe, Farentinos, & Schwarz, 2003). Jedan od reprezentnijih primera uspeha pliometrijskog treninga iz tog vremena je osvajač zlatne medalje na 100 m Valeri Borozov. On je spustio svoje vreme sa 13,0 s na 10,0 s za šest godina treniranja (Dintiman, 2010).

Atletika, poznatija kao kraljica sportova, bazičan je sport i osnova svih sportova, sačinjena od osnovnih kretanja čoveka, skokova, trčanja, hodanja i bacanja (Ozolin, Voronkin, Primakov, 1989). U većini disciplina atletike, sem dugoprugaških i disciplina hodanja, bazični kriterijum uspešnosti je razvijanje najveće moguće reaktivne sile u najkraćem mogućem vremenu kontakta sa podlogom ili kontaktne faze, stoga je u trenažnim ciklusima nezaobilazan neki vid pliometrijskog programa vežbanja (Kurelić, 1954; Čoh, 2008).

Sprintske trčanje je kompleksno ciklično kretanje definisano frekvencijom i dužinom koraka. Oba parametra međusobno su zavisna i svaki je uslovljen centralnim procesima regulacije kretanja, biomotornim sposobnostima, energetske procesima i morfološkim karakteristikama (Cavagna, Komarek, & Mazzoleni, 1971; Mann & Sprague, 1980; Mero & Komi, 1987; Mero, 1988; Coppenolle & Delecluse, 1989; Čoh & Tomažin, 2005). Nekoliko autora navodi da je frekvencija koraka važnija od dužine za postizanje maksimalne brzine trčanja (Ballreich, 1976; Luhtanen & Komi, 1978; Mero, Luhtanen, Viitasalo, & Komi, 1981). Sa druge strane nekoliko faktora utiče na oba parametra, kao mišićna struktura (Costill, Daniels, Evans, Fink, Krahenbuhl et al., 1976; Mero, Kuitunen, Harland, Kyröläinen, & Komi, 2006), tehnika trčanja (Mero, Luhtanen, & Komi, 1986) i brzinska snaga i elastičnost mišićno-tetivnog lokomotornog aparata (Mero et al., 1981). Trčanje sprinta kao stereotip pokreta sastoji se od ponavljanja koraka u vremenskoj jedinici. Dužina koraka zavisi od telesne visine i dužine nogu, kao i od sile koju razvijaju mišići ekstenzori kuka, kolena i skočnog zgloba u fazi kontakta. Izvršenje kontaktne faze jedan je od najvažnijih generatora efikasnosti brzine trčanja (Lehmann & Voss, 1997). Faza kontakta mora biti što kraća, oko 90-100 ms (Mero & Komi, 1985), sa optimalnim odnosom između faze kočenja i faze pogona. Učestalost koraka zavisi od funkcionisanja CNS-a, i u velikoj je meri genetski unapred određena (Mero, Komi & Gregor, 1992). Primer muških sprintera svetske klase razvijaju brzinu od 12 m/s na trci od 100 m, dok žene postižu 11 m/s. Broj koraka kod muških sprint-finalista svetskih prvenstva kreće se od 43,6 do 46,6, a učestalost koraka, 4,76 do 4,39 koraka u s. Kod žena je taj broj manji i iznosi od 42,6 do 50,8, i učestalost koraka od 3,88 do 4,69 koraka u s (Babić, Harasin, & Dizdar, 2007). Takođe, očigledno zapažanje koje je potvrđeno istraživanjem (Hunter, Marshall, & McNair, 2004) pokazalo je negativnu korelaciju između dužine i frekvencije koraka, $r = -0.70$.

Pored atletike kolektivni sportovi kao košarka imaju zastupljenost razvoja i uticaja eksplozivne snage i brzine, dok je igra zasnovana na skokovima pored ostalih faktora.

Košarka je sportska igra i pripada grupi sportova kompleksnih motoričkih aktivnosti koje imaju intervalno-promenljiv karakter, sa aerobno-anaerobnim (glikolitičkim) obezbeđenjem energije: motoričke radnje imaju dinamički karakter i ispoljavaju se uz veliku varijabilnost u dužem vremenskom periodu u uslovima kompenzovanog zamora (Željaskov, 2004). Ona se sastoji od kratkih, visoko intenzivnih aktivnosti koje prate pauze pasivnog ili aktivnog odmora kratkog ili dužeg trajanja (Jakovljević, Karalejić, Pajić, & Mandić, 2011). Košarku karakterišu eksplozivna kretanja u svim pravcima, kratki sprintevi, brza zaustavljanja, doskoci, velika varijacija skokova u svim pravcima i bacanja i dodavanja lopte (Erčulj, Dežman, & Vučković, 2004).

Košarkaši tokom utakmice provedu 34% vremena u trčanju i skakanju, 56,8% u hodanju i 9% u stajanju u mestu, a promena intenziteta kretanja ili forme vrši se u proseku svake 2 s (Jakovljević et al., 2011). Tokom aktivnog dela igre od 53 do 157 visoko intenzivnih pravolinijskih kretanja igrač izvrši u prosečnom trajanju od 1,7 s, dok 60% vremena provede u kretanju niskog intenziteta i 15% u veoma visokom intenzitetu (Zarić, 2014). U toku utakmice igrač u proseku postigne 46 ± 12 skoka (Castagna, Chaouachi, Rampinini, Chamari & Impellizzeri, 2009), a takođe se tvrdi da izvedu i do 100 različitih skokova na celokupnoj utakmici (Manojlović & Erčulj, 2013). Zbog toga se navodi da igrači moraju biti dobro utrenirani i fizički spremni, jer se u suprotnom, prilikom pojave zamora, tehnika košarkaša progresivno pogoršava što utiče na efikasnost celog tima (Kocić, Berić, Radovanović, & Simović, 2012).

Najbitnija motorička osobina koja je zastupljena u košarci je eksplozivna snaga koja rezultira sa brzim i boljim izvođenjem vertikalnih skokova koji su od velikog značaja za uspešnost u košarci (Bobbert, Huijing, & van Ingen Schenau, 1987; Bobbert, 1990; Matavulj, Kukulj, Ugarkovic, Tihanyi, & Jaric, 2001; Nedeljković, 2004; Chang, Hsu, Chen, & Lin, 2005; Zhang, 2013; Lehnert, Hůlka, Malý, Fohler & Zahálka, 2014). Eksplozivna snaga direktno je predstavljena kod elemenata skok šuta ili skoka za odbijenom loptom (Manojlović & Erčulj, 2013).

Druga najbitnija motorička sposobnost u košarci pored preciznosti i eksplozivne snage je agilnost (Jovanović, 1999). Pored košarke sport koji je takođe baziran na eksplozivnoj snazi, brzini i izvođenju različitih skokova je odbojka. Odbojka je timski sport koji se može igrati u pet setova što daje totalno trajanje oko 90 min u kojem igrač može izvesti 250-300 brzih pokreta, karakterišu ga kartki intenzivni periodi igre 3-9 s, isprepleteni sa relativno dugim

vremenom odmora 10-20 s (Polglaze & Dawson, 1992; Gabbett & Georgieff, 2007; Sheppard, Gabbett, & Stanganelli, 2009). Kada se ukupna aktivnost tokom meča podeli dobije se oko 50-60% različitih skokova, 30% brzih menjanja pravca i 15% padova. Profesionalni odbojkaš može proizvesti čak oko 120.000 skokova tokom cele sezone (García-de-Alcaraz, Ramírez-Campillo, Rivera-Rodríguez, & Romero-Moraleda, 2020). Aktivnosti koje su najzastupljenije kod odbojkaša su trčanja sa brzim ubrzanjima i usporenjima, varijacije skakanja, udaraca lopte i višesmerno kretanje u zavisnosti od pozicije igrača ili taktičke uloge (Sheppard, Gabbett, Taylor, Dorman, Lebedew et al., 2007; García-de-Alcaraz, Valadés, & Palao, 2017; Garcia-de-Alcaraz et al., 2020). Najveću korelaciju sa uspehom u odbojci ima visina vertikalnih skokova igrača koja je direktno povezana sa izvođenjem smeča, bloka i servisa (Sheppard et al., 2009; Ziv & Lidor, 2010). Maksimalni dohvat prilikom smeča, srednjeg blokera, primača ili korektora kod vrhunskih odbojkaša iznosi 345-355 cm, dok visina bloka 320-335 cm (Ercolessi, 1999). Smeč i blok su eksplozivno zahtevni elementi igre koji su u svojoj bazi vrsta vertikalnog skoka i koji su ključni prilikom osvajanja poena (Ramirez-Campillo, García-de-Alcaraz, Chaabene, Moran, Negra, et al., 2021). Da bi se poboljšala visina odskoka potrebno je brzo ubrzanje tela pre skoka (Wagner, Tilp, Von Duvillard, & Müller, 2009). Ova tvrdnja je primećena iz boljih rezultata sprinterskih testova profesionalnih odbojkaša u odnosu na amaterske (Smith, Roberts, & Watson, 1992). Takva ista razlika primećena je i kod testa visine dohvata smeča ili bloka i veća je kod kanadskih reprezentativaca u odnosu na takmičare sa univerziteta (Smith et al., 1992). Sa navedenim ne čudi činjenica da se trening odbojkaša zasniva na pliometrijskom konceptu treniranja koji je pokazao najveće uspehe u odnosu na sve ostale tipove treninga koje imaju za cilj razvoj i poboljšanje eksplozivne snage, tj. visine odskoka (Wilson, Newton, Murphy, & Humphreys, 1993; Newton, Rogers, Volek, Häkkinen, & Kraemer, 2006; Gabbett, 2016; Silva, Clemente, Lima, Nikolaidis, Rosemann, & Knechtle, 2019). Na primeru Martel, Harmer, Logan, & Parker (2005) vidi se 11% napretka u visini odskoka posle šestonedeljnog pliometrijskog vežbanja kod petnaestogodišnjih odbojkašica. Dužina treninga za izgradnju bolje reaktivne snage kod odbojkaša je između osam do deset nedelja po Stojanović & Kostić (2002), dok drugi istraživači preporučuju dva treninga nedeljno u trajanju od šest nedelja (Hagl, 2003). Pliometrijski trening bez dodatnog opterećenja sa vežbama CMJ, skok iz čučnja i skok u dubinu, povećavaju 4,7% do 15% visinu vertikalnog odskoka, dodatno se povećava i fleksibilnost mišića, (de Villarreal, Kellis, Kraemer, & Izquierdo, 2009), količina elastične energije u mišićima, (Kubo, Morimoto, Komuro, Yata, Tsunoda et al., 2007), veća nervna

aktivnost (McLaughlin, 2001) i poboljšani rad proprioreceptora u zglobovima (Swanik, Lephart, Swanik, Lephart, Stone et al., 2002).

Iako postoje dosta varijacija vertikalnih skokova tokom utakmice od strane različitih pozicija igrača istraživači (Laffaye, Wagner, & Tombleson, 2014) najviše preporučuju CMJ za ispitivanja mišićne snage donjih ekstremiteta koji nemaju uticaja na tehniku skokova koji se izvode u toku utakmice (Fuchs, Menzel, Guidotti, Bell, von Duvillard et al., 2019). Ovakvo merenje sa CMJ predstavlja veoma visoku pouzdanost u ponovnom testiranju Slinde, Suber, Suber, Edwén, & Svantesson, (2008), koje ima ključnu važnost za dalja ispitivanja (Liberati, Altman, Tetzlaff, Mulrow, Gøtzsche et al., 2009; Ramirez-Campillo, Andrade, Nikolaidis, Moran, Clemente et al., 2020).

Na osnovu dosadašnjih istraživanja uočava se širok spektar primene pliometrijskog načina vežbanja i njihov pozitivan efekat na biomehaničke parametre različitih sportista. Kako u pliometriji postoje različiti tipovi vežbi i varijacije treninga to istraživačima ostavlja prostor za ispitivanje njihovih razlika. Stoga, cilj istraživanja je utvrđivanje efekata dva različita pliometrijska programa vežbanja na biomehaničke parametre sportistkinja. Jedan program vežbanja je baziran na vežbama sa ekscentričnim, a drugi sa koncentričnim kontrakcijama.

1.1. Karakteristike mišića

Mišići su deo antigravitacionog sistema čoveka koji je sačinjen od CNS, tetiva i kostiju (statični potpor mišića) (Zatsiorsky, 2008; Verkhoshansky & Siff, 2009; Bartlett, 2014). Mišići se dele po histološkoj građi na: *skeletne mišiće* (poprečno-prugasti) (čovečji organizam sačinjen je od približno 700 mišića), voljna kontrola (svesna), *glatki mišići*, autonomna (podsvesna) i *srčani mišić*, jedinstvena struktura (podsvesna). Poprečno-prugasti mišići odgovorni su za sve vrste pokreta u modernom sportu i svakodnevnim aktivnostima (Tözeren, 1999; Verkhoshansky & Siff, 2009; Sweeney & Hammers, 2018).

Da bi smo razumeli funkciju celokupnog mišićnog sklopa ili nekog izoliranog mišića bitno je napomenuti kompleksnost i *morfološke* karakteristike. Svaki mišić sačinjen je od mišićnih vlakna (50 μ m), koja su jednaka po broju kod svakog čoveka a razlikuju se po broju kod svakog mišića posebno (Tözeren, 1999; Verkhoshansky & Siff, 2009). Primera radi mišić gastrocnemius medialis ima preko jednog miliona vlakana, a prvi dorsal interosseous, oko 40 000 (Challis, 2000).

Svaki mišić odnosno mišićno vlakno je *razdražljivo* (ekscitabilnost) i ima svojstvo generisanja akcionih potencijala od -90 mV, *kontrakuje* se svesno manipulirano i određuje količinu ispoljene sile prilikom izvođenja vežbi i zbog svoje *elastičnosti* vraća se u prvobitnu dužinu. Takođe, poseduje mogućnost kompezacije prevelikog napora gde se *rasteže* na veće dužine od one u mirovanju (Huxley, 1974; Chaitow & Crenshaw, 2006; Devasahayam, 2019).

Kontraktivna mogućnost mišića odnosno mišićnog vlakna leži u razumevanju sastava i funkcija unutar mišićnog vlakna. Ono sadrži 8000 miofibrila koje sadrže sarkomere (u stanju opuštenosti mišića iznosi oko 2.2 μm) koje su sačinjene od dva glavna proteina zadužena za kontrakciju, gusti miozin filamenti (1500) i tanki aktin filamenti (3000) (Janmey, Hvidt, Oster, Lamb, Stossel, & Hartwig, 1990; Lindstedt, McGlothlin, Percy, & Pifer, 1998).

Sarkomera je sačinjena od dvostrukog repa lakog meromiozina savijenog na jednom kraju gde se nalazi dvostruki globuralni vrat od dvočlanog meromiozina i glave od dva globuralna proteina. Između glave i vrata postoji fleksibilni deo "šarke", koje dozvoljavaju izbočinama da se savijaju i izdužuju na velikim udaljenostima prilikom komunikacije sa susednim mestima vezivanja aktina. Oko 200 molekula čine jednu miozinska nit sa glavom/vratom. Ove izbočine su u stvari poprečni mostovi. Aktinska nit sačinjena je od: aktina, tropomiozina i troponina. Okosnica niti je poput vune satkane od dve dužine iste osnovne niti, ona se sastoji F-aktina koji je labavo vezana za tropomiozin. Vlaknasti F-aktin sačinjen je od polimera molekula globuralnog G-aktin. Dve dužine namotane su jedna oko druge, a na mestima duž tropomiozina prikačeno je trostuko jato troponina čiji svaki deo ima posebnu ulogu. Troponin-I ima jak afinitet za aktin, troponin-T za tropomiozin, i Troponin-C za kalcijum. Prva dva imaju ulogu održavanja veze aktina i tropomiozina dok treći ima centralnu ulogu interakcije sa jonima kalcijuma koji pokreću kontrakciju mišića. Joni kalcijuma omogućavaju i pokreću aktivna mesta aktinske niti za koji se poprečni mostovi mogu prikačiti. Teorija kliznog filameta (Huxley & Hanson, 1954; Huxley & Niedergerke, 1954), teorija poprečnih mostova (Huxley, 1957; Huxley & Simmons, 1971) kao i (Brenner, 1991; Brenner, 1993), koja nasuprot poprečnih mostova opisuje nepotpunu razgradnja adenozin trifosfat (ATP) ciklusa i manju količinu tokom brzih skraćivanja mišića. Prva pretpostavlja da kontrakcija mišića inhibira aktinska aktivna mesta od trostrukog dela Troponina I, T i C, sprečava poprečne mostove miozina da vrše interakciju sa tim mestima. Određena koncentracija jona kalcijuma prekida postojeću inhibiciju. Ovaj proces (kompleks strogosti) dešava se kada nervni impuls prenosi acetilholin do mišićnih vlakana i sarkoplazmatskog retikuluma u svakoj miofibrili i signalira oslobađanje rafala kalcijumskih

jona u sarkoplazmu. Ako se javi neadekvatna resorpcija jona posle kontrakcije dolazi do održavanja stanja strogosti koji se sa povećanjem pretvara u takozvani “grč” celokupnog mišića (Brenner & Eisenberg, 1987). Sva tri elementa imaju različite uloge koje se međusobno nadmeću za prostor unutar ćelije (Lindstedt et al., 1998; Verkhoshansky & Siff, 2009). Jedna od karakteristika aktina je da su fleksibilnije u rotacionim i uzdužnim pravcima dok se veoma lako kidaju pod torzionom opterećenju (Tsuda, Yasutake, Ishijima, & Yanagida, 1996).

Miofibrile su takođe odgovorne za stvaranje mišićne sile (Herzog, 2000; Zatsiorsky, 2008; Verkhoshansky & Siff, 2009). Veličina prostora miofibrila određuje jačinu kontrakcije, veličina sarkoplazmičkog retikuluma reguliše frekvenciju kontrakcije mišića a zapremina mitohondrija nivo održavanja performansi (Verkhoshansky & Siff, 2009). Takođe količina sile jednaka je proporcijalno broju poprečnih mostova koji su formirani (Huxley, 1957; Chalis, 2000; Zatsiorsky, 2008; Davies et al., 2015). Optimalna dužina sarkomere u kojoj je moguće proizvesti maksimalan broj sarkomerskih poprečnih mostova je 2.60 μm i 2.80 μm (Walker & Schrodt, 1973), primera radi Huijing (1985), procenio je prosečno oko 18 000 sarkomera u miofibrilama srednje glave gastrocnemius, a Meijer, Bosch, Bobbert, van Soest, & Huijing, (1998), merenjem su kod dva ispitanika procenili postojanje oko 41 000 sarkomere u mišiću vastus medialis-u. Pomoću teškog lanca miozina određuje se kontraktilna karakteristika mišićnih vlakna koja se dele na tri različita izoforma tj: *spora* (tip I),, crvena, veći sadržaj mioglobina, ona preovladavaju u većini pokreta koji zahtevaju približno 20% od maksimalne sposobnosti sile datih mišića i proizvode se pri submaksimalnim brzinama (Bosco, Tihanyi, Komi, Fekete, & Apor, 1983). Crpe aerobne zalihe za potrošnju energije i otporna su na umor, (Edström & Grimby, 1986), *brza* (tip IIa), bela (srednje brza, oksidativno glikolitički (posebno sposobna adaptiranju hipertrofije)), koja troše aerobne i anerobne zalihe dok se njihova aktivnost ograničava do 30 minuta sa brzim pojavom umora u odnosu na spora (Jürimäe, Abernethy, Quigley, Blake, & McEniery, 1997), i *brza* (tip IIb), (nizak mioglobin, visok glikolitički kapacitet, nizak oksidativni kapacitet i mali broj mitohondrija), koristi anerobne zalihe i dejstvuju nekoliko minuta i kontraktuju se 10 puta brže nego spora tipa I vlakna (Abernethy, Jürimäe, Logan, Taylor, & Thayer, 1994; Tesch, Ploutz-Snyder, Yström, Castro, & Dudley, 1998; Andersen, Schjerling, & Saltin, 2000). Usled treninga mišićna vlakna tipa II mogu se dvostruko više povećati nego spora vlakana, tipa I, odnosno povećanje relativne površinu poprečnog preseka brzih vlakana bez povećanja relativne proporcije brzih vlakana u mišićima (Andersen & Aagaard, 2000). Hather, Tesch, Buchanan,

& Dudley (1991), izvestili su da je 19 nedelja intenzivnog treninga opterećenja izazvalo smanjenje procenta tipa IIb i povećanje procenta vlakana tipa IIa u mišiću vastus lateralis-u, što sugeriše da je trening opterećenja izazvao transformaciju među brzo-podtipovima vlakana trzanja. Sa istom veličinom poprečne površine mišićnih vlakana pokazuje se bolje iskorišćenje od 65% kod brzih vlakana u odnosu na istu veličinu poprečne površine sporih vlakana (Tesch, Komi, Jacobs, Karlsson, & Viitasalo, 1983). Maksimalna brzina skraćivanja mišića izmerena je $6 \text{ fl} \cdot \text{s}^{-1}$ (dužina vlakna u sec) za tip II, i $2 \text{ fl} \cdot \text{s}^{-1}$ za tip I (Challis, 2000).

Goldspink, (1992) je otkrio da je brzina konzumiranja ATP poprečnih mostova veća u brzim mišićnim vlaknima nego u sporim. Svaka mišićna grupa ima različit odnos tipova vlakana gde se uočava pravilo da površinski slojevi mišića imaju veći procenat brzih a dublji slojevi spora mišićna vlakana (Grotmol, Totland, & Kryvi, 1988; Kernell, 1998). U cilju unapređenja ovog odnosa kod sportista, eksperimentalno je utvrđeno da usled nervne aktivacije sa istim stimulativnim frekvencijama koje su zastupljene u sporim vlaknima može se izvršiti promena na biohemijska i strukturalna svojstva brzih vlakana (Roy, Baldwin, & Edgerton, 1991).

Količina skladištene elastična energija je manja u mišićima u kojima dominiraju spora nego u onim sa brzim mišićnim vlaknima, dok je veća elastičnost ostalih sekundarnih komponenti (veća količina kolagena, elastina i retikulina) kod mišića sa sporim vlakanima (Fung, 1981; Komi, 1984; Kovanen, Suominen, & Heikkinen, 1984).

Glavno svojstvo mišićnih vlakana odnosno mišića, je da se kontrakuju i omogućće čoveku da vrši različite pokrete, bilo da su prosti (jednozglobni) ili kompleksni (višezglobni), koji su takođe i sastavni deo svakog tipa programa vežbanja pa i pliometrijskog (Željaskov, 2004; Zatsiorsky, 2008; Verkhoshansky & Siff, 2009; Taube, Leukel, & Gollhofer, 2012). Različiti pokreti su sastavni deo mišićnih vežbi koje se grubo dele na statične i dinamične iako sve dinamičke akcije imaju statičku fazu, a koje su sačinjene od različitih tipova kontrakcija koje mišići izvršavaju. Postoje koncentrične, ekscentrične, izometrijske i izokinetičke kontrakcije (Željaskov, 2004; Komi & Nicol, 2000). Svi vidovi kontrakcija nikada se ne javljaju u izolovanoj formi i zbog toga se ne smeju zanemariti faze kratkog trajanja tokom kontrakcija, zbog toga se u skorije vreme obraća posebna pažnja pomoću EMG i TMG (Komi & Nicol, 2000; Šimunič, Rozman, & 2005; Verkhoshansky & Siff, 2009).

Usled statičkog treninga sarkoplazmički deo mišićnih vlakana se povećava, miofibrile se skupljaju u snopove, jezgra postaju okruglija, motoričke ploče na krajevima poprečno se

šire, u zavisnosti od mišićnog vlakna, kapilari su izrazitiji i slojevi endomizijuma i perimizijuma se zgušnjavaju. Dok kod dinamičkog treninga poprečne pruge miofibrila postaju veoma izražene, jezgra ovalnija i vretenasta, motoričke ploče na krajevima se izdužuju do dužine mišićnih vlakana i slojevi endomizijuma i perimizijuma postaju tanji (Verkhoshansky & Siff, 2009).

Vrste pokreta koji izvode mišići prilikom vežbanja su različiti, mišići mogu vršiti: fleksiju, ekstenziju, addukciju, abdukciju, pronaciju, supinaciju, dorzifleksiju, plantarnu fleksiju, rotaciju i cirkumdukciju (Zatsiorsky, 2008; Verkhoshansky & Siff, 2009; Bartlett, 2014).

Kod izvođenja kompleksnih pokreta i vežbi uloga mišića deli se u zavisnosti u kojem trenutku neki deo tela vrši određeni pokret, te stoga mišići mogu biti: *agonisti* (neposredno izvršavaju pokret), *antagonisti* (suprotstavljaju se sili agonista), *sinergisti* (pomagači agonistima tokom vršenja pokreta), *fiksatori* (stabilizuju pokret izometrijskom kontrakcijom), i *neutralizatori* (eliminiraju suvišne pokrete obostranom kontrakcijom) (Gottlieb, Corcos, & Agarwal, 1989; Zatsiorsky, 2008; Verkhoshansky & Siff, 2009; Latash, 2018).

Prilikom izvođenja vežbi i sistematskog treniranja deluje se na biološke osobine mišića tj. može doći do *hipertrofije*. Izokinetički način treniranja je najefikasniji iz neuromišićnih razloga dok je dinamički auksotonički za razvoj snage i hipertrofije (Komi, 1973b). Skoro-maksimalni i eksplozivni trening dovode do veće hipertrofije u brzim nego u sporim vlaknima (Hakkinen, 1985; Željaskov, 2004). Kada se javi hipertrofija površina vlakana sporije raste u odnosu na obim, ova neravnoteža prouzrokuje raspad vlakana i menjanje u kojem se čuva njihovo originalno termodinamičko stanje (Nikituk & Samoilov, 1990).

Postoje dva tipa hipertrofije:

- Sarkoplazmatska hipertrofija. U ovom slučaju se povećava zapremina nekontraktilnog proteina i polutečne plazme između mišićnih vlakana. Iako se površina poprečnog preseka mišića povećava, gustina mišićnih vlakana po jedinici površine se smanjuje i nema odgovarajućeg povećanja mišićne snage.

- Hipertrofija sarkomera. Ovde postoji povećanje veličine i broja sarkomera koji čine miofibrile. Oni se mogu dodati u seriji ili paralelno sa postojećim miofibrilima, iako će samo

paralelni rast doprineti povećanju sposobnosti stvaranja mišićne napetosti. Površinska gustina miofibrila se povećava i postoji značajno veća sposobnost ispoljavanja mišićne snage.

Bosco, (1982) skreće posebnu pažnju prilikom javljanja hipertrofije oba tipa vlakna jer se mora očuvati neprocenjiva uloga razvoja brzih vlakana koja mogu biti anulirana sa pratećim rastom sporih vlakana, zato što se kasnije javlja prigušujući efekat na kontrakcije brzih vlakana tokom izvođenja brzih pokreta. Razlog je u brzini skraćivanja sporih vlakana koja su previše spora i stvaraju značajan prigušujući efekat na ukupnu mišićnu kontrakciju. Stoga objašnjenje da sportisti sa većim procentom brzih mišićnih vlakana u mišićima donjih ekstremiteta ispoljavaju maksimalni efekat pliometrijske akcije kada je ekscentrična faza kratka, dužina pokreta mala i vreme skraćivanja kratko, dok sportisti sa većim brojem sporih mišićnih vlakana performanse skoka bolje su kada je ekscentrična faza duža, dužina pokreta veća kao i duže vreme skraćivanja jer je vreme spajanja poprečnih mostova aktin-miozina duže (Bosco et al., 1983).

Usled nedostatka fizičke aktivnosti ili kod povrede sportista javlja se *atrofija* mišića (obrnuti proces hipertrofije) (Roy et al., 1991; Enoka, Gandevia, McComas, Stuart, & Thomas, 1996). Takođe povećanje broja vlakana naziva se *hiperplazija* (Nikituk & Samoilov, 1990), koja nije moguća kod čoveka, a jedino su moguća dva tipa subfibrilna hiperplazija;

- Sarkoplazmička hiperplazija-povećanje broja sarkoplazmičkih organela,
- Miofibrilarna-mitohondrijska hiperplazija-povećanje broja miofibrila i mitohondrija (Nikituk & Samoilov, 1990).

Pored razumevanja svojstva mišića posebnu ulogu izvršavanja različitih pokreta i vežbi imaju tetive koje mogu nositi duplo veću snagu od one koja je u mišićima, te je i učestalost povreda veća (Kirkendall & Garrett, 1997). Prilikom izvođenja pliometrijskih vežbi i brzog smenjivanja različitih kontrakcija značajno se utiče na skladištenje i očuvanje većeg dela energije u tetivama što prouzrokuje bolju efikasnost mišićnog delovanja (Verkhoshansky & Siff, 2009). Zategnute tetive čuvaju energiju koja se pretvara u bolju efikasnost mišića prilikom sprinterskog trčanja (Cavagna, 1977). To se postiže prilikom izometrijskih kontrakcija koje su ekonomičnije od ostalih, zato se preporučuje istezanja tetiva i ligamenata u granicama ne narušavanja stabilnosti zglobova (Cavagna, 1977).

Neraskidiva veza dejstva pliometrijskog treninga na ekscentrične i koncentrične kontrakcije uveliko je ispitivana tako da je moguće izneti činjenice koje pomažu u

razumevanju planiranja programa vežbanja ali i efektima na razvoj eksplozivne snage i brzine sportista.

Razlika između ekscentrične i koncentrične kontrakcije zavisi od brzine kontrakcije. Kako se brzina kontrakcija povećava tako se maksimalna ekscentrična sila povećava dok se koncentrična sila smanjuje (Komi, 1973a). Veće stvaranje sile tokom ekscentričnih kontrakcija je zbog tenziogenerativnog kapaciteta vezivnog tkiva više nego zbog kontraktivnih elemenata mišića (Komi & Buskirk, 1972). Tokom izvođenja neke pliometrijske vežbe sila u ekscentričnoj fazi je 110% do 180% od maksimalne izometrijske proizvedene sile (Katz 1939; Joyce & Rack, 1969; Mashima, 1984; Challis, 2000).

Najbolji uslovi za brzo razvijanje mišićne sile su prilikom ekscentričnih kontrakcija jer je ona najmanje metabolički zahtevna (Cavanagh & Komi, 1979; Jones & Rutherford, 1987; Hortobagyi, Hill, Houmard, Fraser, Lambert, & Israel, 1996a). Ona takođe proizvodi najveću silu praćenu sa izometrijskim pa zatim koncentričnim kontrakcijama. Vežbe sa ekscentričnim kontrakcijama prouzrokuju maksimalnu mišićnu silu veću u proseku 1,2 do 1,6 puta u odnosu na vrednosti kod koncentričnih i izometrijskih vežbi (Željaskov, 2004). Za ekscentrične kontrakcije, sila koju može da izvrši mišić povećava se sa povećanjem brzina izdužavanja sve dok se ne postigne kritična brzina pri kojoj sila postaje konstantna neovisna o brzini i jednaka je oko 1,5–2,0 puta maksimalnoj izometrijskoj sili na optimalnoj dužini (Hull & Jorge, 1985; Patterson & Moreno, 1990; Sanderson, 1991; Herzog, 2000). A kada se posmatra odnos između ekscentrične i koncentrične maksimalne sile onda je 10% do 40% veća tokom ekscentrične kontrakcije. Koncentrična kontrakcija je najslabija od ove tri, paradoksalno je da se prilikom izvođenja pliometrijskog pokreta najveća sila prenosi i ispoljava tokom koncentrične faze. Zato su ekscentrična preizdužujuća i faza amortizacije najbitnije za optimalno razvijanje eksplozivne snage mišića (Komi, 1973; Barnes, 1981; Bosco et al., 1982; Cabri, 1991; Verkhoshansky & Siff, 2009; Davies et al., 2015). Kod ekscentrične kontrakcije mišićni tonus je najmanji tokom ekscentrične faze u bilo kojem pokretu u odnosu na koncentričnu ili izometričku fazu iako je ekscentrična aktivnost glavni uzrok javljanja mišićne utrnulosti. Mišićni tonus tokom maksimalne ekscentrične kontrakcije može biti veći za 30-40% nego onaj u koncentričnoj ili izometrijskoj kontrakciji (primer kada sportista može spustiti određeni teret na bendž presu ali ne može podići). Manje motoričkih jedinica potrebno je da se tokom ekscentričnog rada proizvede veća mišićna tenzija nego tokom koncentričnog rada. Tokom ekscentrično koncentričnog ciklusa tenzija na početku koncentrične kontrakcije mnogo je veća u odnosu ako bi se pokrenula od početnog položaja

bez prethodnog naprezanja što prikazuje i iskorišćenje elastične energije koja je skladištena i u ligamentima i tetivama u nezamerljivoj količini. (Verkhoshansky & Siff, 2009).

Ono što čini pliometrijski trening tako efikasnim je periodizacija i doziranje (Fleck, 1996; Davies et al., 2015). Prilikom planiranja i doziranja programa treniranja bitno je definisati obim, opterećenje, pauze i učestalost (Chu, 1998). A posebna pažnja skreće se na rizik od povreda. Gotovo svi rezultati istraživanja koji su se bavili odnosom sila i efekata na mišićni status atletičara, košarkaša, odbojkaša i drugih sportista prilikom vežbanja skreću pažnju na rizik od povreda koji je najveći kod vežbi koje iziskuju ekscentrične kontrakcije (Brewer, 2017). Odgovor leži u tome da se tokom ekscentričnih vežbi proizvodi mnogo veća sila nego tokom koncentričnih vežbi (Verkhoshansky & Siff, 2009).

Nastajanje povreda zavisi od više faktora uključujući glavne, intezitet i trajanje vežbi kao i utreniranost sportiste (Armstrong, Warren, & Warren, 1991; Grabiner, 2000). Postoje tri faze koje predstoje u stvaranju povrede posle ekscentričnih kontrakcija prilikom izvođenja:

- početna faza,
- faza prenamaganja jona kalcijuma,
- i autogena faza.

Ove faze se pojavljaju pre nastanka zapaljenja i fagocitnih ćelija koja prethodi regenerativnoj fazi (Armstrong et al., 1991; Armstrong, Warren, & Lowe, 1995; Grabiner, 2000). Biopsijom mišića vastus lateralis-a utvrđene su promene na sarkomerama odnosno miofilamentne elemente samo kod ispitanika koji su izvodili ekscentrične kontrakcije (Friden, Sjöström, & Ekblom, 1983). Takođe nastaju više preferencijane povrede na brzima mišićnim vlaknima tip II izazvanim istezanjem u odnosu na ostala zbog manje razvijenog endomizijuma (Stauber, 1989; Prilutsky, 2000).

Iako se proizvode veće sile u ekscentričnim kontrakcijama razumevanje nastanka povreda leži u citoskeletu skletenih mišića. Citoskelet je dinamička organela sačinjena od mikroniti, srednjih niti i mikrotubula, koja poseduje mogućnost veoma brzo reorganizacije. Jedna od uloga citoskeleta je pružanje mosta i organizacija ćelijskog sadržaja. Pored toga glavna uloga je olakšanje kretanja. Citoskelet mišićnih vlakana sačinjavaju egzozarkomerni i endozarkomerni citoskelet, prvi je sačinjen od desmina, vimentina i sinemina koji se nalaze na perifernom delu vlakana i služe za uzdužno regulisanje sarkomera (aktina i miozina), dok se

drugi tip sastoji od titina i nebulina unutar sarkomera (Waterman-Storer, 1991; Patel & Lieber, 1997). Zajedno omogućavaju mehanički okvir koji prenosi kontraktivne sile mišića u svim pravcima (Patel & Lieber, 1997).

Ekscentrična kontrakcija može poremetiti citoskelet najčešće u vidu fizičke veze Z diska sarkomera-desimina, koji direktno određuje jačinu tonusa tetiva (Friden, Sjöström, & Ekblom, 1981; Lieber, Thornell, & Fridén, 1996). Nivo međucelijskih enzima-kreatina kinase je najbolji kontrolor rizika od povreda prilikom vežbanja pliometrijskih programa. (Grabiner, 2000). Brown, Child, Day, & Donnelly, (1997), ustanovili su da sa 10 maksimalnih ekscentričnih kontrakcija nema promena nivoa kreatina kinase, što potvrđuje da postoji granica ispod koje ne nastaju povrede kod ekscentričnih vežbi.

Iz navedenih rezultata i saznanja istraživača, Enoka (1996), potvrdio je hipotezu da većina ljudi ne mogu maksimalno aktivirati skeletne mišiće tokom ekscentričnih kontrakcija i da je nervna aktivaciju “jedinstvena”, zato što čovek bira kako i koliko će aktivirati mišić tokom ekscentričnih vežbi. CNS nevoljno bira i stvara određene blokade prilikom izvođenja ekscentričnih vežbi, ali uz pomoć treninga moguće je poništavanje tih blokada (Owings & Grabiner, 1998a; Owings & Grabiner, 1998b). Maksimalna voljna kontrakcija je manja u odnosu na koncentrične kontrakcije, u suprotnosti sa navedenim kada se vrše više ponavljanja ekscentrične vežbe pokazuju manje zamora mišića i generisanje sile u odnosu na isti protokol kod koncentričnih vežbi (Enoka, 1996). Sa 40%-tnim povećanjem maksimalne voljne ekscentrične kontrakcije dobija se 100%-tno povećanje zamora treniranih mišića opružaća kolena (Hortobágyi et al., 1996a).

1.2. Definisanoost pojmova

Da bi se lakše pristupilo problemu i predmetu istraživanja, objašnjeni su osnovni pojmovi koji su korišćeni u radu.

Pliometrija je oblik vežbanja koji koristi veliku količinu brzine i sile prilikom izvođenja različitih pokreta koji služe za razvoj mišićne snage. Pliometrija uključuje različite vidove pokreta kao što su trčanja, skakanja, udaranja i bacanja, a takođe je princip vežbanja podeljen na vežbe koje obuhvataju ciljne regije mišića u gornjim i donjim ekstremitetima (Zatsiorsky, 2008; Verkhoshansky & Siff, 2009; Chu & Meyer, 2013; Davies et al., 2015).

Kinetika je metoda za određivanje sila koje se proizvode prilikom izvođenja nekog pokreta ili zadatka koji ispitanik izvršava u laboratorijskim uslovima. Za dobijanje podataka

proizvedene sile u horizontalnoj, vertikalnoj ravni i lateralnim pravcima koriste se tenziometarske platforme. Uz pomoć ove tehnologije dobijaju se precizni podaci sila i vremena trajanja prilikom izvođenja raznih pokreta-vežbi, u izlasku iz startnog bloka, varijacijama horizontalnih i vertikalnih skokova pa i merenja i pliometrijskih vežbi gornjih ekstremiteta (svaki deo tela koji ima kontakt sa površinom tenziometarskih platformi). Ova metoda se najčešće koristi za određivanje nivoa razvoja sprege snage-brzine u laboratorijskim uslovima kao i u takmičarskim uslovima. Pomoću ove metode dobijaju se podaci odskočne snage u koncentričnim i ekscentričnim naprezanjima iz različitih pliometrijskih vežbi (Čoh, 2008).

Kinematika je metoda zasnovana na snimanju pokreta tela ispitanika prilikom izvođenja nekog zadatka ili vežbe sa visoko rezolucijskom (100-1000 Hz) digitalnom video kamerom ili setom video kamera u trodimenzionalnom prostoru. Kalibriranjem prostora i digitalizacijom tačaka koje predstavljaju segmente delova tela ili centre zglobova ispitanika služe kao osnova za određivanje kinematičkih parametara (brzine, ubrzanja, rastojanja, dužine pokreta tela tj. dela tela, centra teže ispitanika i td.). Realna slika se transformiše kao digitalni zapis koristeći ručnu ili automatsku digitalizaciju određenog broja segmenata koji čine jedinstveni model za ispitivanje. Postoje 2D i 3D modeli koji se koriste u biomehaničkim analizama naučnih eksperimenata (Čoh, 2008).

Tenziomigrafija je alternativna neinvazivna metoda, za razliku od invazivnih (jedno maksimalno ponavljanje i mišićna biopsija). U praksi se više preporučuje zbog neizazivanja zamora mišića i menjanja trenaznog redosleda ispitanika-sportiste. Ona koristi visoko precizne digitalne senzore (4 lm), (Križaj, Šimunič, & Žagar, 2008; Hunter, Galloway, Smith, Tallent, Ditroilo et al., 2012), koji prate radijalnu deformaciju mišića i vrši procenu kapaciteta kontrakcija preko procene mišićnih mehaničkih karakteristika pomoću električne stimulacije (de Paula Simola, Harms, Raeder, Kellmann, Meyer et al., 2015a). Podaci radijalnog mišićnog pomeranja direktno pokazuju tonus i kontraktivnu silu mišića (Pišot, Narici, Šimunič, De Boer, Seynnes et al., 2008), brzina kontrakcije, vreme kontrakcije koja određuje kompoziciju mišića tj. zastupljenost tipa mišićnih vlakana (Dahmane, Djordjevič, Šimunič, & Valenčić, 2005) i vreme kašnjenja zajedno pokazuju mišićni umor, precizno prave razliku u fizičkim kvalitetima sportista, poreklo treninga i indentifikovanje akutne ili hronične promene neuromišićnih sposobnosti između sportista i rekreativaca (Tous-Fajardo, Moras, Rodríguez-Jiménez, Usach, Doutres et al., 2010).

SJ (skok iz čučnja) vrsta je nepliometrijske vežbe koja se izvodi u laboratorijskim uslovima na tenziometrijskoj platformi/ma, gde sportista-ispitanik izvodi skok sa koncentričnim naprezanjem. Skok se izvodi iz totalnog fiksiranog položaja gde je ugao u zglobu kolena 140-150° i bez zamaha ruku u cilju izbegavanja efekta iskorišćenja elastične energije skladištene u mišićima i mehanizma refleksa (Čoh, 2008; Verkhoshansky & Siff, 2009).

CMJ (skok sa počučnjem sa fiksiranim rukama) jeste vrsta udarne pliometrijske vežbe koja se izvodi u laboratorijskim uslovima na tenziometrijskoj platformi/ma, gde se sportisti-ispitaniku mere parametri iz faza ekscentrično-koncentričnog tipa skoka. Mišići i ligamenti prilikom izvođenja ovog skoka se izdužuju i u najkraćem vremenu skraćuju i koriste skladištenu elastičnu energiju iz prve i prenose je u drugu fazu gde se povećava visina odskoka. Početna pozicija tela ispitanika-sportiste je sunožnog stava na postolju određene visine gde se vrši pomeranje tela iz ravnotežnog položaja ka površini sa normalnim ubrzanjem dejstva zemljine teže. Nakon kontakta sa podlogom vrši se proces faza pliometrijske akcije, vežba se završava jednim maksimalnim odskokom (Čoh, 2008; Verkhoshansky & Siff, 2009), a CMJ iziskuje manje metaboličke energije po jedinici pozitivnog rada nego SJ (Prilutsky, 2000).

Depth Jump (skok u dubinu sa postolja) je vrsta maksimalne udarne pliometrijske vežbe koja se izvodi u laboratorijskim uslovima i ima za cilj razvoj i procenu eksplozivne snage. Skok u dubinu se razlikuje od submaksimalne udarne pliometrijske vežbe drop jump-a, jer se prilikom izvođenja maksimalno koristi elastična energija mišića, što je i razlog većih vrednosti vremena kontakta i ugla zgloba kolena prilikom kontakta sa podlogom. Početna pozicija tela ispitanika-sportiste je sunožnog stava na postolju određene visine, gde se vrši pomeranje tela iz ravnotežnog položaja ka površini sa normalnim ubrzanjem dejstva zemljine teže kod obe vrste skoka, (Zatsiorsky, 2008; Verkhoshansky & Siff, 2009). Kod drop jump-a najveća visina 80 cm sa koje se primećuju prvi ozbiljniji znaci zaštite organizma od različitih izvora (npr. Golgijev tetivni organ), dok se u slučajevima sa 140 cm primećuje smanjena refleksna reakcija u cilju zaštite od povreda (Komi & Nicol, 2000).

Depth landings (doskoci) specijalna je vrsta skoka u dubinu bez odskoka koji spada u pseudo pliometrijsku maksimalnu vežbu koja se takođe izvodi u laboratorijskim uslovima i ima značajan uticaj na razvoj ekscentrične i koncentrične snage mišića donjih ekstremiteta. Početna pozicija tela ispitanika-sportiste je sunožnog stava na postolju određene visine gde se

vrši pomeranje tela iz ravnotežnog položaja ka površini sa normalnim ubrzanjem dejstva zemljine teže, gde je visina postolja veća u odnosu na različite skokove u dubinu. Tokom faze leta zglobovi donjih ekstremiteta su potpuno ispruženi i tek se savijaju neposredno pre kontakta sa površinom (McNitt-Gray, 1993). Interesantno je napomenuti da je moguće voljno moduliranje spoljnog opterećenja tokom udara, tj. doskoka za čak osam puta veću veličinu telesne mase pomoću višezglobne strategije upravljanja (McNitt-Gray, 2000).

Horizontalni skok koji je bio deo disciplina na Olimpijskim igrama sve do 1912. godine danas se koristi kao standardni test procene nivoa eksplozivne snage nogu. Skok iz mesta izvodi se iz stojećeg početnog stava sa sunožnim stavom, koristi se zamah rukama i kontra pokret telom, da bi se generisala veća početna brzina tela prilikom sunožnog odskoka. Odskok je karakterističan sa velikim nagibom tela napred i u fazi leta savija noge ispod tela i napred u pripremi za doskok. Prilikom doskoka trup je i dalje nagnut napred i stopala su ispred kukova, dok se održava ravnoteža tela bez padanja unazad. Idealni izračunati ugao težišta tela prilikom odskoka je oko 19° , dok poželjni opseg sportista prilikom skakanja iznosi $29-38^\circ$, a brzina prilikom odskoka je između (3.0-4.2 m/s). Ne postoji biomehaničko obrazloženje izbora ovih uglova prilikom skakanja (Wakai & Linthorne, 2005).

Koncentrična kontrakcija je dinamička mišićna kontrakcija gde dolazi do skraćivanja mišića. Proksimalni i distalni mišići se vežu jedni prema drugima, a dejstvo sile je suprotno od pravca kretanja. Mišićna akcija koja proizvodi silu da bi savladala određeno opterećenje, a vid kretanja je odskok, bacanje, dizanje i guranje. Rad koji je postignut u koncentričnim kontrakcijama oslovljava se kao pozitivan (Željaskov, 2004; Zatsiorsky, 2008).

Ekscentrična kontrakcija je takođe dinamička mišićna kontrakcija kod koje se izdužuje mišić, proksimalni i distalni delovi mišića odmiču jedni od drugih, a sila deluje u istom pravcu u kom se vrši pokret. Mišićna sila popušta pod nametnutim opterećenjem, jer je spoljašna sila veća od unutrašnje mišićne sile. Kretanja su doskok u čučnju ili polučučanj nakon saskoka sa visine (Željaskov, 2004). Rad koji je postignut u ekscentričnim kontrakcijama oslovljava se kao negativan. Treba napomenuti da se “odložen početak utrnulosti mišića” javlja najviše u ekscentričnoj u odnosu na ostale tipove kontrakcija (Verkhoshansky & Siff, 2009).

Izometrijska kontrakcija (konstantna dužina mišića) jedina je statička kontrakcija kod koje je uspostavljena ravnoteža unutrašnje i spoljašne sile. Proksimalni i distalni delovi mišića ne pomeraju se jedni prema drugima. Mišići se skraćuju, a u isto vreme se rastežu tetive, što

daje naprezanje, tj. proizvodi se sila bez dužine mišića. Mehanički nije izvršen rad, ali je merljiva energetska potrošnja (nema pokreta) (Željaskov, 2004). Izometrijska kontrakcija može se preciznije definisati kao mišićna akcija koja se dešava kada nema spoljnih pokreta ili promene ugla zgloba. Pojavljuje se kada sila koju stvara mišić tačno uravnoteži otpor koji mu se nameće i ne dođe do pokreta (Ito, Kawakami, Ichinose, Fukashiro, & Fukunaga, 1998).

Izokinetička kontrakcija (konstantna brzina kretanja) takođe je dinamička mišićna kontrakcija koja je određena spoljašnjim otporom i zavisi od brzine pokreta koja se može održati na istom nivou i kao takva stvara uslov za maksimalno opterećenje mišića tokom pokreta. Otpor je proporcionalan primenjenoj sili u svim tačkama radnog opsega. Jedna od retkih prilika kada se odvija izokinetičko delovanje je tokom izometrijske kontrakcije. U ovom slučaju brzina kretanja udova je konstantna i jednaka nuli (Verkhoshansky & Siff, 2009).

Izotonična kontrakcija (konstantna napetost mišića), javlja se u statičkim uslovima, a u tom slučaju preciznije se zove "izotonična izometrijska akcija". Kao što je slučaj sa svim aktivacijama mišića, postoji vreme porasta nakupljanja napetosti, srednja faza maksimalne napetosti i konačno vreme propadanja napetosti (Verkhoshansky & Siff, 2009).

Izoinercijalna kontrakcija (konstantno opterećenje) ili *auksotonična kontrakcija* odnosi se na dejstvo mišića koji uključuje promene u napetosti i dužini mišića i zbog toga je često sinonim za izoinercijalno dejstvo, a izoinercijalna kontrakcija se odnosi isključivo na opterećenje (Verkhoshansky & Siff, 2009). Tokom izvođenja vežbi sa opterećenjem telo se kreće sporo. Zato se takav tip dinamičko izometričke akcije naziva *kvaziizometrička kontrakcija*. Za razliku od izometrijske aktivnosti koja se javlja pod fiksnim uglom zgloba, kvaziizometrijska aktivnost se izvodi tokom većeg dela čitavog opsega pokreta. Ona se može izvoditi u koncentričnom ili ekscentričnom režimu i koristi se takođe za maksimalnu snagu, hipertrofiju mišića i aktivnu fleksibilnost (Verkhoshansky & Siff, 2009).

Sila F je sposobnost savladavanja otpora prvenstveno pomoću mišićnog naprezanja. Sila zavisi od broja aktivnih motornih jedinica (postoji aktivno i pasivno stanje mišića). Predstavlja kompleksnu interakciju svih neuromišićnih elemenata neuralnih, mišićnih i mehaničkih faktora (Enoka, 1988). Tokom kontrakcije mišići generišu silu pretvarajući hemijsku energiju u mehanički rad (Frontera & Ochala, 2015). Prema drugom Njutnovom zakonu sila je jednaka proizvodu mase tela i njegovog ubrzanja. Svaku sportsku disciplinu

pored ostalog karakteriše i određeno ubrzanje (promena brzina V u jedinici vremena) tela, segmenta tela ili rekvizita (Zatsiorsky, 2008).

Postoje:

Apsolutna sila, mera maksimalnog naprezanja mišića, a njen pokazatelj je maksimalni teret koji se može podići ili maksimalna sila koja se može razviti. Relativna sila ukazuje na silu ostvarenu po kilogramu mase ispitanika (Zatsiorsky, 2008).

Brzina V podrazumeva sposobnost izvođenja pokreta ili kretanja maksimalno mogućom brzinom, pri čemu spoljašnji otpor nije veliki, a aktivnost ne traje dugo kako ne bi došlo do pojave zamora (Zatsiorsky, 2008). Kao pojam iz fizike definiše se kao odnos pređenog puta i vremena koje je potrebno za taj put Verkhoshansky & Siff (2009). Brzina se deli na: *brzinu reagovanja, brzinu pojedinačnog pokreta, frekvenciju pokreta* (Zatsiorsky, 2008), a po Verkhoshansky & Siff (2009): *Brzine motorne reakcije; brzine pojedinačnih pokreta, brzine frekventnih pokreta i brzine kretanja u kratkom vremenu.*

Snaga P predstavlja sposobnost mišića da deluje relativno velikim silama, pri umerenom spoljašnjem otporu, ali pri velikim brzinama skraćivanja mišića (Verkhoshansky & Siff, 2009).

Formule:

$$P = A / t = F \times V$$

Jedinice

Sila- F je njutn (N), Dužina- S , metar (m), Rad- A ,džul (J), Vreme- t , sekunda (s), Snaga- P , vat (W), Brzina- V , (m/s).

Odnos sile i dužine je statično svojstvo mišića. Ključna stvar prilikom određivanja sprege je određivanje dužine mišića, maksimalno aktiviranje mišića i nakon toga merenje ravnotežne sile. Maksimalna sila zavisi od mišićne dužine (Herzog, 2000).

Odnos sile i brzine opisuje odnos između maksimalne sile na optimalnoj dužini mišića (dužina mišića na kojoj je moguće proizvesti maksimalnu izometrijsku silu) i odgovarajuće brzine mišićnog skraćivanja. Ovaj odnos najviše zavisi od raspodele mišićnih vlakana (Herzog, 2000).

Odnos snage i brzine karakteriše kada mišić proizvodi konstantnu silu koja pomera određeni otpor na konstantnoj brzini ($P = F \cdot v$). Kada brzina nije u istom smeru kao i sila, onda se označava snaga-rad kao negativan ili pozitivan. Maksimalna snaga mišića dostiže vrhunac brzinom od oko 30% maksimalne brzine skraćivanja mišića (Tihanyi, Apor, & Fekete, 1982).

2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

Da bi se bolje objasnila trenutna saznanja i rezultati vezana za efekte pliometrijskih programa vežbanja potrebno je reprezentovati i analizirati rezultate studija iz eminentnih časopisa. Za prikupljanje, klasifikaciju i analizu aktuelnih istraživanja korišćena je teorijska analiza i deskriptivna metoda, a pretrage se vršila pomoću elektronskih baza podataka.

Za pretraživanje literature korišćene su sledeće elektronske baze: PubMed, MEDLINE, Google Scholar, ScienceDirect, ERIC od 1999. do 2021. Pretraživanje je vršeno korišćenjem sledećih terminoloških odrednica: *plyometrics, effects of plyometric programs, eccentric exercise, concentric exercise, athletics, basketball, volleyball, depth landings, kinetic, kinematic, tensiomyography*. Strategija pretraživanja je modifikovana za svaku elektronsku bazu, gde je to bilo moguće, u cilju povećanja senzitivnosti. Svi naslovi i apstrakti su pregledani za potencijalne radove, takođe, pregledane su liste referenci prethodnih preglednih i originalnih istraživanja.

Relevantne studije su dobijene nakon detaljnog pregleda, ukoliko su ispunile kriterijume za uključivanje. Kriterijumi za uključivanje opisani su u nastavku.

2.1. Kriterijumi za uključivanje

2.1.1. Vrsta studije

Kontrolisane randomizirane i nerandomizirane longitudinalne studije o proceni biomehaničkih parametra kod različitih sportistkinja. U analizu su uključena istraživanja pisana na engleskom jeziku.

2.1.2. Uzorak ispitanika

Uključeni ispitanici su sprinteri, odbojkaši i košarkaši oba pola uzrasta od 15 do 19 godina,iskusni sportisti (učesnici takmičenja na međunarodnom i nacionalnom nivou).

Zdrastveni status sportista je zdravo bez deformiteta i veštačkih pomagala koje utiču na normalno izvođenje pokreta skoka i kretanja.

2.1.3. Vrsta intervencije

Istraživanja koja utvrđuju procenu i efekte pliometrijskog treninga na razvoj eksplozivne snage i brzine donjih ekstremitata ispitanika.

2.1.4. Vrsta izlaznih rezultata

Studije su bile uključene ukoliko su prikazivale procenu, efekte i trenutno stanje eksplozivne snage i brzine donjih ekstremiteta ispitanika.

2.2. Kriterijumi za isključivanje

Kriterijumi za isključivanje bila su: 1) istraživanja koja nisu koristila pliometrijske programe vežbanja; 2) ukoliko su ispitanici mlađi od 15 godina i stariji od 19 godina, zbog nedostatka radova koji su ispitivali sprintere u uzrastu koji je propisan od 15 do 19 godina, uključene su jedine studije koje su ispitivale sprintere do 25 godina i 3) istraživanja vršena na drugim sportistima bez atletičara, košarkaša i odbojkaša.

Pretragom je indentifikovano 723 potencijalno relevantnih studija i još 45 na osnovu pregleda referenci. Posle uklanjanja duplih studija i analize naslova i apstrakta ostalo je 212 studija. Analizom celokupnih tekstova po kriterijumima uključenja i isključenja ostalo je 15 studija.

Figura 1. Prisma flow pokazuje prikaz procesa sastavljanja, analize i eliminacije studija.

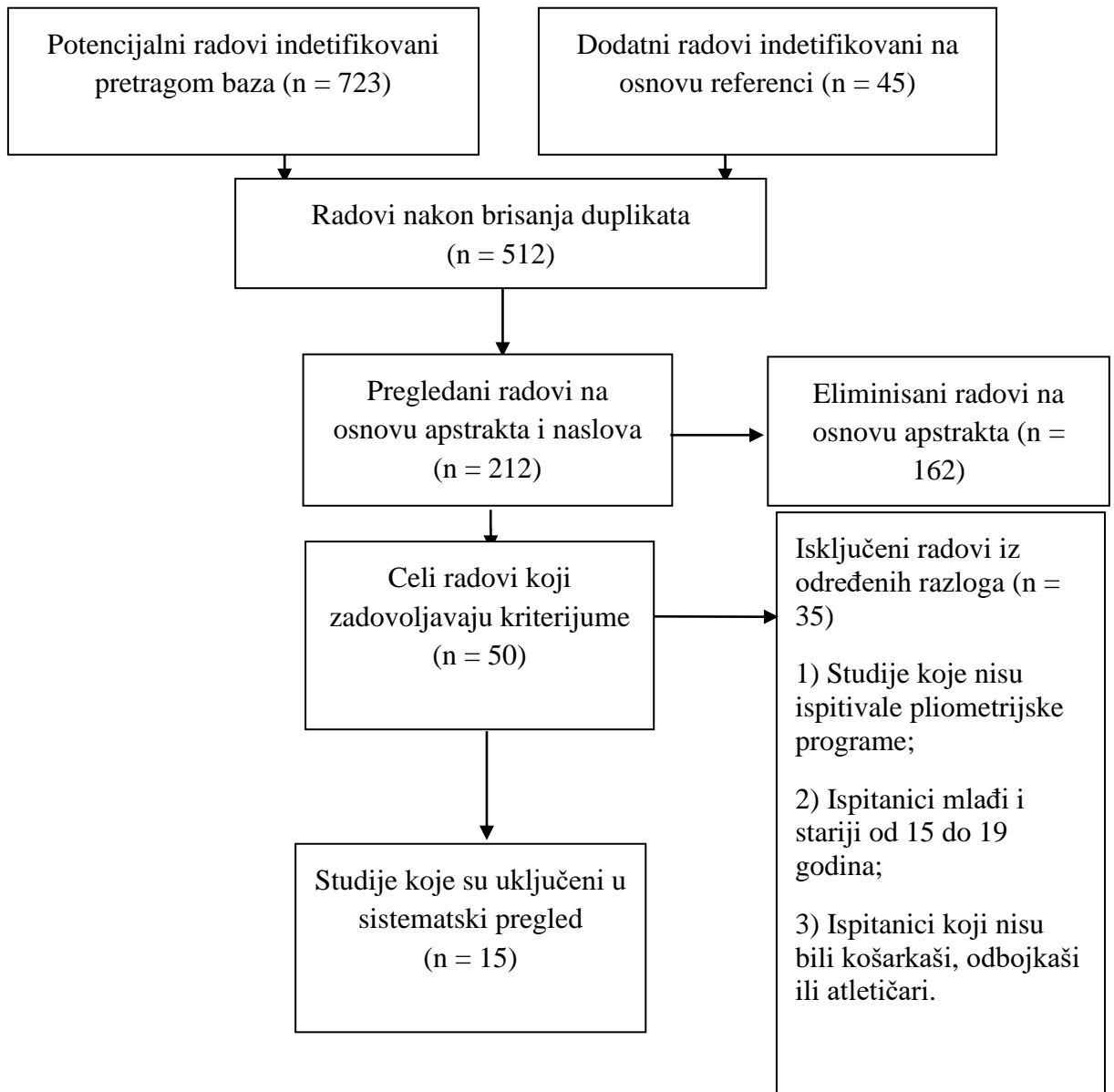


Tabela 2. Sistematski prikaz uključenih studija

Redni broj; Studija (godina)	Broj (n), pol, uzrast i sport ispitanika	Grupe	Trajanje programa, učestalost (u nedelji) i dužina trajanja treninga	Karakteristike programa: intezitet (%), vežbe (tip i opis), i broj skokova po treningu	Rezultati	Zaključak
1) Idrizovic et al., (2018)	n= 47 Ž 16,6 god Odbojka	G1-13 PI G2-17 NPI K-17	2/12 Td-40-60 min	L, MOD i H CMJ; DJ (20-60 cm); 20 m sprint i Dr UnS-613 Os-120-300 s	G1-20 m = 5,7% ↑ CMJ= 16,9% ↑ G2-20 m = 0,2% ↑ CMJ= 9% ↑ K-20 m = 0,1% ↑ CMJ= 8,5% ↑ G1 ↑- 20 m sprint (η ² = .09; mali ES), CMJ (η ² = .29; veliki ES), u odnosu na G2.	PI za 2/12 nedelja ↑ sve merene parametre.
2) Martel et al., (2005)	n= 19 Ž 15±1 god Odbojka	G1-10 PI K-9 NPI	2/6 Td-40-60 min	H CMJa; DJ (61 cm); i Dr UnS- >138 Os-30 s	G1-CMJ= 11.1% ↑, K= 4.0% ↑, p<.05	Kombinacijom PI i odbojkaškog treninga dovodi do ↑ u VJ u odnosu na K.
3) Krističević et al., (2016)	n= 54 Ž 15±1 god Odbojka	G1-27PI K-27NT	1/5 Td-40-60 min	MOD i H CMJ; DJ (20-40 cm); SJ; Blok skok; Smeč skok i Dr UnS- >645 Os-x	G1-SJ ↑-Mean= 21.80 cm±4.22 do 24.28 cm±3.4 u odnosu na K1- Mean= 24.32 cm±4.10 do 24.8 cm±4.09 i CMJ ↑- Mean= 28.08 cm±4.83 do 30.72 cm±3.74 u odnosu na K1-Mean= 33.04 cm±6.18 do 33.32 sm±5.62, p<.05	Kod Ž odbojkašica 1/5 nedelja PI ↑ sve merene parametre.
4) Usman & Shenoy, (2015)	n= 120 M= 60 i Ž= 60 19,2 god Odbojka	G1-30 PI G2-30 PI K1-30 NPI K2-30 NPI	2/8 Td-40-60 min	L, MOD i H CMJa; DJ (30-80 cm); SJ; VJ; i Dr UnS- >2976 Os-60-300 s	G1-VJ ↑= 67.33 cm±1.64 u odnosu na K1= 57.22 cm±1.06 i G2-VJ ↑= 50.08 cm±1.83 u odnosu na K1= 42.36 cm±1.07, p<.001	PI donjih ekstremiteta 2/8 nedeljno dovodi do ↑ u VJ i kardiovaskularnom kapacitetu kod odbojkašica i odbojkaša podjednako.

Redni broj; Studija (godina)	Broj (n), pol, uzrast i sport ispitanika	Grupe	Trajanje programa, učestalost (u nedelji) i dužina trajanja treninga	Karakteristike programa: intezitet (%), vežbe (tip i opis), i broj skokova po treningu	Rezultati	Zaključak
5) Newton et al., (1999)	n= 16 M 19,2 god Odbojka	G1-8 P1 K1-8 NPL	2/8 Td-40-60 min	MOD i H CMJ; SJ; VJ; DJ (30-80 cm); i Dr UnS- >576 Os-x	G1-VJ ↑ = 5,9%±3,1 u odnosu na K1- 1,3%±2,5, p<.001, G1-CMJ= za kinetičke parametre u odnosu na K1 i za SJ= kinetički parametri u odnosu na K1 sem za vreme kontakta G1 ↑ = 14,6%±9,7 i vreme leta- 4,7%±3,4, u odnosu na K1= , p= .006 i p= .01.	P1 za 2/8 nedelja dovodi do ↑ VJ kod elitnih sportista.
6) Arazi & Asadi, (2011)	n= 18 M 18 god Košarka	G1-8 P11 G2-8 P12 K1-8 NPL	3/8 Td-40 min	MOD i H SJ; 36,5 m i 60 m sprint i Dr UnS- >1188 Os-30-180 s	G1 i G2-36,5 i 60 m sprint ↑= 0,67 s i 0,7 s; i 0,8 s i 0,93 s, u odnosu na K1, p<.05.	Oba P1 za 3/8 nedelja dovode do ↑ kod košarkaša za parametre snage, sprinta i testa ravnoteže. Takođe, P1 može dovesti do povreda zbog velikog spoljašnjeg opterećenja koje integritet strukture kostiju, ligamenata i tetiva dovodi do mikro trauma.
7) Meszler & Vaczi, (2019)	n= 18 Ž 15,7 god Košarka	G1-9 P1 K1-9 NPL	2/7 Td-20 min	MOD i H CMJ; sprint; VJ; DJ (25-50 cm); i Dr UnS- >600 Os-120-300 s	G1-CMJ ↓= 33.52 cm±3.89 do 31.96 cm±3.48 (-2.0%) u odnosu na K= 28.72 cm±6.66 do 29.06 cm±6.81, p<.007 i za kinetičke parametre izometrijskih kontrakcia = između G1 i K1.	Za 2/7 nedelja P1 ↑ kontraktivne sposobnosti quadriceps muscle, agilnosti i skakačkih sposobnosti a ravnoteža ↓ kod košarkašica. U sezoni se preporučuje izbegavanja dodatnih visoko intezitetnih treninga.

Redni broj; Studija (godina)	Broj (n), pol, uzrast i sport ispitanika	Grupe	Trajanje programa, učestalost (u nedelji) i dužina trajanja treninga	Karakteristike programa: intezitet (%), vežbe (tip i opis), i broj skokova po treningu	Rezultati	Zaključak
8) Arede et al., (2019)	n= 16 M 15 god Košarka	G1-9 Pl K1-7 NPL	4/8 Td-35 min	MOD CMJ; DJ (30 cm); SJ; 10 m sprint; i Dr UnS- 1120 Os-15-120 s	G1-CMJ ↑= 30.31 cm±3.48 do 32.34 cm±4.94 (6.2% 90% CL= .2; 13.0) u odnosu na K1= 29.45 cm±3.27 do 30.56 cm±3.40 (3.8% 90% CL= 2.1; 5.5), SJ ↑= 27.24 cm±2.91 do 29.37 cm±3.72 (7.6% 90% CL 0.8; 14.8) u odnosu na K1= 26.92 cm±2.95 do 27.45 cm±3.22 (1.9% 90% CL= 2.0; 6.0), i 10 m sprint ↑= 2.3 s±0.11 do 1.95 s±.07 (-4.9% 90% CL= 0.9; -8.7) u odnosu na K1 2.03 s±0.12 do 2.10 s±0.12 (3.7% 90% CL= 9.1; -1.5)	U sezoni Pl sa košarkaškim treningom dovodi do ↑ u VJ i sprint testa u odnosu na K kod košarkaša.

Redni broj; Studija (godina)	Broj (n), pol, uzrast i sport ispitanika	Grupe	Trajanje programa, učestalost (u nedelji) i dužina trajanja treninga	Karakteristike programa: intezitet (%), vežbe (tip i opis), i broj skokova po treningu	Rezultati	Zaključak
9) Bouteraa et al., (2020)	n= 26 Ž 16,5 god Košarka	G1-16 Pl K1-10 NPL	2/8 Td-45 min	MOD i H CMJ; SJ; 5 m, 10 m, 20 m sprint; DJ (30-60 cm); i Dr UnS- 794 Os-30-90 s	G1-SJ = od 20.4 cm±3.9 do 22.5 cm±3.5, 10.3% i K1 = od 20.4 cm±2.5 do 20.0 cm±1.9 -1.81%, i CMJ = od 26.8 cm±3.8 do 28.8 cm±3.3, 7.3% i K1 25.2 cm±2.9 do 24.4 cm±3.1, -3.52% (p= .58, d= .006), u odnosu na K1 za SJ = (p= .19, d= .035) i za CMJ (p= .14, d= .044). DJ ↑ 24.7 cm±2.9 do 28.4 cm±3.0, 15.2% i za K1 od 24.8 cm±1.9 do 24.6 cm±2.8, - 0.75% (p= .02, d= .09) u odnosu na K1, i od početka do kraja u G1-(p= .001, d= 2.1). G1-5 m, 10 m i 20 m sprint = (p= .05; d= .068, .063, i .064), u odnosu na K1.	Dodatnih 2/8 nedelja Pl u sezoni dovode do ↑ u DJ, ravnoteži i agilnosti kod ženskih košarkašica u odnosu na košarkaški trening.
10) Fontenay et al., (2013)	n= 18 Ž 15,5 god Košarka	G1-8 Pl1 G2-4 Pl2 K1-6 NPL	3/8 Td-80 min	MOD i H HJ; VJ; i DJ (31 cm); Dr UnS- >420 Os-20-50 s	G1-VJ ↑ za 12% u odnosu na G2 i K1, a kinematički parametri = između grupa samo 36% ↓ u dinamičkom vagus- u.	Za ispunjavanje kombinacije prevencije od povreda i poboljšanje sportskih performansi moguće je sa Pl u odnosu na normalan košarkaki trening.

Redni broj; Studija (godina)	Broj (n), pol, uzrast i sport ispitanika	Grupe	Trajanje programa, učestalost (u nedelji) i dužina trajanja treninga	Karakteristike programa: intezitet (%), vežbe (tip i opis), i broj skokova po treningu	Rezultati	Zaključak
11) Mackala & Fostiak, (2015)	n= 14 M 18 god Atletika-sprint	G1-14 Pl	3/2 Td-90 min	H CMJ; SJ; HJ; VJ; 20 m i 60 m sprint; i Dr UnS- 1311 Os-60-360 s	G1-CMJ ↑ Mean= 73.93 cm±5.03 do 81.57 cm±5.60, dif= 7.643 p= .00 CI 95%= 9.406 do 5.880, za SJ ↑ Mean= 62.86 cm±4.29 do 69.43 cm±5.68, dif= 6.571 p= .00 CI 95% = 8.365 do 4.778, za HJ ↑ Mean= 2.89 m±0.11 do 2.96 m±0.10, dif= .069 p= .00 CI 95%= .091 do .048, 60 m sprint ↓ Mean= 7.10 s±.12 do 7.04 s±.11, dif= .061 p= .00 CI 95%= .048 do .075, i brzina koraka ↑ za 1.8%.	Pl (180 do 250 skokova) u visokom intezitetu za 3/2 je dovoljan da bi doveo do ↑ u eksplozivnoj R donjih ekstremiteta u vidu VJ i HJ. Napredak u VJ je veći u odnosu na HJ koji je vidljiv u 20 m testu.

Redni broj; Studija (godina)	Broj (n), pol, uzrast i sport ispitanika	Grupe	Trajanje programa, učestalost (u nedelji) i dužina trajanja treninga	Karakteristike programa: intezitet (%), vežbe (tip i opis), i broj skokova po treningu	Rezultati	Zaključak
12) Chelly Hermassi & Shephard , (2015)	n= 27 M 12,1 god Atletika- sprint	G1-14 Pl K1-13 NPl	2/10 Td-90 min	H CMJ; SJ; DJ (30 cm); 10 m i 50 m sprint; i Dr UnS- 600 Os-60 s	G1-CMJ $\uparrow = 0.23$ $m \pm .03$ do 0.25 $m \pm .03$ u odnosu na K1= $.21 m \pm .03$ do $.22 m \pm .03$, za SJ $\uparrow =$ $.21 m \pm 2.8$ do $.24$ $m \pm .03$ u odnosu na K1= $.20 m \pm .02$ do $.21 m \pm .02$, za DJ $\uparrow =$ $.22 m \pm .3$ do $.25$ $m \pm .02$ u odnosu na K1= $.20 m \pm .02$ do $.20 m \pm .02$, $p < .01-$ $.001$. G1-5 m sprint $\uparrow = 2.0 m/s \pm .5$ do 2.2 $m/s \pm .05$ u odnosu na K1= $2.3 m/s \pm .6$ do $2.4 m/s \pm .5$, $p < .01$, i G1-kinematički parametri- snaga prilikom DJ u odnosu na BM= 28.5 $W \pm 5.2$ do 33.3 $W \pm 4.6$ u odnosu na K1= $24.8 W \pm 4.2$ do $25.5 W \pm 4.3$, $p < .01$	Dodatni Pl na standarni program vežbanja u sezoni dovodi do \uparrow sportskim performansama u odnosu na NPl kod sprinterera.

Redni broj; Studija (godina)	Broj (n), pol, uzrast i sport ispitanika	Grupe	Trajanje programa, učestalost (u nedelji) i dužina trajanja treninga	Karakteristike programa: intezitet (%), vežbe (tip i opis), i broj skokova po treningu	Rezultati	Zaključak
13) Mackala et al., (2019)	n= 14 M 18,1 god Atletika-sprint	G1-7 Pl G2-7 Pl	2-3/4 Td-90 min	H CMJ; HJ; 20 m, 40 m i 60 m sprint; i Dr UnS-x Os-60-360 s	G1-CMJ- $\uparrow = 76.43$ cm ± 4.89 do 82.71 cm ± 5.34 , dif= 6.29 cm, p= .00 CI%, -7.862 do -4.709 i u G2-CMJ- $\uparrow = 81.57$ cm ± 2.57 do 87.86 cm ± 1.07 , dif= 6.28, p= .001, CI%, -8.189 do -4.382, G1-HJ- $\uparrow = 2.91$ m $\pm .06$ do 2.99 m $\pm .07$, dif= .08 m, p= .002, CI%, -.120 do -.039 i u G2- HJ- $\uparrow = 3.15$ m $\pm .10$ do 3.23 m $\pm .11$, dif= .07 m, p= .007, CI%, -.118 do -.027, i G1-20 m sprint $\downarrow = .06$ s i G2- $\downarrow = .11$ s, G1-60 m sprint $\downarrow = .08$ s, i G2- $\downarrow = .06$ s, p<.05.	Pl za 2-3/4 je dovoljno da bi dovelo do \uparrow u 60 m i 20 m sprint testa kao i za donje ekstremitete u eksplozivnoj R određenoj pomoću rezultata VJ i HJ. Zaključuju se veći napredak u testu CMJ za (7.95%) u odnosu na HJ (2.5-5.3%).
14) El-Ashker et al., (2019)	n= 18 M 19,5 god Atletika-skakači	G1-18 Pl K1-10 NPl	3/8 Td-90 min	H CMJ; VJ; HJ; 30 m i 60 m sprint; i Dr UnS- >860 Os-x	G1-30 m sprint $\downarrow = F$ (1, 26) = 55, p= .00, $n^2p = .67$, HJ $\uparrow = F$ (1, 26) = 37.3, p= .00, $n^2p = .59$, VJ $\uparrow = F$ (1, 26) = 11.5, p= .00, $n^2p = .30$, i kinetički parametri H i V brzina i t skoka i leta \uparrow , u odnosu na K1 a kada se uporedi pre i posle merenja.	Pl je efikasniji u \uparrow donjih ekstremiteta za eksplozivnu P i VJ u odnosu na tradicionalni skakački trening kod skakača.

Redni broj; Studija (godina)	Broj (n), pol, uzrast i sport i ispitanika	Grupe	Trajanje programa, učestalost (u nedelji) i dužina trajanja treninga	Karakteristike programa: intezitet (%), vežbe (tip i opis), i broj skokova po treningu	Rezultati	Zaključak
15) Lyttle et al., (1996)	n= 33 M 23,9 god Atletika, plivači i ragbisti	G1-11 P11 G2-11 P12 K1-11 NT	2/8 Td-45 min	MOD i H CMJ; VJ; SJ; DJ (20-60 cm); 20 i 40 m sprint; i Dr UnS- G1-496 i G2<680 Os-180-300 s	Između G1 i G2 = u svim parametrima, G1-CMJ ↑ = 50,8 cm±9,0 do 54,6 cm±8,5, dif= 7,9% i G2 ↑= 52,8 cm±11,5 do 58,4 cm±9,3, dif= 12,9%, za G1-SJ- ↑= 38,7 cm±7,7 do 45,8 cm±7,4, dif= 19,8% i G2- ↑= 40,4 cm±10,2 do 47,1 cm±10,0, dif= 18,6%, za G1-40 m sprint ↑ = 5,49 s±0,38 do 5,56 s±0,22 dif= 1,7% i G2- ↓= 5,48 s±0,22 do 5,44 s±0,20, dif= 0,8%, i Dr parametri kao i kinetički ↑ između G1 i G2 u odnosu na K1, p<.05	Oba treninga daju podjednake efekte na različite sportske performanse u vidu skokova, sprinteva, bacanja i dizanja.

Legende: n-Broj; Ž-Ženski; M-Muški; Dr-Drugi program; G(1, 2)-Eksperimentalna grupa; K(1,2)-Kontrolna grupa; UnS-Ukupan broj skokova u programu; Td-Dužina trajanja treninga; NT-Bez treninga; NPI-Neplimetrijski program vežbanja; PI-Pliometrijski program vežbanja; CMJ-Skok sa počučnjem bez zamaha ruku; CMJa- Skok sa počučnjem sa zamahom ruku; SJ-Skok iz čučnja; Mean-Srednja vrednost; x-Nedostatak podataka; m-Metar; cm-Centimetar; s-Sekunda; L-Nizak intezitet; MOD-Umeren intezitet; H-Visoki intezitet; HJ-Horizontalni skok u dalj iz mesta; VJ-Vertikalni skok na postolju; DJ-Skok u dubinu; = -Bez promena ili razlika; ↑-Značajno povećanje; ↓- Značajno smanjenje; CI-Interval poverenja; p-Statističk značajnost; dif-Razlika između grupa ili pre i post testa; BM-Težina tela; W-Vat; t-Vreme.

U Tabeli 2 prikazani su rezultati prikupljenih 15 studija koje su ispunile zadate kriterijume, od toga istraživanja imala su raspon dužine trajanja programa od dve do 12 nedelja. Najmanji period od dve nedelje (jedna studija) Mackala & Fostiak (2015) i najduži (jedna studija) Idrizovic, Gjinovci, Sekulic, Uljevic, João et al. (2018), a najčešće je trajao osam nedelja (devet studija), (Lyttle, Wilson, & Ostrowski, 1996; Newton, Kraemer, & Haekkinen, 1999; Fontenay, Lebon, Champely, Argaud, Blache et al., 2013; Arazi & Asadi,

2011; Usman & Shenoy, 2015; Arede, Vaz, Franceschi, Gonzalo-Skok, & Leite, 2018; El-Ashker, Hassan, Taiar, & Tilp, 2019; Bouteraa, Negra, Shephard, & Chelly, 2020) i po jedna studija za četiri nedelja Mackala, Fostiak, Schweyen, Osik, & Coch (2019), za pet nedelja Krističević, Krakan, & Baić (2016), za šest nedelja Martel, Harmer, Logan, & Parker (2005), za sedam nedelja (Meszler & Vaczi, 2019) i 10 nedelja (Chelly, Hermassi, & Shephard, 2015). Najčešće su dva puta u toku nedelje vršili treninge u osam studija (studije po rednim brjevima iz Tabele 2 (jedan, dva, četiri, pet, sedam, devet, 12, 15)), zatim tri puta u pet studija (šest, 10, 11, 13, 14), najviše četiri puta u nedelji u jednom istraživanju (osam) i najmanje jednom nedeljno u jednoj studiji (tri). Najkraća dužina trajanja treninga bila je 20 min (sedam), a najduže 90 min u četiri studija (11, 12, 13, 14), pa sledi 80 min u jednoj (10), a najčešća dužina trajanja treninga bila je između 35 min i 60 min u devet studija (jedan, dva, tri, četiri i pet). Samo dve studije (jedan i četiri) imale su nizak, umereni i visok intezitet treninga dok preostalih 13 su imala ili umeren ili visok. Po pet studija ispitivali su sportiste košarke, odbojke i atletike, uzrast ispitanika za košarkaše i odbojkaše je ispunjavao zadate kriterijume od 15 do 19 godina, dok su studije sa atletičarima zbog nedostatka uključile dve studije sa uzrastom od 12,1 godina (12) i najstariji od 23,9 godina takođe jedna studija (15), dok su preostale tri ispunile kriterijume. Veliki opseg broja ispitanika bio je od 14 do 120, a devet studija imale su od 14 do 18 ispitanika, najčešće su ispitivani dečaci u osam studija, a devojčice u sedam studija. Najstarija studija je bila iz 1996, a najnovija iz 2020, dok su pretežno studije bile 2005-2020. Pored ciljanih faktora koji su ispitivali nivo eksplozivne snage i brzine ispitanika, sve studije su koristile i neki vid specifičnih vežbi koje su i merili.

Jedina studija koja je pokazala lošije rezultate usled osmonedeljnog pliometrijskog programa vežbanja, dva puta nedeljno (Meszler & Vaczi, 2019). Oni su ispitivali 18 košarkašica uzrasta 15,7 godina. Iako je umereni i visoki intezitet treninga sproveden zajedno sa optimalnim ukupnim brojem svih skokova preko 600, odgovor ovih rezultata leži u dužini trajanja treninga od svega 20 min. Parametri CMJ su od $33.52 \text{ cm} \pm 3.89 \text{ cm}$ spali za 2.0% na $31.96 \text{ cm} \pm 3.48 \text{ cm}$ u odnosu na kontrolnu grupu koja je pokazala slične rezultate, $28.72 \text{ cm} \pm 6.66 \text{ cm}$ do $29.06 \text{ cm} \pm 6.81 \text{ cm}$, $p < .007$. Istraživači su takođe ispitivali kinetičke parametre prilikom izometrijskih kontrakcija gde takođe nisu dobili značajne promene između grupa.

Takođe osmonedeljno istraživanje koje je ispitivala pliometrijski program na 26 juniorske košarkašice, Bouteraa et al. (2020) nije pokazala značajna poboljšanja u ispitivanim parametrima CMJ, skok iz čučnja i brzine trčanja u odnosu na kontrolnu grupu. Iako su imali

optimalnu dužinu trajanja treninga od 45 min sa umereno visokim intezitetom i većim brojem ukupnih skokva, 794 od prethodne studije (7), rezultati od inicijalnog merenja $24.7 \text{ cm} \pm 2.9 \text{ cm}$ do $28.4 \text{ cm} \pm 3.0 \text{ cm}$, pokazali su 15.2% značajnog napretka samo u vrednostima testa skoka u dubinu, za razliku od kontrolne grupe, koja je imala drugi vid treniranja bez promene, od $24.8 \text{ cm} \pm 1.9 \text{ cm}$ do $24.6 \text{ cm} \pm 2.8 \text{ cm}$, -0.75%, ($p = .02$, $d = .09$).

U kontrast dužini i uspešnosti prethodne dve studije, pliometrijski program u Mackala & Fostiak (2015) trajao je svega dve nedelje i pokazao značajna poboljšanja u svim praćenim parametrima. Istraživači su ispitali 14 juniorska sprintera koji su visokim intezitetom trenirali tri puta nedeljno po 90 min. Iako kraći vremenski period programa, on je imao veći ukupan broj skokova 1.311, koji može biti odgovor značajnom napretku. Vrednosti CMJ su predstavljene kao srednja vrednost svih ispitanika koja je pokazala napredak od 7.64 cm od inicijalnog merenja $73.93 \text{ cm} \pm 5.03 \text{ cm}$, $p = .00$, za skok iz čučnja, napredak od 6.57 cm, $p = .00$, od početne vrednosti $62.86 \text{ cm} \pm 4.29 \text{ cm}$ i za skok iz mesta u dalj od $2.89 \text{ m} \pm 0.11 \text{ m}$ do $2.96 \text{ m} \pm 0.10 \text{ m}$, $p = .00$. Kod vremena sprinterskih testova na 60 m, značajno se smanjilo vreme od $7.10 \text{ s} \pm 0.12 \text{ s}$ do $7.04 \text{ s} \pm 0.11 \text{ s}$, $p = .00$, kao i brzina koraka koja se poboljšala za 1.8%, $p = .00$.

Najveća poboljšanja vidljiva su kod najduže studije, Idrizovic et al. (2018), koja je 12 nedelja ispitala 47 juniorske odbojkašice dva puta nedeljno po 60 min. Pliometrijski program bio je sačinjen od niskog, umerenog i visokog inteziteta sa 613 različitih skokova koji su omogućili napredak u vrednostima 20 m sprint testa za 5,7%, kao i kod CMJ za 16,9% u odnosu na kontrolnu grupu. Kada se rezultati prikažu u Effect size vrednostima, onda je za 20 m sprint testa pliometrijski program pružio ($\eta^2 = .09$; mali ES), za CMJ ($\eta^2 = .29$; veliki ES), u odnosu na drugu grupu koja je imala drugi tip skakačkog treninga.

Studija koja je imala najveću učestalost od četiri puta u nedelji za osam nedelja pliometrijskog programa je ispitala 16 juniorskih košarkaša (Arede et al., 2019). Oni su za nešto kraće, za 35 minutne treninge umerenog inteziteta, postigli 1.120 skokova koji su omogućili poboljšanja u svim praćenim varijablama. Napredak u CMJ je vidljiv kod inicijalnog stanja $30.31 \text{ cm} \pm 3.48 \text{ cm}$ koje se popravilo značajno na $32.34 \text{ cm} \pm 4.94 \text{ cm}$, tj. 6.2% u odnosu na kontrolnu grupu koja su imala 3.8% poboljšanja na početno stanje od $29.45 \text{ cm} \pm 3.27 \text{ cm}$ do $30.56 \text{ cm} \pm 3.40 \text{ cm}$. Skok iz čučnja pokazao je najveći napredak od 7.6%, $27.24 \text{ cm} \pm 2.91 \text{ cm}$ do $29.37 \text{ cm} \pm 3.72 \text{ cm}$, u odnosu na kontrolnu od 1.9%, od $26.92 \text{ cm} \pm 2.95 \text{ cm}$ do $27.45 \text{ cm} \pm 3.22 \text{ cm}$. Vreme sprint testa na 10 m spustilo se za 4.9% (90% CL -0.9; -8.7), u odnosu na kontrolnu 3.7%, (90% CL 9.1; -1.5).

Jedna Newton et al. (1999) od dve studije koja je imala najveću visinu prilikom izvođenja skoka u dubinu 30-80 cm, pokazala je napredak u visini odskoka od $5,9\% \pm 3,1$ u odnosu na kontrolnu grupu $-1,3\% \pm 2,5$, $p < .001$. Osam juniorskih košarkaša je to postiglo prilikom osmonedeljnog pliometrijskog programa vežbanja dva puta nedeljno sa umerenim i visokim intezitetom i najmanje 576 različita skoka. Pored pomenutog napretka ispitivani kinetički parametri u CMJ i skoku iz čučnja nisu pokazali promene sem za vreme kontakta, $14,6\% \pm 9,7$ i vreme leta- $4,7\% \pm 3,4$ u odnosu na kontrolnu grupu, $p = .006$ i $p = .01$. Dok druga, Usman & Shenoy (2015), koja je ujedno ispitala najviše juniorskih odbojkaša (120), imala je za osam nedelja pliometrijskog programa i najviše ukupnih različitih skokova, preko 2.976. Niskim, umerenim i visokim intezitetom su obe pliometrijske grupe pokazale napredak u visini odskoka, $67,33 \text{ cm} \pm 1,64 \text{ cm}$ u odnosu na prvu kontrolnu grupu, $57,22 \text{ cm} \pm 1,06 \text{ cm}$ i druga eksperimentalna, $50,08 \text{ cm} \pm 1,83 \text{ cm}$ u odnosu na kontrolnu grupu, $42,36 \text{ cm} \pm 1,07 \text{ cm}$, $p < .001$. Nasuprot Usman & Shenoy studiji (2015), koja je imala najviše skokova tokom treniranja, najmanje je imala Martel et al. (2005), svega 138 različitih skokova visokog inteziteta pokazavši jedan od najvećih napretka prilikom merenja CMJ, za $11,1\%$ u odnosu na kontrolnu grupu $4,0\%$, $p < .05$. Istraživači su to postigli kod deset juniorskih odbojkaša sa šestonedeljnim i dva puta nedeljno programom vežbanja. Tokom jednog treninga od 60 min oni su koristili male pauze između serija vežbi od 30 s i optimalnu visinu skoka u dubinu od 61 cm.

Iako su istraživači u studiji Krističević et al. (2016) imali najmanji broj treninga pet za pet nedelja, oni su dobili značajne pozitivne efekte kod 27 (od 54) juniorskih odbojkašica. Umerenim i visokim intezitetom su izveli više od 645 različitih skokova koji su doveli do napretka u skoku iz čučnja. Rezultati su predstavljani kao srednja vrednost svih skokova, u eksperimentalnoj grupi od početka, $21,80 \text{ cm} \pm 4,22 \text{ cm}$ do kraja $24,28 \text{ cm} \pm 3,48 \text{ cm}$, u odnosu na kontrolnu, od $24,32 \text{ cm} \pm 4,10 \text{ cm}$ do $24,8 \text{ cm} \pm 4,09 \text{ cm}$, i za CMJ od $28,08 \text{ cm} \pm 4,83 \text{ cm}$ do $30,72 \text{ cm} \pm 3,74 \text{ cm}$, u odnosu na kontrolnu, $33,04 \text{ cm} \pm 6,18 \text{ cm}$ do $33,32 \text{ cm} \pm 5,62 \text{ cm}$, $p < .05$.

Takođe, najmlađi dvanaestogodišnji sprinteri uspeali su da napreduju tokom desetonedelnog pliometrijskog programa koji su izvodili dva puta nedeljno sa visokim intezitetom i 600 različitih skokova. Sprinteri su za CMJ od inicijalnog merenja $0,23 \text{ m} \pm 0,03 \text{ m}$ napredovali do $.25 \text{ m} \pm 0,03 \text{ m}$ u odnosu na kontrolnu grupu od $.21 \text{ m} \pm 0,03 \text{ m}$ do $.22 \text{ m} \pm 0,03 \text{ m}$, za test skoka iz čučnja, od $.21 \text{ m} \pm 2,8 \text{ m}$ do $.24 \text{ m} \pm 0,03 \text{ m}$ u odnosu na kontrolnu od $.20 \text{ m} \pm 0,02 \text{ m}$ do $.21 \text{ m} \pm 0,02 \text{ m}$, za vrednosti skoka u dubinu od 30 cm, od $.22 \text{ m} \pm 0,3 \text{ m}$ do $.25 \text{ m} \pm 0,02 \text{ m}$ u odnosu na kontrolnu od $.20 \text{ m} \pm 0,02 \text{ m}$ do $.20 \text{ m} \pm 0,02 \text{ m}$, $p < .01-.001$, kao i prilikom sprint testa

na pet m, od brzine trčanja, $2.0 \text{ m/s} \pm .5 \text{ m/s}$ do $2.2 \text{ m/s} \pm .05 \text{ m/s}$ u odnosu na kontrolnu od $2.3 \text{ m/s} \pm .6 \text{ m/s}$ do $2.4 \text{ m/s} \pm .5 \text{ m/s}$, $p < .01$. Kinetički parametri snage, mereni u odnosu na težinu ispitanika, prilikom skoka u dubinu takođe su pokazali značajne pozitivne promene, $28.5 \text{ W} \pm 5.2 \text{ W}$ do $33.3 \text{ W} \pm 4.6 \text{ W}$ u odnosu na kontrolnu grupu, $24.8 \text{ W} \pm 4.2 \text{ W}$ do $25.5 \text{ W} \pm 4.3 \text{ W}$, $p < .01$ (Chelly et al., 2015).

U suprotnosti sa najmlađim ispitanicima, najstariji od 23,9 godina takođe su imali pozitivne efekte usled osmonedeljnog pliometrijskog programa vežbanja umerenog i visokog inteziteta. Optimalni broj od preko 680 različitih skokova je u obe grupe, jednake po broju ispitanika (11) različitih pliometrijskih programa doveo do napretka u odnosu na kontrolnu grupu ali ne i između njih. Kod prve grupe za CMJ, napredak od 7,9% i u drugoj grupi veći od 12,9%, za skok iz čučnja, najveći od čak 19,8% i u drugoj nešto manji od 18,6%, prilikom 40 m sprint testa, pogoršanje vremena za 1,7% u odnosu na drugu grupu koja je imala poboljšanje za 0,8%, takođe i kinetički parametri u odnosu na kontrolnu grupu, $p < .05$ (Lyttle et al., 1996).

Najbolja potvrda uspešnosti pliometrijskog treninga i razvoja sprinterskih performansi se ogleda iz meta-analiza, jedna takva (de Villarreal, Requena, & Cronin, 2012), koja je ispitala pored sprintera i ostale sportiste, iz 26 studija dobila prosečni effect size (ES= .37; $n = 41$; 20.08 s) značajno veći ($p < .05$) u odnosu na kontrolnu (ES = .03; $n = 15$; 20.01 s). Effect size isključivo pliometrijskog treninga bez kombinacija sa ostalim vežbama je ES= $.40 \pm .33$, visokog inteziteta, ES = $.51 \pm .32$ u odnosu na umereni i niski (ES = $.20 \pm .29$ i $.27 \pm .33$), dok skok iz čučnja i skok u dubinu zajedno iznosi, ES = .76, kombinovane vežbe ES = .46 pokazuju značajnu razliku. Takođe, povezanost između učestalosti treninga u nedelji ($r = .362$), dužine trajanja programa ($r = .505$) i vremena odmora između serija ($r = .663$) sa ES. Rezultati pokazuju da deset nedelja treninga sa jakim intezitetom (između šest i osam nedelja) sa tri ili četiri treninga nedeljno pokazuju najbolje rezultate i 80 skokova u jednom treningu (vreme .08 s, ES = .37). Iako je opseg godina ispitanika bio veliki od 13 do 64,8 godina, oni su pretežno imali studije sa uzrastom od 17 do 22 godine.

Takođe meta-analiza košarkaša najbolje oslikava uspešnosti pliometrijskog treninga, Ramirez-Campillo, Garcia-Hermoso, Moran, Chaabene, Negra et al. (2022), pokazuje rezultate iz 32 studije uključujući 818 košarkaša da pliometrijski trening ima značajne efekte na vertikalni skok (ES = .45), CMJ (ES = 1.24) i bez zamaha ruku CMJ (ES = .88), skok iz čučnja (ES = .80), skoka u dubinu (ES = .53), horizontalni skok (ES = .65), sprint na 10 m

(ES = 1.67) i preko 10 m (ES = .92). Meta-regresijom se otkrilo da dužina trajanja treninga, učestalost i ukupan broj serija ne predviđaju efekte pliometrijskog treninga na fizičke attribute ispitanika. Stariji od >17.15 godina košarkaši su napredovali u horizontalnim skokovima ES = 2.11; u odnosu na mlađe od ≤17.15 godina, ES = .10; p<.001), sprinterskog trčanja na >10 m za igrače >16.3 godina, ES = 1.83; u odnosu na mlađe od ≤16.3 godina, ES = 0.36; p= .010). Veći napredak horizontalnog skoka je primećen kod ispitanika sa >2 treninga nedeljno u odnosu na ≤2 (ES = 2.12 i ES = .39, p<.001).

Od 18 uključujućih studija i 747 odbojkaša rezultati meta analize istraživača (Ramirez-Campillo, García-de-Alcaraz, Chaabene, Moran, Negra et al., 2021), prikazala je rezultate male do umerene efekate pliometrijskog treninga na linerno sprintersko trčanje (ES= .70), skok iz čučnja (ES= .56), CMJ, (ES= .80), CMJ sa zamahom ruku (ES= .63), skoka u dubinu (ES= .81) i visina smeč dohvata (ES= .84) kod odbojkaša. Igrači od ≥16 godina su imali veće napretke u CMJ u odnosu na <16 godina (ES= 1.28 i .38, p = .022). Za razliku od pređašnjih istraživanja Smith, Roberts, & Watson (1992), rezultati meta analize ne pokazuju značajne razlike (p= .422) između amaterskih odbojkaša (ES= .62) i profesionalnih (ES= 1.01). Zaključuje se da napredak pliometrijskog vežbanja postoji kod oba pola podjednako Ramirez-Campillo et al. (2021).

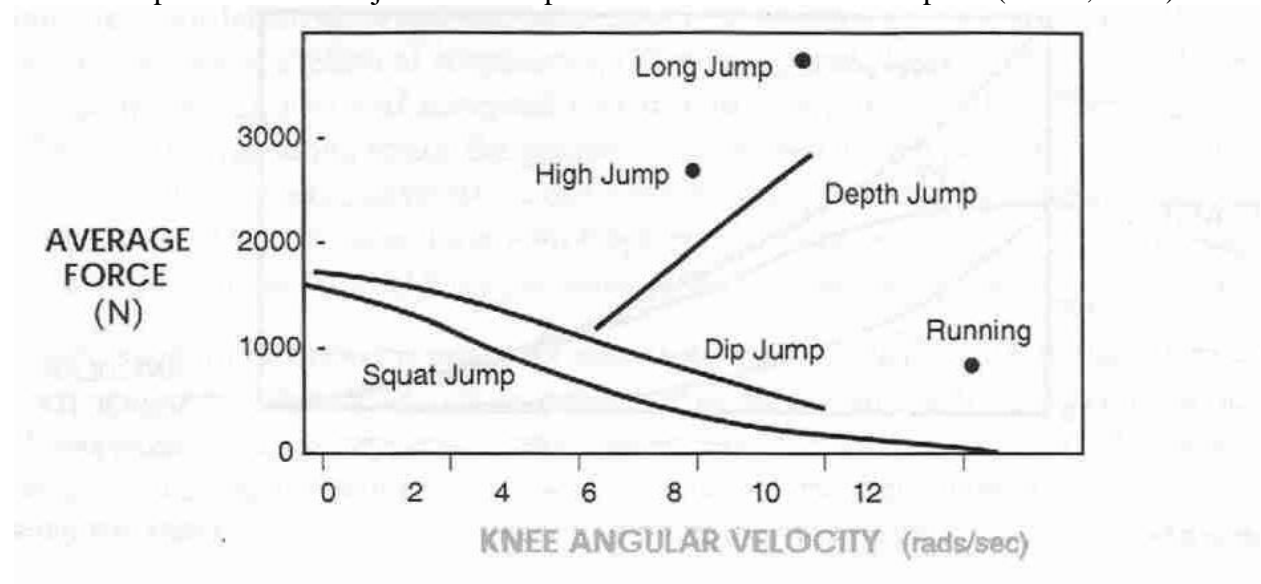
Druga meta analiza koja je iz 14 studija ispitivala rezultate različitih tipova pliometrijskih programa dobila je da ne postoji značajna razlika za dužinu trajanja programa (≤8 u odnosu >8 nedelja, ES= .79 u odnosu .87), učestalost (≤2 u odnosu >2 treninga u nedelji, ES= .83 u odnosu .78), ukupnog broja treninga (≤16 u odnosu >16 treninga, ES= .73 u odnosu .92), pol (devojke u odnosu na dečake, ES= 1.3 u odnosu .5), uzrast (≥19 u odnosu <19 godina, ES= .89 u odnosu .70), i obima (>2,000 u odnosu <2,000 skokova, ES= .76 u odnosu .79). Takođe istraživači zaključuju da je pliometrijski način treniranja efektivan na poboljšanje visine odskoka vertikalnih skokova kod odbojkaša (Ramirez-Campillo et al., 2020).

Razlog zašto rezultati meta analiza pliometrijskih vežbi pokazuju uspešnost onih programa koji imaju u svojoj bazi trend izvođenja vežbi visokim intezitetom leži u sporim i brzim mišićnim vlaknima sportista. Spora mišićna vlakna se aktiviraju pri submaksimalnim naporima i kako intezitet raste uključuju se brza vlakna tipa IIa od 30% do 80% od maksimalnog inteziteta. Na 70-80% od maksimalnog inteziteta uključuju se brza vlakna tip IIb, stoga pliometrijske vežbe moraju biti izvedene na visokom intezitetu iznad 80% da bi se

aktivirala brza vlakna koja su krucijalna za razvoj snage. Postoje tri načina uključivanja brzih vlakana: 1) maksimalno naprezanje; 2) električna stimulacija i 3) brzi pokreti nalik pliometrijskim akcijama (Davies et al., 2015).

Kako postoje različiti odnosi mišićnih vlakana kod sportista, Bosco (1982) predlaže da se kod onih koji imaju više brzih vlakana u ekstenzorima nogu pliometrijske vežbe izvode sa kratkom ekscentričnom fazom, malim opsegom pokreta i kratkim vremenom spajanja za razliku od sportista sa visokom brojem sporih vlakana koji izvode skokove sa dužom ekscentričnom fazom, većim opsegom kretanja i dužim vremenom spajanja, jer se vreme spajanja aktin miozina poprečnih mostova odigrava duže (Verkhoshansky & Siff, 2009).

Figura 2. Ilustrovani prikaz primera maksimalne sile i uglovne brzine kretanja zgloba kolena prilikom izvođenja različitih tipova skokova i atletskih disciplina (Bosco, 1982).



Preuzeto iz Bosco, 1982.

2.3. Kritički osvrt na dosadašnja istraživanja

Ispitan i dokazan pozitivan uticaj pliometrijskog načina vežbanja na biomehaničke parametre ogleđa se u velikom broju pozitivnih rezultata studija. Kako se smanjuje starost ispitanika broj studija opada kao i sa pojedinačnim ispitanicima nekog eksplozivno zahtevnog sporta. Takođe, smanjena količina radova koji su imali za cilj ispitivanje razlika između vežbi koje su bazirane na koncentričnim i ekscentričnim kontrakcijama je u korist koncentričnih vežbi. Određen broj studija se bavio i ispitivanjem uticaja ekscentričnih kontrakcija na stabilnost i pokretljivost različitih zglobova zanemarujući efekte razvoja eksplozivne snage (Zatsiorsky & Prilutsky, 1987; Buczek & Cavanagh, 1990; McNitt-Gray et al., 1996). U

juniorskom uzrastu gotovo da ne postoje studije koje su definisale razlike efekata na biomehaničke parametre ispitanika između dva načina vežbanja.

Postoji konstantna težnja ka poboljšanju sportskih performansi te se usavršavanje kombinacija pliometrijskih vežbi kao i obima, inteziteta i dužine trajanja programa vrše i dan danas. Za sedam do 12 nedelja (samo jedna studija 12 nedelja) i dva ili četiri puta u toku nedelje istraživači su na košarkašima (Arazi & Asadi, 2011; Fontenay et al., 2013; Arede et al., 2018; Meszler & Vaczi, 2019; Bouteraa et al., 2020), odbojkašima (Newton et al., 1999; Usman & Shenoy, 2015; Idrizovic et al., 2018) i atletičarima (Lyttle et al., 1996; Chelly et al., 2015; El-Ashker et al., 2019), oba pola, dobili pomešane rezultate. Studije (Lyttle et al., 1996; Arazi & Asadi, 2011; Fontenay et al., 2013; Usman & Shenoy, 2015; Arede et al., 2018; El-Ashker et al., 2019; Bouteraa et al., 2020) pokazale su pozitivne efekte pliometrijskih programa na sportske performanse u vidu maksimalne snage i sile merene kod različitih testova vertikalnih i horizontalnih skokova, a opseg napretka za CMJ bio je od 6,2% do 16,9%, dok za SJ i 7,6% do 19,8% (gornje vrednosti napretka za CMJ su izmerene u studiji koja je vršila programe vežbanja van sezone ispitanica). Dok su u studiji Meszler & Vaczi (2019) i Newton et al. (1999) primećeni negativni efekti ili nepromenjeno stanje. Odgovor leži u tome da su testiranja i program vežbanja vršena u različitim ciklusima, da li u sezoni ili pre sezone takmičenja. Još jedan faktor koji je uticao na rezultate je dodatni pliometrijski program na postojeće treninge atletičara, košarkaša i odbojkaša opterećenih velikim broje skokova na utakmicama i svojim treninzima. U dodatne probleme ulazi i uzrast ispitanika koji su juniori, pa je i period oporavka drugačiji u odnosu na starije sportiste.

Nasuprot tome, potvrda se vidi u istraživanjima koja su vršila pliometrijske programe sa kraćom dužinom trajanja, od tri do šest nedelja, koja su dala nepomešane rezultate pokazujući pozitivne efekte u svim parametrima, gde se jedino primećuje veći napredak u vertikalnim test skokovima u odnosu na horizontalne (Martel et al., 2005; Krističević et al., 2016; Mackala et al., 2019). Opseg napretka je za CMJ 6,3% do 9,1% a za SJ 6,6% do 8,9%. Istraživanja su vršena u sezonskom periodu ispitanika.

Gotovo svako istraživanje pliometrijskog programa vežbanja sadrži neki vid vežbe bazirane na koncentričnim kontrakcijama koje su vidljive u skoku iz čučnja (SJ) (Lyttle et al., 1996; Newton et al., 1999; Usman & Shenoy, 2015; Arazi & Asadi, 2011; Mackala & Fostiak, 2015; Chelly et al., 2015; Krističević et al., 2016; Arede et al., 2019; Bouteraa et al., 2020), dok su vežbe bazirane na ekscentričnim kontrakcijama veoma retke (Dursenev &

Raevsky, 1978; Tupa et al., 1980; DeVita & Skelly, 1992; McNitt-Gray, 1993; Requejo, et al., 1998; McNitt-Gray, 2000; Prilutsky, 2000).

Postoji i polemika između istraživača oko dužine trajanja treninga i inteziteta. U pregledu dosadašnjih istraživanja opseg dužine treninga je velik i iznosi od 20 min do 90 min, u direktnom odnosu sa intezitetom treninga i brojem skokova. Kraći treninzi su u veoma visokom intezitetu sa manjim brojem skokova, dok su duži treninzi sa umerenim i visokim intezitetom i manjim brojem skokova (>138 u studiji Martel et al., 2005, i do >2976 u studiji Usman & Shenoy, 2015). Najčešća dužina trajanja treninga je 45 min do 60 min u visokom intezitetu sa 600 do 900 različitih skokova.

Na osnovu pruženih informacija o dužini trajanja, učestalosti, intezitetu i broju skokova pliometrijskih programa vežbanja, definisan je opseg dva pliometrijska različita programa u ovom istraživanju. Tako da u ovom istraživanju oba pliometrijska programa odvijace se u takmičarskom periodu sportistkinja i trajaće šest nedelja sa dva visokointezitetna treninga u toku jedne sedmice. Pliometrijski programi će biti dodatni trening na postojeće treninge sportistkinja.

3. PREDMET I PROBLEM ISTRAŽIVANJA

Veliki broj sportova koji imaju u svojoj bazi eksplozivna kretanja iziskuju najbolje programe vežbanja koji se prilagođavaju uzrastu, polu i karakteristikama sportske aktivnosti (Zatsiorsky, 2008; Verkhoshansky & Siff, 2009). Stoga razvoj i poboljšanje eksplozivne snage i brzine traži rezultate koje će dati jasniju sliku prilikom planiranja, unapređenja i korigovanja trenažnih procesa sportista (Chu & Meyer, 2013; Davies et al., 2015). Iako danas postoji veliki broj podataka koji objašnjavaju pozitivne efekte pliometrijskog načina vežbanja (de Villarreal et al., 2012; Ramirez-Campillo et al., 2020; Ramirez-Campillo et al., 2022; Ramirez-Campillo et al., 2021) dodatna istraživanja koja ispituju različite sportiste i različite programe vežbanja doprinose boljem razumevanju i proširavanju postojećih saznanja.

Na osnovu navedenog definiše se predmet istraživanja - programi pliometrijskog vežbanja i biomehanički parametri sportistkinja.

Na osnovu postavljenog predmeta istraživanja definisan je problem istraživanja gde se postavlja pitanje da li postoje i koliki su efekti različitih pliometrijskih programa vežbanja na biomehaničke parametre sportistkinja.

4. CILJ I ZADACI ISTRAŽIVANJA

Na osnovu definisanog predmeta i problema istraživanja, istraživanje ima za cilj da utvrdi efekte šestonedeljnih pliometrijskih programa vežbanja na biomehaničke parametre sportistkinja.

Sekundarni cilj je utvrđivanje razlika dva različita pliometrijska programa vežbanja na biomehaničke parametre sportistkinja.

Na osnovu predmeta, problema i cilja istraživanja definisani su sledeći zadaci istraživanja:

1. Dobiti saglasnost prostorija Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja u Nišu za potrebe istraživanja;
2. Odabrati adekvatan uzorak ispitanika;
3. Obezbediti adekvatne organizacione uslove za sprovođenje pliometrijskih programa vežbanja u trajanju od šest nedelja;
4. Izvršiti izbor mernih instrumenta za procenu morfoloških karakteristika ispitanika;
5. Izvršiti izbor mernih instrumenta za procenu telesne kompozicije ispitanika;
6. Izvršiti merenje morfoloških karakteristika ispitanika;
7. Izvršiti merenje telesne kompozicije ispitanika;
8. Utvrditi razlike za morfološke karakteristike ispitanika između eksperimentalnih grupa 1 i 2 pre početka pliometrijskih programa vežbanja;
9. Utvrditi razlike za parametre telesne kompozicije ispitanika između eksperimentalnih grupa 1 i 2 pre početka pliometrijskih programa vežbanja;
10. Odrediti i podeliti ispitanike u dve grupe na osnovu rezultata srednjih vrednosti morfoloških karakteristika (telesna visina, telesna masa i BMI) i karakteristika telesne kompozicije (InBody Score);
11. Izvršiti izbor mernih instrumenta za procenu biomehaničkih parametara donjih ekstremiteta;
12. Izvršiti inicijalno merenje biomehaničkih parametara donjih ekstremiteta ispitanika eksperimentalne grupe 1;
13. Izvršiti inicijalno merenje biomehaničkih parametara donjih ekstremiteta ispitanika eksperimentalne grupe 2;

14. Utvrditi razlike biomehaničkih parametara donjih ekstremiteta ispitanika između eksperimentalne grupa 1 i 2 na inicijalnom merenju;
15. Realizovati dva različita pliometrijska programa vežbanja kod ispitanika eksperimentalnih grupa 1 i 2;
16. Izvršiti finalno merenje i utvrditi finalno stanje biomehaničkih parametara donjih ekstremiteta ispitanika eksperimentalne grupe 1;
17. Izvršiti finalno merenje i utvrditi finalno stanje biomehaničkih parametara donjih ekstremiteta ispitanika eksperimentalne grupe 2;
18. Utvrditi promene između inicijalnog i finalnog stanja biomehaničkih parametara donjih ekstremiteta ispitanika eksperimentalne grupe 1;
19. Utvrditi promene između inicijalnog i finalnog stanja biomehaničkih parametara donjih ekstremiteta ispitanika eksperimentalne grupe 2;
20. Utvrditi razlike između eksperimentalne grupe 1 i 2 za biomehaničke parametre donjih ekstremiteta ispitanika na finalnom merenju;
21. Utvrditi efekte pliometrijskih programa vežbanja na biomehaničke parametre donjih ekstremiteta ispitanika eksperimentalnih grupa 1 i 2;

5. HIPOTEZE

Na osnovu definisanih predmeta, problema, cilja i zadataka istraživanja mogu se postaviti sledeće hipoteze:

H_{1.1} Ne postoje značajne razlike u biomehaničkim parametrima između ispitanika grupa E1 i E2 na inicijalnom merenju;

H_{1.2} Postoji značajna razlika u biomehaničkim parametrima između ispitanika grupa E1 i E2 na finalnom merenju;

H_{2.1} Postoje značajne razlike u biomehaničkim parametrima u grupa E1 između inicijalnog i finalnog merenja;

H_{2.2} Postoje značajne razlike u biomehaničkim parametrima u grupa E2 između inicijalnog i finalnog merenja;

X₃ Postoje pozitivni efekti dva različita pliometrijska programa vežbanja na biomehaničke parametre sportsikinja;

6. METOD ISTRAŽIVANJA

Svi roditelji i treneri maloletnih ispitanica usmeno su obavešteni o ciljevima, toku, učestvovanju i eventualnim neželjenim efektima istraživanja. Takođe su te informacije dobili i u pisanoj formi koju su pre početka istraživanja potpisali i dali dobrovoljno saglasnost za učestvovanje u istraživanju. Punoletne ispitanice su takođe dobile obaveštenje u usmenoj formi dok su pisanu formu o ciljevima, toku, učestvovanju i eventualnim neželjenim efektima istraživanja potpisale pre početka istraživanja.

6.1. Uzorak ispitanika

Istraživanje je bilo longitudinalno i na početku su bile ukupno 24 ispitanice ženskog pola uzrasta od 16 do 18 godina. Po osam košarkašica, odbojkašica i atletičarki-sprinterskih disciplina. Ispitanice su bile podeljene u dve grupe po 12 koje su radile po planu i programa dva različita pliometrijska programa vežbanja. Grupe su određene i izjednačene na osnovu rezultata srednjih vrednosti morfoloških karakteristika (BH-telesna visina, BM-telesna masa i BMI-indeks telesne mase) i rezultata srednjih vrednosti telesne kompozicije (InBody Score). Prvi pliometrijski program je bio baziran na vežbama sa ekscentričnim kontrakcijama, dok je drugi program bio zasnovan na koncentričnim kontrakcijama. Ishrana nije bila praćena od strane istraživača. Usled osipanja ispitanica na finalnom merenju bilo je ukupno 20 ispitanica, obe grupe su imale jednak broj ispitanica po $n=10$. Jedna ispitanica u E1 grupi se u trećoj nedelji povredila (ruptura m. Biceps Femoris), dve ispitanice su se razbolele (virus COVID 19) i odustale od istraživanja a poslednja ispitanica je promenila mesto boravka.

Tabela 3. Kriterijumi za uključivanje i isključivanje ispitanika

Kriterijumi za uključivanje	Kriterijumi za isključivanje
1. ispitanici ženskog pola; 2. odbojkašice, košarkašice i atletičarke-sprinterke; 3. ispitanici uzrasta od 16 do 18 godina; 4. sportski aktivna najmanje 3 godina.	1. ispitanici koji su starijeg ili mlađeg uzrasta od 16 do 18 godina; 2. ispitanice koje se na bave odbojkom, košarkom ili atletikom-sprinterskim disciplinama; 3. ispitanici u procesu rehabilitacije; 4. ispitanici koji su sportski aktivni manje od tri godine.

6.2. Uzorak mernih instrumenata

1. *Uzorak mernih instrumenata za procenu morfoloških karakteristika*
2. *Uzorak mernih instrumenata za procenu telesne kompozicije*
3. *Uzorak mernih instrumenata za procenu biomehaničkih parametara*

4. *Uzorak mernih instrumenata za procenu brzine*

6.3. *Uzorak mernih instrumenata za procenu morfoloških karakteristika*

U skladu sa postavljenim ciljem istraživanja vršila su se merenja sledećih morfoloških karakteristika:

- telesna masa (BM),
- telesna visina (BH),
- indeksa telesne mase (BMI).

Sva antropometrijska merenja vršena su po međunarodnim standardima za antropometrijsku procenu (Marfell-Jones, Olds, Stewart, & Carter, 2006) i sprovela su se pre bilo kog programa vežbanja. Zbog potreba preciznog testiranja od ispitanica je bilo zatraženo da budu bosi i da na sebi nose laganu odeću. Ispitanice su stajale na ravnoj podlozi, dok je telesna težina bila jednako raspoređena na obe noge. Merenje telesne visine vršeno je tako da su ispitanice držale relaksirana ramena, skupljene pete, a glavu u položaju tako da zamišljena linija koja spaja donju ivicu leve orbite i tragus heliksa levog uha bila u vodoravnom položaju. Vodoravni krak antropometra bio je spušten i čvrsto prislonjen do temena glave ali bez pritiska. Telesna visina u (cm) merila se sa preciznošću opsega 0,10 cm, pomoću stadiometra. Morfološke karakteristike su prikazane kao deskriptivne karakteristike ispitanica.

6.4. *Uzorak mernih instrumenata za procenu telesne kompozicije*

Telesna kompozicija vršila se pomoću bioelektrične impendace (In Body, 720), koja je ujedno i merila telesnu masu (BM). Pre merenja u aparatu su pomoću numeričke tastature uneti podaci o visini tela, godinama starosti i polu ispitanica. Merenje je vršeno tako da su ispitanice stajale bosi, sa blago razmaknutim nogama i minimalno obučene u uspravnom stavu na elektrodama koje se nalaze na gornjoj površini vage. Kontakt sa aparatom vršen je sa stiskom šaka i prstiju oko elektroda. Za vreme merenja ruke su bile blago odmaknute od tela kako bi se otklonio kontakt između nadlaktice i trupa. Ispitanice su dobile uputstvo da za vreme merenja ne pravi pokrete kako se ne bi remetio tok električnog impulsa. Preko softvera dobile su se vrednosti BH (cm), BM (kg), BMI, Lean body mass (kg), SMM (kg), FFM (kg), i InBodyScore. Svi parametri bili su zabeleženi u apsolutnim i relativnim vrednostima. Rezultat merenja za vrednosti telesne kompozicije i telesne težine bio je merene sa preciznošću od 0.1 kg (Silva, Fields, Heymsfield & Sardinha, 2010).

6.5. Uzorak mernih instrumenata za procenu biomehaničkih parametara

Kinetički parametri prilikom izvođenja CMJ bez zamah ruku, dobijeni su pomoću tenziometarske platforme marke Kistler 9286A, a frekvencija snimanja je bila 1000 Hz. Analizirani parametri u ekscentričnoj i koncentričnoj fazi skoka su moment impulsa, relativna sila, visina odskoka, brzina težišta tela, vreme trajanja kontakta sa podlogom.

Kinematički parametri vršili su se pomoću reflektnih markera koji su bili postavljeni po opisu na studiju (Holden, Boreham, Doherty, Wang, & Delahunt, 2015), (zglob kuka, kolena i skočni zglob), a snimanje video zapisa i 2D analiza pomoću dve kamere visoke rezolucije marke Nikon, frekvencije 200 Hz i rezolucije 1024 x 768 piksela. Pozicija kamera je snimala skokove iz sagitalne i frontalne ravni. Softver Kinovea korišćen je za obradu kinematičkih parametara. Iz sagitalne ravni mereni su parametri u dva trenutka, prvi kada je brzina kretanja težišta tela jednaka nuli u trenutku prelaska ekscentrične u koncentričnu fazu i drugi trenutak kada telo kreće u fazu leta i stopala nemaju više kontakt sa podlogom. Ispitivani parametri su:

- ugao zgloba kolena,
- ugao kuka.

Iz frontalne ravni mereni su parametri u prvom trenutku kada je brzina kretanja težišta tela jednaka nuli tj. u trenutku prelaska ekscentrične u koncentričnu fazu. Ispitivani parametri su uglovi zgloba levog i desnog kolena. Iako se 3D analiza koristi za detaljnije podatke, po dosadašnjim saznanjima preporučuje se 2D analiza koja beleži manje greške prilikom analize ugla zgloba kolena i kuka prilikom vertikalnih skokova (Sorenson, Kernozek, Willson, Ragan, & Hove, 2015).

Tenziomiografski parametri su se merili pre početka inicijalnog merenja i na finalnom merenju. Tenziomiografija se koristila za otkrivanje uvećanja mišića u poprečnoj ravni tokom izometrične kontrakcije trzanja pomoću digitalnog senzora pomeranja visoke preciznosti (digitalno-optički komparator, TMG-BMC Ltd, Slovenia), koji je pritisnut oprugom ($.2\text{N}/\text{cm}^2$) na ciljanom mišiću tokom merenja kako bi se obezbedio visok odnos signal-zvuk i velika pouzdanost. Senzori su bili postavljeni upravno na tangencijalnu ravan na koži iznad mišića, u mišićima:

- vastus lateralis (VL),

- vastus medialis (VM),
- biceps femoris (BF),
- semitendinosus (ST),
- gastrocnemius medialis (GM), i
- gastrocnemius lateralis (GL).

Sva merenja vršena su izometrijski u opuštenim unapred definisanim položajima: za VL i VM, u ležećem položaju sa uglom kolena postavljenim na fleksiju od 30° (gde 0° predstavlja potpuno ispruženi zglob), za BF i ST u ležećem položaju sa uglom kolena postavljenim na 5° fleksije; a za GM i GL u ležećem položaju sa skočnim zglobovom u neutralnom položaju. Za podupiranje zglobova koristili su se jastučići od pene. Tačka merenja i položaji elektroda bili su prilagođeni da bi se dobio maksimalni Dm ciljanog mišića u zavisnosti od potreba. Korišćenje električnog stimulatora (TMG-S2, TMG-BMC, Slovenia), pravougaoni (trzajni) impuls od jedne ms bio je korišćen preko stimulacionih elektroda koje su bile postavljene pet cm distalno (katoda) od i pet cm proksimalno (anoda) do merne tačke. Iz dva maksimalna trzajna odgovora izračunala su se kontraktorna svojstva mišića i za dalju analizu je korišćen prosek. Parametri koji su mereni pomoću tenziomiografije su:

- Td - početno vreme kašnjenja,
- Ts - vreme održavanja kontrakcije,
- Tr - vreme opuštanja,
- Tc - vreme kontrakcije i
- Dm - maksimalna amplituda radijalnog pomeranja, po uzoru opisa metoda (Zubac, Paravlič, Koren, Felicita, & Šimunič, 2019).

6.5.1. Test procene eksplozivne snage

CMJ bez zamaha ruku

Opis: Test se izvodio na tenziometarskoj platformi marke Kistler 9286A koja je beležila svaki pokušaj ispitanica. Početna pozicija prilikom izvođenja vežbe bila je u uspravnom sunožnom stavu na platformi gde su ruke ispitanica bile fiksirane na kukovima, na svoj znak svaka ispitanica je maksimalno brzo spuštala težište tela u cilju stvaranja veće brzine i optimalne ekscentrične sile iz koje je maksimalno brzo, u što kraćem periodu, vršila eksplozivnu koncentričnu kontrakciju koja je dovela do vertikalnog odskoka sa maksimalnom početnom brzinom tela. Svaki od tri pokušaja bila su beležena u memoriji računara a izabrana

su pokušaji sa maksimalnim kinetičkim vrednostima. Pauza između skokova bila je 30 s. Pored kinetičkih parametara vršila se 2D analiza pomoću dve kamere visoke rezolucije. Kamere su bile fiksirane tokom celokupnog merenja i snimale su iz sagitalne i frontalne ravni svaki skok. Iz memorije računara birali su se skokovi sa najboljim kinetičkim vrednostima za kinematičku analizu. Obuhvaćeni su ugao zgloba kolena i ugao kuka u prvom trenutku i analizirala se i brzina kretanja centra težišta tela tokom skoka. Iz frontalne ravni u drugom trenutku analizirao se samo ugao zgloba kolena.

Skok u dalj iz mesta

Opis: Test se izvodio na drvenoj površini obeleženoj metrom do tri m. Ispitanice su u patikama i iz sunožnog stava imala tri maksimalna horizontalna skoka u dalj. U cilju stvaranja maksimalne moguće sile prilikom spuštanja težišta tela do optimalne dubine, koristile su zamah ruku ka boljem i dodatnom stvaranju sile ekscentrične faze. Prilikom prelaska u koncentričnu fazu impuls nogu potpomognut sinhronizovanim impulsom ruku napred. Kinematički parametri mereni su pomoću jedne fiksirane kamere visoke rezolucije marke Nikon, iz sagitalne ravni snimanja. Snimao se ugao zgloba kolena i ugao kuka u prvom trenutku, kao i brzine centra težišta tela tokom skoka. Drugi trenutak je kada je telo u fazi leta i centar težišta u najvišoj poziciji u odnosu na površinu. Analizirani su skokovi sa najvećom dužinom doskoka.

6.6. Uzorak mernih instrumenata za procenu brzine

Procena brzine vršila se pomoću foto-čelijskih senzora marke Witty, koje su bile postavljene na jednakoj udaljenosti na 10 m i 20 m od početnog mesta starta.

6.6.1. Test procene brzine

Sprint na 20 m

Opis: Test se vršio iz početne pozicije visokog starta gde su ispitanice na svoj start kretale sa ciljem maksimalnog brzog sprinta na 20 m. Udaljenost prednjeg stopala ispitanica i početne foto čelije na startnoj liniji bio je 1,1 m. Ispitanice su trčale u patikama na tartan površini. Na 0 m, 10 m i 20 m bile su postavljene foto-čelije, koje su merile prolazna vremena ispitanika. Rezultati su automatski zapisivani u računar, a analizirana su najbrža vremena.

6.6.2. Organizacija merenja

Merenje svih ispitanica vršilo se u isto vreme neposredno pre i dva dana nakon primenjenih programa, kako na inicijalnom tako i na finalnom merenju. Sva merenja (i na inicijalnom i na finalnom) vršila su se istim mernim instrumentima. Sve ispitanice obe grupe prvo su odradile testove procene morfoloških karakteristika i telesne kompozicije, a zatim sve ostale zadate testove. Prostorija u sali Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja u Nišu, u kojoj su se vršila merenja bila je dobro osvetljena i optimalno zagrejana, temperatura je bila 26 C. Svi rezultati merenja upisani su u mernu listu specijalno pripremljenu za ovo istraživanje. Rezultati su ručno pisani na unapred pripremljenim listama.

6.7. Eksperimentalni program

Sve ispitanice (jednake po broju iz svakog sporta, njih osam, članice Odbojkaškog kluba *Desetka*, Košarkaškog kluba *Student* i Atletskog kluba *Radnički* u Nišu), ukupno njih 24, podeljene su u dve grupe po 12 ispitanica. Iz svakog sporta - odbojke, košarke i atletike, ispitanice su selektovane po jednakom broju, četiri koje su zajedno sačinjavale dve grupe po 12 ispitanica. Kako je istraživanje teklo došlo je do osipanja ispitanica, u trećoj nedelji E1 grupa je ostala bez jedne ispitanice, u četvrtoj nedelji E2 grupa je ostala bez dve ispitanice usled bolesti i na kraju u petoj nedelji je jedna ispitanica odustala usled promene boravka stanovanja. Iz svakog sporta na kraju istraživanja na finalnom merenju bile su po 10 ispitanica u obe grupe E1 i E2, njih ukupno 20. Pre početka eksperimentalnih programa vežbanja jedna nedelja je služila sa upoznavanjem ispitanica sa mernim instrumentima i prostorijama testiranja, kao i detaljno objašnjenje toka i cilja vršenja eksperimenta. Nakon te nedelje usledio je početak inicijalnog merenja svi zadatih testova i sprovođenje isplaniranih pliometrijskih programa vežbanja. Trajanje eksperimentalnih programa je bilo šest nedelja. Trening programi eksperimentalnih grupa odvijali su se dva puta u toku nedelje, a struktura časa eksperimentalnih grupa bila je trodelna, uvodni deo zagrevanje, glavni deo, i hlađenje i istežanje, karakteristike su prikazane u Tabela 4.

Opis eksperimentalnih programa vežbanja:

Tabela 4. Karakteristike dva pliometrijska programa vežbanja

Karakteristike programa	Ekperimentalni pliometrijski programa baziran na ekscentričnim kontrakcijama	Ekperimentalni pliometrijski programa baziran na koncentričnim kontrakcijama
Trajanje programa	6 nedelja	6 nedelja
Učestalost programa	2 puta nedeljno	2 puta nedeljno
Dužina trajanja programa	45-60 min	45-60 min
Intezitet treninga	Visoki	Visoki
Struktura treninga	Trodelna	Trodelna
Broj vežbi	12 (4 za zagrevanje)	12 (4 za zagrevanje)
Tip vežbi	Skok iz mesta u dalj, troskok iz mesta sa noge na nogu, horizontalno vertikalni dvoskok iz mesta (sa 30 cm), Drop jump (sa 30 cm) dupli odskok, sprint (10 m i 20 m), Depth landings (doskoci sa različitih visina)	Skok iz mesta u dalj, troskok iz mesta sa noge na nogu, horizontalno vertikalni dvoskok iz mesta (sa 30 cm), Drop jump (sa 30 cm) dupli odskok, sprint (10 m i 20 m) skok iz dubokog čučnja - SJ

Struktura i intezitet treninga u oba eksperimentalna pliometrijska programa vežbanja bila su bazirana na osnovu dosadašnjih istraživanja i smernica po uzoru na (Ramirez-Campillo et al., 2020). Pauze između skokova od jedne do pet s, između serija bile su od 60-120 s, a između vežbi 120-240 s. Programi vežbanja izvođeni su u visokom intezitetu. Određivanje inteziteta treninga određeno je na osnovu dužine trajanja pauza između skokova, vežbi i serija na osnovu studije (Ramirez-Campillo et al., 2020), takođe na osnovu tipa vežbe koje su definisane po intezitetu (Verkhoshansky & Siff, 2009). Dužina trajanja jednog treninga bila je u opsegu od 45 do 60 min. Odnos od ukupnog broja svih skokova i doskoka baziranih na ekscentričnoj kontrakciji ili skokova iz čučnja baziranih na koncentričnoj kontrakciji je od 30-40%. Podela vežbi i broja skokova između prve grupe, bazirane na ekscentričnim kontrakcijama, i druge grupe, bazirane na koncentričnim kontrakcijama, jednaka je po broju pliometrijskih, horizontalnih i nepliometrijskih skokova, kao i sprinteva (detaljan prikaz vežbi, serija, pauza i odnosa svih tipova skokova, kao i odnosa ekscentričnih i koncentričnih vežbi je opisan u prilogu u Tabeli 5).

6.8. Metode obrade podataka

Na osnovu postavljenog problema, predmeta, cilja, zadataka i hipoteza istraživanja, izabrani su matematičko-statistički postupci, Podaci su obrađeni u statističkom paketu SPSS (IBM Corp. Released 2010. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 26.0. Armonk, NY:

IBM Corp.). Podaci su unošeni sa šifriranim kodom u cilju zaštite privatnosti i predupređenja pristrasnosti istraživača. Svi dobijeni podaci predstavljeni su parametrima deskriptivne statistike (centralni i disperzivni parametri: aritmetička sredina (Mean), standardna devijacija (Std. deviation), minimum (Minimum), maksimum (Maximum) i raspon rezultata (Range).

Za utvrđivanje normalnosti distribucije koristio se Kolmogorov-Smirnov test na osnovu koga je određena dalja analiza. Na osnovu rezultata normalne distribucije za dalju analizu određena je parametrijska analiza. Za utvrđivanje razlika između inicijalnog i finalnog merenja za svaku pojedinačnu grupu korišćen je Studentov T-test, a multivarijantna analiza varijanse (MANOVA) koristila se za procenu razlika grupa (eksperimentalnih grupa 1 i 2), i vremena (pre i nakon primenjenog programa). Procena veličine uticaja vršila se pomoću parcijalnog eta kvadrata (partial eta squared - η_p^2). Takođe zbog dvostrukog prikladnog načina proveravanja i analiziranja rezultata vršila se i metoda multivarijantna analiza kovarijanse (MANCOVA), sa kojom su proveravani efekti, tj. razlike između programa. Za statističku značajnost razlika u rezultatima između inicijalnog i finalnog merenja, kao i za razliku između grupa, korišćen je nivo značajnosti $p < .05$.

7. REZULTATI

7.1. Deskriptivni parametri telesne kompozicije i morfoloških karakteristika

7.1.1. Osnovni deskriptivni parametri testova za procenu morfoloških karakteristika i telesne kompozicije ispitanika na inicijalnom merenju

Osnovni deskriptivni parametri telesne kompozicije i morfološke karakteristike E1 i E2 grupe na inicijalnom merenju prikazani su u Tabeli 5 i 6. Rezultati pokazuju da su grupe jednake za sve navedene parametre.

Tabela 5. Deskriptivna statistika i normalnost distribucije telesne kompozicije i morfoloških karakteristika ispitanika E1 grupe na inicijalnom merenju

Varijable	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	r
Godine	17.00	.94	2	16	18	.256	.063
BH, cm	174.90	4.75	17.00	169.00	186.00	.229	.146
BM, kg	65.48	6.68	22.70	53.20	75.90	.141	.200 [#]
BMI	21.43	2.38	8.18	17.78	25.96	.153	.200 [#]
Lean body mass, kg	48.55	4.11	11.40	43.60	55.00	.165	.200 [#]
SMM, kg	28.76	2.69	7.60	25.60	33.20	.167	.200 [#]
FFM, kg	51.63	4.43	12.20	46.30	58.50	.177	.200 [#]
InBodyScore	77.80	5.83	21.00	69.00	90.00	.186	.200 [#]

Legenda: Mean – vrednost aritmetičke sredine; SD – standardna devijacija; Min – minimalna vrednost; Max – maksimalna vrednost; Range – raspon; K-S – Kolmogorov-Smirnov; p – koeficijent nivoa značajnosti; # – donja granica prave vrednosti; BH – telesna visina; BM – telesna masa; BMI – indeks telesne mase; Lean body mass – čista telesna masa; SMM – mišićna masa; FFM – nemasna masa tela; InBodyScore – ukupan telesni rezultat.

Starost ispitanica u E1 grupi je 17.00 ± 0.94 godina, dok je u E2 grupi 16.90 ± 1.10 godina, srednja vrednost telesne visine u E1 grupi iznosi 174.90 ± 4.75 cm i u E2 grupi 171.90 ± 8.36 cm, telesne mase 65.48 ± 6.68 kg i 65.77 ± 9.60 kg, BMI 21.43 ± 2.38 i 22.20 ± 2.35 i InBodyScore 77.80 ± 5.83 i 79.20 ± 4.16 .

Rezultati Kolmogorov-Smirnov testa pokazali su normalnu distribuciju kod svih merenih varijabli obe grupe. Vrednosti K-S nalaze se u rasponu od $p = .057$, za varijablu telesne mase ispitanika u E2 grupe, do $p > .200$ za sve ostale merene varijable.

Tabela 6. Deskriptivna statistika i normalnost distribucije telesne kompozicije i morfoloških karakteristika ispitanika E2 grupe na inicijalnom merenju

Varijable	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	r
Godine	16.90	1.10	3	15	18	.241	.103
BH, cm	171.90	8.36	28.00	16.00	188.00	.160	.200 [#]
BM, kg	65.77	9.60	24.30	54.20	78.50	.258	.057
BMI	22.20	2.35	7.16	18.48	25.63	.165	.200 [#]
Lean body mass, kg	47.92	6.33	19.30	38.40	57.70	.155	.200 [#]
SMM, kg	28.29	3.92	12.00	22.20	34.20	.131	.200 [#]
FFM, kg	5.99	6.77	2.30	4.90	61.20	.160	.200 [#]
InBodyScore	79.20	4.16	13.00	71.00	84.00	.124	.200 [#]

Legenda: Mean – vrednost aritmetičke sredine; SD – standardna devijacija; Min – minimalna vrednost; Max – maksimalna vrednost; Range – raspon; K-S – Kolmogorov-Smirnov; p – koeficijent nivoa značajnosti; # – donja granica prave vrednosti; BH – telesna visina; BM – telesna masa; BMI – indeks telesne mase; Lean body mass – čista telesna masa; SMM – mišićna masa; FFM – nemasna masa tela; InBodyScore – ukupan telesni rezultat.

7.2. Deskriptivni biomehanički parametri na inicijalnom merenju

7.2.1. Osnovni deskriptivni parametri testa CMJ za procenu eksplozivne snage na inicijalnom merenju- kinetički parametri

Tabela 7. Deskriptivna statistika i normalnost distribucije kinetičkih parametara (CMJ) ispitanika E1 grupe na inicijalnom merenju

Varijable	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	p
EccV, m/s	1.32	.17	.55	1.03	1.57	.146	.200 [#]
ConcV, m/s	2.29	.28	.81	1.78	2.59	.232	.135
Height, cm	37.88	4.70	13.71	29.23	42.94	.247	.084
EccF, F·Ns	22.24	2.00	5.77	19.42	25.19	.229	.145
ConcF, F·Ns	22.30	1.95	5.72	19.47	25.19	.221	.181
RelF, F·Ns	227.31	19.85	58.30	198.50	256.80	.220	.184
T, s	.80	.09	.28	.70	.98	.158	.200 [#]
EccT, s	.49	.06	.17	.43	.59	.183	.200 [#]
ConcT, s	.32	.04	.13	.25	.38	.164	.200 [#]
RelI, N·m/s	147.17	21.02	56.14	12.59	176.73	.212	.200 [#]
EccI, N·m/s	44.04	15.14	47.25	25.49	72.74	.159	.200 [#]
ConcI, N·m/s	150.91	22.27	58.52	123.23	181.75	.239	.109

Legenda: Mean – vrednost aritmetičke sredine; SD – standardna devijacija; Min – minimalna vrednost; Max – maksimalna vrednost; Range – raspon; K-S – Kolmogorov-Smirnov; p – koeficijent nivoa značajnosti; # – donja granica prave vrednosti; EccV – brzina u ekscentričnoj fazi; ConcV – brzina u koncentričnoj fazi; Height – visina skoka; EccF – relativna sila u ekscentričnoj fazi; ConcF – relativna sila u koncentričnoj fazi; Rel F – ukupna relativna sila; T – vreme skoka; EccT – vreme trajanja ekscentrične faze; ConcT – vreme trajanja koncentrične faze; Rel I – ukupan relativni impuls; EccI – relativni impuls u ekscentričnoj fazi; ConcI – relativni impuls u koncentričnoj fazi.

Normalna distribucija svih kinetičkih parametara CMJ u E1 i E2 grupe na inicijalnom merenju prikazana je u Tabeli 7 i 8. Najniža vrednost K-S nalazi se u E1 grupi za CMJ Height, $p = .084$. Takođe, prikazani su i osnovni deskriptivni parametri.

Tabela 8. Deskriptivna statistika i normalnost distribucije kinetičkih parametara (CMJ) ispitanika E2 grupe na inicijalnom merenju

Variable	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	r
EccV, m/s	1.04	.17	.51	.79	1.30	.204	.200 [#]
ConcV, m/s	2.23	.24	.78	1.87	2.65	.124	.200 [#]
Height, cm	37.00	4.09	13.67	3.40	44.07	.146	.200 [#]
EccF, F·Ns	21.16	3.23	11.14	16.42	27.56	.166	.200 [#]
ConcF, F·Ns	22.09	2.64	9.65	17.91	27.56	.210	.200 [#]
Rel F, F·Ns	226.45	27.25	98.40	182.60	281.00	.228	.151
T, s	.80	.17	.51	.58	1.10	.118	.200 [#]
EccT, s	.49	.12	.38	.35	.74	.161	.200 [#]
ConcT, s	.31	.06	.16	.22	.38	.123	.200 [#]
Rel I, N·m/s	143.56	21.04	68.55	113.58	182.13	.208	.200 [#]
EccI, N·m/s	38.65	14.32	49.31	2.54	69.85	.139	.200 [#]
ConcI, N·m/s	145.92	21.37	7.24	115.26	185.50	.167	.200 [#]

Legenda: Mean – vrednost aritmetičke sredine; SD – standardna devijacija; Min – minimalna vrednost; Max – maksimalna vrednost; Range – raspon; K-S – Kolmogorov-Smirnov; p – koeficijent nivoa značajnosti; # – donja granica prave vrednosti; EccV – brzina u ekscentričnoj fazi; ConcV – brzina u koncentričnoj fazi; Height – visina skoka; EccF – relativna sila u ekscentričnoj fazi; ConcF – relativna sila u koncentričnoj fazi; Rel F – ukupna relativna sila; T – vreme skoka; EccT – vreme trajanja ekscentrične faze; ConcT – vreme trajanja koncentrične faze; Rel I – ukupan relativni impuls; EccI – relativni impuls u ekscentričnoj fazi; ConcI – relativni impuls u koncentričnoj fazi.

7.2.2. Osnovni deskriptivni parametri testa NJ na inicijalnom merenju - kinetički parametri

U Tabeli 9 i 10 prikazani su rezultati E1 i E2 grupe u vidu deskriptivne statistike kinetičkih parametara NJ na inicijalnom merenju. U Tabeli 9 vrednosti rezultata Kolmogorov-Smirnov testa su pokazale normalnu distribuciju svih varijabli sem Length, $K-S = .291$, $p = .016$.

U Tabeli 10 primećuje se ista normalna distribucija za sve merene varijable E2 grupe, sem za Length, $K-S = .276$, $p = .029$.

Tabela 9. Deskriptivna statistika i normalnost distribucije kinetičkih parametara (NJ) ispitanika E1 grupe na inicijalnom merenju

Variable	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	r
EccV, m/s	1.15	.18	.59	.78	1.36	.177	.200 [#]
ConcV, m/s	3.69	.42	1.26	3.09	4.35	.179	.200 [#]
EccT, s	0.89	.21	.66	.50	1.16	.198	.200 [#]
ConcT, s	0.29	.04	.11	.22	.33	.203	.200 [#]
T, s	1.18	.22	.71	.78	1.49	.230	.144
Length, cm	1.91	.27	.92	1.30	2.22	.291	.016 [*]

Legenda: Mean – vrednost aritmetičke sredine; SD – standardna devijacija; Min – minimalna vrednost; Max – maksimalna vrednost; Range – raspon; K-S – Kolmogorov-Smirnov; p – koeficijent nivoa značajnosti; * – statistički značajan rezultat, $p < .05$; # – donja granica prave vrednosti; EccV – brzina u ekscentričnoj fazi; ConcV – brzina u koncentričnoj fazi; EccT – vreme trajanja ekscentrične faze; ConcT – vreme trajanja koncentrične faze; T – vreme skoka; Length – dužina skoka.

Tabela 10. Deskriptivna statistika i normalnost distribucije kinetičkih parametara (NJ) ispitanika E2 grupe na inicijalnom merenju

Variable	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	r
EccV, m/s	1.05	.13	.37	.85	1.22	.151	.200 [#]
ConcV, m/s	3.56	.37	1.15	2.91	4.06	.137	.200 [#]
EccT, s	.90	.25	.77	.56	1.33	.165	.200 [#]
ConcT, s	.29	.05	.17	.20	.37	.192	.200 [#]
T, s	1.19	.25	.87	.76	1.63	.157	.200 [#]
Length, cm	1.85	.12	.33	1.70	2.03	.276	.029 [*]

Legenda: Mean – vrednost aritmetičke sredine; SD – standardna devijacija; Min – minimalna vrednost; Max – maksimalna vrednost; Range – raspon; p – koeficijent nivoa značajnosti; * – statistički značajan rezultat, $p < .05$; # – donja granica prave vrednosti; EccV – brzina u ekscentričnoj fazi; ConcV – brzina u koncentričnoj fazi; EccT – vreme trajanja ekscentrične faze; ConcT – vreme trajanja koncentrične faze; T – vreme skoka; Length – visina skoka.

7.2.3. Osnovni deskriptivni parametri testa CMJ za procenu eksplozivne snage na inicijalnom merenju- kinematički parametri

Kinematički parametri CMJ testa na inicijalnom merenju prikazani su u Tabeli 11 i 12, rezultati su predstavljeni u vidu deskriptivnih parametara za obe grupe.

U Tabeli 11 Kolmogorov-Smirnov test pokazao je jedino odstupanje u E1 grupi od normalne distribucije za varijablu iz frontalne ravni, ugao desnog kolena kod CMJ skoka, $K-S = .272$, $p = .035$.

Tabela 11. Deskriptivna statistika i normalnost distribucije kinematičkih parametara (CMJ) ispitanika E1 grupe na inicijalnom merenju

Sagitalna							
Varijable	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	r
Ugao kuka, °	39.92	10.46	32.90	25.00	57.90	.171	.200 [#]
Ugao kolena, °	82.85	9.82	29.50	68.00	97.50	.113	.200 [#]
Frontalna							
Ugao levog kolena, °	182.30	22.01	76.40	152.50	228.90	.185	.200 [#]
Ugao desnog kolena, °	17.23	20.41	66.70	12.70	187.40	.272	.035 [*]

Legenda: Mean – vrednost aritmetičke sredine; SD – standardna devijacija; Min – minimalna vrednost; Max – maksimalna vrednost; Range – raspon; K-S – Kolmogorov-Smirnov; p – koeficijent nivoa značajnosti; ° – stepen; * – statistički značajan rezultat, p < .05; # – donja granica prave vrednosti.

Tabela 12. Deskriptivna statistika i normalnost distribucije kinematičkih parametara (CMJ) ispitanika E2 grupe na inicijalnom merenju

Sagitalna							
Varijable	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	r
Ugao kuka, °	46.01	11.74	36.70	23.60	60.30	.217	.200 [#]
Ugao kolena, °	86.67	3.51	10.40	80.40	90.80	.224	.166
Frontalna							
Ugao levog kolena, °	179.83	6.74	22.30	166.50	188.80	.198	.200 [#]
Ugao desnog kolena, °	177.14	17.49	64.00	139.80	203.80	.195	.200 [#]

Legenda: Mean – vrednost aritmetičke sredine; SD – standardna devijacija; Min – minimalna vrednost; Max – maksimalna vrednost; Range – raspon; K-S – Kolmogorov-Smirnov; p – koeficijent nivoa značajnosti; ° – stepen; # – donja granica prave vrednosti.

U Tabeli 12 rezultati Kolmogorov-Smirnov testa za E2 grupe ne pokazuju odstupanja od normalne distribucije za nijednu merenu varijablu.

7.2.4. Osnovni deskriptivni parametri testa NJ na inicijalnom merenju- kinematički parametri

Kinematički parametri HJ testa na inicijalnom merenju prikazani su u Tabeli 13 i 14, rezultati E1 i E2 grupe predstavljeni su u vidu deskriptivnih parametara.

Rezultati Kolmogorov-Smirnov testa pokazali su normalnu distribuciju svih kinematičkih parametara.

Tabela 13. Deskriptivna statistika i normalnost distribucije kinematičkih parametara (NJ) ispitanika E1 grupe na inicijalnom merenju

Varijable	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	r
Ugao kuka, °	96.35	6.15	21.80	84.70	106.50	.093	.200 [#]
Ugao kolena, °	19.55	8.90	23.10	8.90	32.00	.156	.200 [#]

Legenda: Mean – vrednost aritmetičke sredine; SD – standardna devijacija; Min – minimalna vrednost; Max – maksimalna vrednost; Range – raspon; K-S – Kolmogorov-Smirnov; p – koeficijent nivoa značajnosti; ° – stepen; # – donja granica prave vrednosti.

Tabela 14. Deskriptivna statistika i normalnost distribucije kinematičkih parametara (NJ) ispitanika E2 grupe na inicijalnom merenju

Varijable	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	r
Ugao kuka, °	96.81	6.90	23.40	81.70	105.10	.129	.200 [#]
Ugao kolena, °	22.56	10.48	35.30	8.00	43.30	.210	.200 [#]

Legenda: Mean – vrednost aritmetičke sredine; SD – standardna devijacija; Min – minimalna vrednost; Max – maksimalna vrednost; Range – raspon; K-S – Kolmogorov-Smirnov; p – koeficijent nivoa značajnosti; ° – stepen; # – donja granica prave vrednosti.

7.2.5. Osnovni deskriptivni parametri tenziomiografskih parametara na inicijalnom merenju

Osnovni deskriptivni parametri E1 grupe za TMG parametre šest mišića leve noge na inicijalnom merenju predstavljeni su u Tabeli 15, kao i vrednosti Kolmogorov-Smirnov testa.

Tabela 15. Deskriptivna statistika i normalnost distribucije tenziomiografskih parametara ispitanika E1 grupe na inicijalnom merenju – Leva noga

m.Vastus Lateralis							
Varijable	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	r
Tc, ms	20.42	3.67	12.84	13.66	26.50	.116	.200 [#]
Ts, ms	64.27	47.34	121.97	19.11	141.08	.327	.003 [*]
Tr, ms	35.50	37.18	106.18	4.76	110.94	.340	.002 [*]
Dm, mm	2.80	1.31	4.25	.53	4.78	.094	.200 [#]
Td, ms	21.13	1.75	6.06	18.21	24.27	.162	.200 [#]

Nastaviće se.

Nastavak.

Tabela 15. Deskriptivna statistika i normalnost distribucije tenziomiografskih parametara ispitanika E1 grupe na inicijalnom merenju – Leva noga

m.Vastus Medialis							
Varijable	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	r
Tc, ms	23.30	1.18	3.87	20.98	24.85	.189	.200 [#]
Ts, ms	168.82	28.95	93.13	128.61	221.74	.176	.200 [#]
Tr, ms	58.74	39.86	103.11	15.87	118.98	.302	.010 [*]
Dm, mm	4.91	1.68	6.57	2.06	8.63	.230	.144
Td, ms	21.14	1.87	6.37	17.41	23.78	.167	.200 [#]
m.Biceps Femoris							
Tc, ms	40.12	19.64	60.19	18.21	78.40	.219	.189
Ts, ms	141.98	65.55	215.91	31.49	247.40	.225	.164
Tr, ms	45.18	20.12	55.43	10.40	65.83	.190	.200 [#]
Dm, mm	4.48	2.41	7.47	1.02	8.49	.130	.200 [#]
Td, ms	25.08	3.80	13.88	20.40	34.28	.242	.101
m.Semitendinosus							
Tc, ms	46.36	8.36	29.60	26.31	55.91	.204	.200 [#]
Ts, ms	151.39	30.95	102.78	117.65	220.43	.158	.200 [#]
Tr, ms	78.45	27.61	90.21	55.45	145.66	.202	.200 [#]
Dm, mm	6.00	1.86	6.92	2.32	9.24	.141	.200 [#]
Td, ms	25.85	2.11	5.79	22.93	28.72	.163	.200 [#]
m.Gastrocnemius lateralis							
Tc, ms	27.50	15.99	42.55	17.05	59.60	.331	.003 [*]
Ts, ms	191.92	35.79	112.46	144.31	256.77	.093	.200 [#]
Tr, ms	54.75	50.77	175.42	11.90	187.32	.272	.034 [*]
Dm, mm	2.63	1.37	3.92	.87	4.79	.216	.200 [#]
Td, ms	20.97	3.29	10.44	18.10	28.54	.218	.195
m.Gastrocnemius medialis							
Tc, ms	16.34	3.71	13.72	8.40	22.12	.188	.200 [#]
Ts, ms	180.96	93.71	253.71	21.59	275.30	.252	.070
Tr, ms	42.31	48.81	132.83	5.13	137.96	.272	.034 [*]
Dm, mm	1.11	.89	3.00	.26	3.26	.280	.025 [*]
Td, ms	18.57	1.18	4.02	16.68	20.70	.199	.200 [#]

Legenda: Mean – vrednost aritmetičke sredine; SD – standardna devijacija; Min – minimalna vrednost; Max – maksimalna vrednost; Range – raspon; K-S – Kolmogorov-Smirnov; p – koeficijent nivoa značajnosti; * – statistički značajan rezultat, p < .05; # – donja granica prave vrednosti; Tc – vreme kontrakcije; Ts – vreme održavanja kontrakcije; Tr – vreme opuštanja; Dm – maksimalna amplituda radijalnog pomeranja; Td – početno vreme kašnjenja.

Normalna distribucija potvrđena je u većini TMG rezultata E1 grupe sem kod mišića opružaća leve potkolenice Vastus Lateralis-a, koji je imao dva parametra koja nisu potvrdila pretpostavku o normalnoj distribuciji, Ts i Tr sa vrednostima K-S= .327, p= .003 i K-S= .340, p= .002. Takođe, i kod mišića Vastus Medialis-a jedan TMG parametar odstupao je od normalne distribucije, Tr sa vrednostima K-S= .302, p= .010. Pretpostavka normalne distribucije potvrđena je kod svih pet tenziomiografskih parametara za dva mišića fleksora leve potkolenice, Biceps Femoris-a i Semitendinosus-a, opsega p= .101, do p>.200. Kod mišića opružaća levog stopala Gastrocnemius lateralis-a, odstupanje od normalne distribucije primećeno je za Ts, sa vrednostima K-S= .331, p= .003, i Tr, sa vrednostima K-S= .272, p= .034. Kod drugog mišića opružaća levog stopala Gastrocnemius medialis-a, primećena su dva odstupanje od normalne distribucije za Dm sa vrednostima, K-S= .280, p= .025, i Tr sa vrednostima K-S= .272, p= .034.

U Tabeli 16 prikazani su osnovni deskriptivni parametri E1 grupe za TMG parametre šest mišića desne noge.

Tabela 16. Deskriptivna statistika i normalnost distribucije tenziomiografskih parametara ispitanika E1 grupe na inicijalnom merenju – Desna noga							
m.Vastus Lateralis							
Varijable	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	r
Tc, ms	19.32	5.49	19.71	9.78	29.49	.121	.200 [#]
Ts, ms	48.16	42.40	131.40	12.06	143.46	.398	.000 ^{**}
Tr, ms	21.52	26.64	77.27	2.63	79.90	.379	.000 ^{**}
Dm, mm	2.16	1.26	3.52	.72	4.24	.169	.200 [#]
Td, ms	20.33	1.98	5.40	18.11	23.51	.204	.200 [#]
m.Vastus Medialis							
Tc, ms	22.95	3.11	12.54	17.89	30.43	.266	.043 [*]
Ts, ms	183.20	26.41	98.11	141.23	239.34	.264	.046 [*]
Tr, ms	54.43	33.65	110.36	27.23	137.59	.329	.003 [*]
Dm, mm	5.72	1.76	4.30	3.64	7.94	.177	.200 [#]
Td, ms	22.39	1.58	5.69	20.40	26.09	.205	.200 [#]

Nastaviće se.

Nastavak.

Tabela 16. Deskriptivna statistika i normalnost distribucije tenziomiografskih parametara ispitanika E1 grupe na inicijalnom merenju – Desna noga

m.Biceps Femoris							
Varijable	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	r
Tc, ms	32.88	13.29	44.11	15.48	59.59	.205	.200 [#]
Ts, ms	221.97	80.03	266.08	166.97	433.05	.294	.014 [*]
Tr, ms	74.93	50.23	141.50	23.74	165.24	.263	.048 [*]
Dm, mm	3.02	1.15	3.92	1.33	5.25	.129	.200 [#]
Td, ms	23.36	3.13	8.09	19.24	27.33	.222	.179
m.Semitendinosus							
Tc, ms	43.20	7.68	25.11	24.40	49.51	.225	.163
Ts, ms	179.84	70.34	255.74	106.08	361.82	.268	.040 [*]
Tr, ms	77.50	39.84	121.80	37.22	159.02	.181	.200 [#]
Dm, mm	5.75	1.98	7.16	1.86	9.02	.111	.200 [#]
Td, ms	26.97	5.90	20.92	22.19	43.11	.364	.001 [*]
m.Gastrocnemius lateralis							
Tc, ms	28.81	17.15	46.05	15.97	62.02	.378	.000 ^{**}
Ts, ms	183.35	30.76	87.42	138.82	226.24	.140	.200 [#]
Tr, ms	43.65	21.58	70.34	19.03	89.37	.177	.200 [#]
Dm, mm	3.44	1.76	5.63	1.60	7.23	.207	.200 [#]
Td, ms	21.39	2.06	6.51	19.42	25.93	.328	.003 [*]
m.Gastrocnemius medialis							
Tc, ms	15.34	3.10	10.95	10.99	21.94	.175	.200 [#]
Ts, ms	168.86	107.74	273.38	15.03	288.41	.228	.149
Tr, ms	18.00	17.57	57.62	3.60	61.22	.312	.007 [*]
Dm, mm	.83	.82	2.76	.22	2.98	.327	.003 [*]
Td, ms	17.08	1.95	6.83	14.53	21.36	.190	.200 [#]

Legenda: Mean – vrednost aritmetičke sredine; SD – standardna devijacija; Min – minimalna vrednost; Max – maksimalna vrednost; Range – raspon; K-S – Kolmogorov-Smirnov; p – koeficijent nivoa značajnosti; * – statistički značajan rezultat, p < .05; ** – statistički značajan rezultat, p < .001; # – donja granica prave vrednosti; Tc – vreme kontrakcije; Ts – vreme održavanja kontrakcije; Tr – vreme opuštanja; Dm – maksimalna amplituda radijalnog pomeranja; Td – početno vreme kašnjenja.

Kao i kod leve noge rezultati Kolmogorov-Smirnov testa desne noge u E1 grupi pokazali su pomešane rezultate sa većinom parametara koji su imali normalnu distribuciju. Ukupno 11 tenziomiografska parametra odstupaju od normalne distribucije. Kod mišića opružaća desne potkolenice Vastus Lateralis-a prikazana su dva TMG parametra sa

odstupanjima, Ts i Tr sa vrednostima K-S= .398, p= .000, i K-S= .379, p= .000. Drugi mišić opružača desne potkolenice Vastus Medialis imao je tri TMG parametra sa odstupanjima, Ts, Ts i Tr sa vrednostima K-S= .266, p= .043, K-S= .264, p= .046 i K-S= .329, p= .003. Fleksori desne potkolenice, mišić Biceps Femoris i mišić Semitendinosus, imali su po dva TMG parametara sa odstupanjima od normalne distribucije. Kod mišića Biceps Femoris-a Ts i Tr, sa vrednostima K-S= .294, p= .014, i K-S= .263, p= .048, i kod mišića Semitendinosus-a Ts i Td, sa vrednostima K-S= .268, p= .040, i K-S= .364, p= .001. Poslednja dva mišića opružača desnog stopala Gastrocnemius lateralis i Gastrocnemius medialis, takođe su pokazala po dva parametra sa odstupanjem od normalne distribucije. Kod mišića Gastrocnemius lateralis-a Ts i Td, sa vrednostima K-S= .378, p= .000, i K-S= .328, p= .004, a kod mišića Gastrocnemius medialis-a Tr i Dm, sa vrednostima K-S= .312, p= .007, i K-S= .327, p= .003.

U Tabeli 17 prikazani su osnovni deskriptivni parametri E2 grupe za TMG parametre šest mišića leve noge.

Tabela 17. Deskriptivna statistika i normalnost distribucije tenziomiografskih parametara ispitanika E2 grupe na inicijalnom merenju – Leva noga

m.Vastus Lateralis							
Varijable	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	r
Tc, ms	23.97	5.29	18.98	18.47	37.45	.258	.057
Ts, ms	87.06	44.15	123.46	29.36	152.82	.146	.200 [#]
Tr, ms	50.43	31.39	83.87	9.24	93.11	.177	.200 [#]
Dm, mm	3.88	.96	3.09	2.00	5.09	.168	.200 [#]
Td, ms	21.95	1.97	6.81	19.86	26.67	.181	.200 [#]
m.Vastus Medialis							
Tc, ms	22.33	1.65	5.76	18.62	24.38	.238	.115
Ts, ms	177.62	32.39	111.81	100.49	212.30	.189	.200 [#]
Tr, ms	39.81	17.58	53.20	19.05	72.25	.223	.172
Dm, mm	5.14	1.63	4.93	2.48	7.41	.189	.200 [#]
Td, ms	20.87	1.50	4.87	18.11	22.98	.165	.200 [#]

Nastaviće se.

Nastavak.

Tabela 17. Deskriptivna statistika i normalnost distribucije tenziomiografskih parametara ispitanika E2 grupe na inicijalnom merenju – Leva noga

m.Biceps Femoris							
Varijable	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	r
Tc, ms	33.25	15.19	45.02	14.73	59.75	.232	.135
Ts, ms	199.05	62.48	211.44	157.90	369.34	.320	.004*
Tr, ms	51.64	35.71	125.53	10.89	136.42	.182	.200#
Dm, mm	3.73	1.76	5.51	.76	6.27	.221	.184
Td, ms	23.48	3.96	11.02	17.96	28.98	.141	.200#
m.Semitendinosus							
Tc, ms	45.16	8.04	21.51	34.21	55.72	.182	.200#
Ts, ms	159.24	27.41	95.17	119.74	214.91	.146	.200#
Tr, ms	72.61	28.27	81.01	40.64	121.65	.218	.195
Dm, mm	5.96	2.22	5.79	3.07	8.86	.154	.200#
Td, ms	27.17	2.24	7.34	23.43	30.77	.158	.200#
m.Gastrocnemius lateralis							
Tc, ms	22.52	8.42	29.64	16.12	45.76	.406	.000**
Ts, ms	172.97	55.13	195.33	31.42	226.75	.254	.066
Tr, ms	57.71	52.22	187.33	9.14	196.47	.349	.001*
Dm, mm	2.40	1.60	4.94	.53	5.47	.185	.200#
Td, ms	20.57	1.05	2.85	19.07	21.92	.246	.086
m.Gastrocnemius medialis							
Tc, ms	16.75	3.67	10.38	11.68	22.06	.132	.200#
Ts, ms	107.40	101.79	251.96	20.17	272.13	.237	.117
Tr, ms	23.08	29.80	95.11	5.54	100.65	.298	.012*
Dm, mm	.90	.56	1.68	.16	1.84	.186	.200#
Td, ms	17.31	1.73	6.08	14.21	20.29	.160	.200#

Legenda: Mean – vrednost aritmetičke sredine; SD – standardna devijacija; Min – minimalna vrednost; Max – maksimalna vrednost; Range – raspon; K-S – Kolmogorov-Smirnov; p – koeficijent nivoa značajnosti; * – statistički značajan rezultat, p < .05; ** – statistički značajan rezultat, p < .001; # – donja granica prave vrednosti; Tc – vreme kontrakcije; Ts – vreme održavanja kontrakcije; Tr – vreme opuštanja; Dm – maksimalna amplituda radijalnog pomeranja; Td – početno vreme kašnjenja.

Rezultati Kolmogorov-Smirnov testa u E2 grupi imali su manji broj TMG parametara koji su odstupali od normalne distribucije u odnosu na E1 grupi. Mišići Vastus Lateralis, Vastus Medialis i Semitendinosus imaju normalnu distribuciju za sve navedene parametre. Mišić Biceps Femoris i Gastrocnemius medialis imaju po jedan parametar koji odstupa od

normalne distribucije, Ts i Tr sa vrednostima K-S= .320, p= .004, i K-S= .298, p= .012. Jedino mišić opružača levog stopala Gastrocnemius lateralis ima vrednosti dva TMG parametra koja odstupaju od normalne distribucije, Ts i Tr sa vrednostima K-S= .406, p= .000, i K-S= .349, p= .001.

U Tabeli 18 prikazani su osnovni deskriptivni parametri E2 grupe za TMG parametre šest mišića desne noge.

Tabela 18. Deskriptivna statistika i normalnost distribucije tenziomiografskih parametara ispitanika E2 grupe na inicijalnom merenju – Desna noga							
m.Vastus Lateralis							
Varijable	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	r
Tc, ms	22.25	4.80	17.68	14.63	32.31	.178	.200 [#]
Ts, ms	80.58	48.62	120.60	23.78	144.38	.243	.096
Tr, ms	43.21	32.64	87.11	7.30	94.41	.206	.200 [#]
Dm, mm	2.92	.63	1.83	1.94	3.77	.181	.200 [#]
Td, ms	24.61	10.53	35.43	18.81	54.24	.395	.000 ^{**}
m.Vastus Medialis							
Tc, ms	26.58	9.51	33.35	19.29	52.64	.388	.000 ^{**}
Ts, ms	171.46	16.41	61.01	140.39	201.40	.190	.200 [#]
Tr, ms	71.57	55.35	141.05	22.66	163.71	.265	.045 [*]
Dm, mm	6.11	1.54	4.69	3.46	8.15	.140	.200 [#]
Td, ms	22.78	1.53	4.26	21.01	25.27	.157	.200 [#]
m.Biceps Femoris							
Tc, ms	27.35	11.88	33.04	12.58	45.62	.227	.152
Ts, ms	122.28	75.01	206.12	19.17	225.29	.184	.200 [#]
Tr, ms	48.85	41.50	125.69	5.38	131.07	.204	.200 [#]
Dm, mm	2.24	1.84	5.90	.22	6.12	.199	.200 [#]
Td, ms	21.93	3.04	8.42	17.64	26.06	.146	.200 [#]
m.Semitendinosus							
Tc, ms	40.71	12.57	38.52	15.58	54.10	.186	.200 [#]
Ts, ms	158.46	25.48	89.19	100.52	189.71	.207	.200 [#]
Tr, ms	73.74	31.03	94.38	35.27	129.65	.167	.200 [#]
Dm, mm	5.93	2.25	5.86	2.97	8.83	.192	.200 [#]
Td, ms	25.14	3.61	11.93	17.71	29.64	.208	.200 [#]

Nastaviće se.

Nastavak.

Tabela 18. Deskriptivna statistika i normalnost distribucije tenziomiografskih parametara ispitanika E2 grupe na inicijalnom merenju – Desna noga

m.Gastrocnemius lateralis							
Varijable	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	r
Tc, ms	27.77	12.70	37.54	18.91	56.45	.269	.038*
Ts, ms	194.44	20.51	61.54	161.83	223.37	.197	.200#
Tr, ms	39.00	15.40	53.68	15.87	69.55	.175	.200#
Dm, mm	3.10	1.00	2.90	1.42	4.32	.211	.200#
Td, ms	21.37	1.55	4.71	19.22	23.93	.174	.200#
m.Gastrocnemius medialis							
Tc, ms	17.82	4.51	13.42	11.49	24.91	.141	.200#
Ts, ms	208.75	73.17	257.35	49.44	306.79	.264	.046*
Tr, ms	44.82	75.94	236.84	3.06	239.90	.421	.000**
Dm, mm	.85	.57	1.91	.12	2.03	.136	.200#
Td, ms	17.91	1.53	4.16	16.07	20.23	.167	.200#

Legenda: Mean – vrednost aritmetičke sredine; SD – standardna devijacija; Min – minimalna vrednost; Max – maksimalna vrednost; Range – raspon; K-S – Kolmogorov-Smirnov; p – koeficijent nivoa značajnosti; * – statistički značajan rezultat, $p < .05$; ** – statistički značajan rezultat, $p < .001$; # – donja granica prave vrednosti; Tc – vreme kontrakcije; Ts – vreme održavanja kontrakcije; Tr – vreme opuštanja; Dm – maksimalna amplituda radijalnog pomeranja; Td – početno vreme kašnjenja.

Rezultati Kolmogorov-Smirnov testa u E2 grupi pokazuju većinu TMG parametara mišića desne noge koji imaju normalnu distribucije. Pregibači desne potkolenice, mišići Biceps Femoris i Semitendinosus, pokazali su normalnu distribuciju za sve navedene parametre. Opružači desne potkolenice, mišići Vastus Lateralis i Vastus Medialis imaju jedan odnosno dva parametra koji odstupaju od normalne distibucije, Td sa vrednostima K-S= .395, $p = .000$, odnosno, Ts i Tr sa vrednostima K-S= .388, $p = .000$, i K-S= .265, $p = .045$. Mišići opružača desnog stopala, Gastrocnemius lateralis i Gastrocnemius medialis, pokazuju jedan odnosno dva TMG parametra sa odstupanjima, Ts sa vrednostima K-S= .269, $p = .038$, odnosno Ts i Tr sa vrednostima, K-S= .264, $p = .046$ i K-S= .421, $p = .000$.

7.2.6. Osnovni deskriptivni parametri sprint testa na 10 m i 20 m za procenu brzine na inicijalnom merenju

Osnovni deskriptivni parametri i rezultati Kolmogorov-Smirnov testa kod E1 i E2 grupe za parametre sprint testa na 10 m i 20 m na inicijalnom merenju predstavljeni su u Tabeli 19 i 20. Ustanovljena je normalna distribucija parametara sprint testa na 10 m i 20 m za obe grupe na inicijalnom merenju.

Tabela 19. Deskriptivna statistika i normalnost distribucije sprint testa na 10 m i 20 m ispitanika E1 grupe na inicijalnom merenju

Variable	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	r
10m, s	1.95	.10	.33	1.75	2.08	.196	.200 [#]
20m, s	3.41	.15	.48	3.14	3.62	.159	.200 [#]

Legenda: Mean – vrednost aritmetičke sredine; SD – standardna devijacija; Min – minimalna vrednost; Max – maksimalna vrednost; Range – raspon; K-S – Kolmogorov-Smirnov; p – koeficijent nivoa značajnosti; # – donja granica prave vrednosti.

Tabela 20. Deskriptivna statistika i normalnost distribucije sprint testa na 10 m i 20 m ispitanika E2 grupe na inicijalnom merenju

Variable	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	r
10m, s	2.03	.10	.33	1.84	2.17	.175	.200 [#]
20m, s	3.55	.19	.66	3.16	3.82	.170	.200 [#]

Legenda: Mean – vrednost aritmetičke sredine; SD – standardna devijacija; Min – minimalna vrednost; Max – maksimalna vrednost; Range – raspon; K-S – Kolmogorov-Smirnov; p – koeficijent nivoa značajnosti; # – donja granica prave vrednosti.

7.3. Deskriptivni biomehantički parametri na finalnom merenju

7.3.1. Osnovni deskriptivni parametri testa CMJ za procenu eksplozivne snage na finalnom merenju- kinetički parametri

U Tabeli 21 i 22 prikazani su deskriptivni parametri na finalnom merenju za kinetičke parametre CMJ testa E1 i E2 grupe.

Vrednosti Kolmogorov-Smirnov testa u Tabeli 21 i 22 nisu pokazale odstupanja od normalne distribucije za nijednu merenu varijablu kod obe grupe, $p > .200^{\#}$.

Tabela 21. Deskriptivna statistika i normalnost distribucije kinetičkih parametara (CMJ) ispitanika E1 grupe na finalnom merenju

Varijable	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	r
EccV, m/s	1.39	.16	.53	1.16	1.69	.171	.200 [#]
ConcV, m/s	2.48	.21	.60	2.18	2.78	.177	.200 [#]
Height, cm	41.30	3.50	9.76	36.23	45.99	.173	.200 [#]
EccF, F·Ns	23.71	2.75	9.26	17.59	26.85	.144	.200 [#]
ConcF, F·Ns	23.93	2.29	7.16	19.69	26.85	.164	.200 [#]
Rel F, F·Ns	244.32	25.11	78.80	194.90	273.70	.168	.200 [#]
T, s	.88	.13	.41	.68	1.09	.225	.164
EccT, s	.47	.05	.15	.38	.53	.197	.200 [#]
ConcT, s	.40	.10	.34	.28	.61	.145	.200 [#]
Rel I, N·m/s	156.31	19.00	56.67	130.80	187.47	.159	.200 [#]
EccI, N·m/s	46.03	13.48	42.68	28.81	71.49	.156	.200 [#]
ConcI, N·m/s	156.75	23.94	79.02	112.25	191.27	.117	.200 [#]

Legenda: Mean – vrednost aritmetičke sredine; SD – standardna devijacija; Min – minimalna vrednost; Max – maksimalna vrednost; Range – raspon; K-S – Kolmogorov-Smirnov; p – koeficijent nivoa značajnosti; # – donja granica prave vrednosti; EccV – brzina u ekscentričnoj fazi; ConcV – brzina u koncentričnoj fazi; Height – visina skoka; EccF – relativna sila u ekscentričnoj fazi; ConcF – relativna sila u koncentričnoj fazi; Rel F – ukupna relativna sila; T – vreme skoka; EccT – vreme trajanja ekscentrične faze; ConcT – vreme trajanja koncentrične faze; Rel I – ukupan relativni impuls; EccI – relativni impuls u ekscentričnoj fazi; ConcI – relativni impuls u koncentričnoj fazi.

Tabela 22. Deskriptivna statistika i normalnost distribucije kinetičkih parametara (CMJ) ispitanika E2 grupe na finalnom merenju

Varijable	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	r
EccV, m/s	1.18	.20	.68	0.82	1.50	.181	.200 [#]
ConcV, m/s	2.35	.21	.70	1.98	2.69	.168	.200 [#]
Height, cm	39.07	3.71	12.55	32.26	44.81	.167	.200 [#]
EccF, F·Ns	22.74	2.93	8.96	19.20	28.16	.173	.200 [#]
ConcF, F·Ns	22.89	2.91	9.14	19.20	28.34	.110	.200 [#]
Rel F, F·Ns	233.00	29.64	93.20	195.70	288.90	.106	.200 [#]
T, s	.76	.13	.44	.56	1.00	.237	.118
EccT, s	.44	.06	.21	.35	.56	.150	.200 [#]
ConcT, s	.31	.08	.26	.18	.44	.137	.200 [#]
Rel I, N·m/s	150.32	20.07	61.65	118.97	180.62	.127	.200 [#]
EccI, N·m/s	42.26	11.84	39.39	20.34	59.73	.141	.200 [#]
ConcI, N·m/s	153.22	20.21	62.52	121.57	184.09	.122	.200 [#]

Legenda: Mean – vrednost aritmetičke sredine; SD – standardna devijacija; Min – minimalna vrednost; Max – maksimalna vrednost; Range – raspon; K-S – Kolmogorov-Smirnov; p – koeficijent nivoa značajnosti; # – donja granica prave vrednosti; EccV – brzina u ekscentričnoj fazi; ConcV – brzina u koncentričnoj fazi; Height – visina skoka; EccF – relativna sila u ekscentričnoj fazi; ConcF – relativna sila u koncentričnoj fazi; Rel F – ukupna relativna sila; T – vreme skoka; EccT – vreme trajanja ekscentrične faze; ConcT – vreme trajanja koncentrične faze; Rel I – ukupan relativni impuls; EccI – relativni impuls u ekscentričnoj fazi; ConcI – relativni impuls u koncentričnoj fazi.

7.3.2. Osnovni deskriptivni parametri testa NJ za procenu eksplozivne snage na finalnom merenju- kinetički parametri

U Tabeli 23 i 24 prikazani su rezultati E1 i E2 grupe u vidu deskriptivne statistike kinetičkih parametara NJ na finalnom merenju. U Tabeli 23 vrednosti rezultata Kolmogorov-Smirnov testa E1 grupe, pokazale su normalnu distribuciju za sve merene varijable sem EccT, K-S= .342, p= .002.

Tabela 23. Deskriptivna statistika i normalnost distribucije kinetičkih parametara (NJ) ispitanika E1 grupe na finalnom merenju

Varijable	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	r
EccV, m/s	1.25	.19	.54	.99	1.53	.149	.200 [#]
ConcV, m/s	4.13	.46	1.45	3.45	4.90	.127	.200 [#]
EccT, s	.94	.17	.54	.56	1.10	.342	.002 [*]
ConcT, s	.29	.06	.17	.20	.37	.171	.200 [#]
T, s	1.23	.16	.49	.93	1.42	.283	.023 [*]
Length, cm	2.20	.25	.79	1.86	2.65	.182	.200 [#]

Legenda: Mean – vrednost aritmetičke sredine; SD – standardna devijacija; Min – minimalna vrednost; Max – maksimalna vrednost; Range – raspon; K-S – Kolmogorov-Smirnov; p – koeficijent nivoa značajnosti; * – statistički značajan rezultat, p < .05; # – donja granica prave vrednosti; EccV – brzina u ekscentričnoj fazi; ConcV – brzina u koncentričnoj fazi; EccT – vreme trajanja ekscentrične faze; ConcT – vreme trajanja koncentrične faze; T – vreme skoka; Length – dužina skoka.

Tabela 24. Deskriptivna statistika i normalnost distribucije kinetičkih parametara (NJ) ispitanika E2 grupe na finalnom merenju

Varijable	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	r
EccV, m/s	1.03	.20	.53	.72	1.25	.217	.199
ConcV, m/s	3.93	.38	1.38	3.29	4.67	.275	.031 [*]
EccT, s	.92	.17	.57	.63	1.20	.212	.200 [#]
ConcT, s	.28	.04	.14	.22	.36	.139	.200 [#]
T, s	1.20	.17	.59	.85	1.44	.268	.040 [*]
Length, cm	2.01	.12	.38	1.83	2.21	.200	.200 [#]

Legenda: Mean – vrednost aritmetičke sredine; SD – standardna devijacija; Min – minimalna vrednost; Max – maksimalna vrednost; Range – raspon; K-S – Kolmogorov-Smirnov; p – koeficijent nivoa značajnosti; * – statistički značajan rezultat, p < .05; # – donja granica prave vrednosti; EccV – brzina u ekscentričnoj fazi; ConcV – brzina u koncentričnoj fazi; EccT – vreme trajanja ekscentrične faze; ConcT – vreme trajanja koncentrične faze; T – vreme skoka; Length – visina skoka.

U Tabeli 24 prikazana su odstupanja od normalne distribucije za dva kinematička parametra u E2 grupi, ConcV, sa vrednostima K-S= .275, p= .031 i T, sa vrednostima K-S= .268, p= .040.

7.3.3. Osnovni deskriptivni parametri testa CMJ za procenu eksplozivne snage na finalnom merenju- kinematički parametri

Rezultati kinematičkih parametara CMJ testa na finalnom merenju su prikazani u Tabeli 25 i 26 za E1 i E2 grupu. Kinematički parametri u E1 grupi, koji su snimljeni iz sagitalne i frontalne ravni nisu pokazali odstupanja od normalne distribucije, $p > .200^{\#}$.

Tabela 25. Deskriptivna statistika i normalnost distribucije kinematičkih parametara (CMJ) ispitanika E1 grupe na finalnom merenju

Varijable	Sagitalna						K-S	
	Mean	SD	Range	Min	Max	Statistic	r	
Ugao kuka, °	35.21	8.92	27.50	20.00	47.50	.166	.200 [#]	
Ugao kolena, °	83.17	7.89	23.10	70.70	93.80	.168	.200 [#]	
Frontalna								
Ugao levog kolena, °	186.09	15.55	56.80	156.50	213.30	.145	.200 [#]	
Ugao desnog kolena, °	173.19	11.23	34.80	157.60	192.40	.147	.200 [#]	

Legenda: Mean – vrednost aritmetičke sredine; SD – standardna devijacija; Min – minimalna vrednost; Max – maksimalna vrednost; Range – raspon; K-S – Kolmogorov-Smirnov; p – koeficijent nivoa značajnosti; ° – stepen; # – donja granica prave vrednosti.

Takođe, ni u E2 grupi nisu primećena odstupanja od normalne distribucije za nijednu merenu varijablu, $p > .200^{\#}$.

Tabela 26. Deskriptivna statistika i normalnost distribucije kinematičkih parametara (CMJ) ispitanika E2 grupe na finalnom merenju

Varijable	Sagitalna						K-S	
	Mean	SD	Range	Min	Max	Statistic	r	
Ugao kuka, °	45.20	8.43	27.50	30.50	58.60	.205	.200 [#]	
Ugao kolena, °	88.64	6.70	22.80	75.80	98.60	.180	.200 [#]	
Frontalna								
Ugao levog kolena, °	182.82	13.83	48.50	157.30	205.80	.222	.175	
Ugao desnog kolena, °	175.40	15.93	48.90	145.20	194.10	.195	.200 [#]	

Legenda: Mean – vrednost aritmetičke sredine; SD – standardna devijacija; Min – minimalna vrednost; Max – maksimalna vrednost; Range – raspon; K-S – Kolmogorov-Smirnov; p – koeficijent nivoa značajnosti; ° – stepen; # – donja granica prave vrednosti.

7.3.4. Osnovni deskriptivni parametri testa NJ za procenu eksplozivne snage na finalnom merenju- kinematički parametri

Rezultati finlnog merenja kinematičkih parametara prikazani su u Tabeli 27 i 28 za E1 i E2 grupu. Pored osnovnih deskriptivnih parametara prikazani su i rezultati Kolmogorov-

Smirnov testa koji nije pokazao nijedno odstupanje od normalne distribucije ni u E1 grupi ni u E2 grupi.

Tabela 27. Deskriptivna statistika i normalnost distribucije kinematičkih parametara (NJ) ispitanika E1 grupe na finalnom merenju

Varijable	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	r
Ugao kuka, °	99.64	7.98	24.10	87.80	111.90	.149	.200 [#]
Ugao kolena, °	14.59	8.00	20.70	2.00	22.70	.201	.200 [#]

Legenda: Mean – vrednost aritmetičke sredine; SD – standardna devijacija; Min – minimalna vrednost; Max – maksimalna vrednost; Range – raspon; p – koeficijent nivoa značajnosti; ° – stepen; # – donja granica prave vrednosti.

Tabela 28. Deskriptivna statistika i normalnost distribucije kinematičkih parametara (NJ) ispitanika E2 grupe na finalnom merenju

Varijable	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	r
Ugao kuka, °	95.58	10.67	34.10	75.70	109.80	.149	.200 [#]
Ugao kolena, °	22.24	8.12	24.70	7.50	32.20	.176	.200 [#]

Legenda: Mean – vrednost aritmetičke sredine; SD – standardna devijacija; Min – minimalna vrednost; Max – maksimalna vrednost; Range – raspon; K-S – Kolmogorov-Smirnov; p – koeficijent nivoa značajnosti; ° – stepen; # – donja granica prave vrednosti.

7.3.5. Osnovni deskriptivni parametri tenziomiografskih parametara na finalnom merenju

Osnovni deskriptivni parametri E1 grupe za TMG parametre šest mišića leve noge na finalnom merenju predstavljeni su u Tabeli 29, kao i vrednosti Kolmogorov-Smirnov testa.

Tabela 29. Deskriptivna statistika i normalnost distribucije tenziomiografskih parametara ispitanika E1 grupe na finalnom merenju – Leva noga

m.Vastus Lateralis							
Varijable	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	r
Tc, ms	22.32	1.17	3.53	20.10	23.63	.233	.132
Ts, ms	116.55	41.88	133.18	37.23	170.41	.219	.193
Tr, ms	86.78	39.65	128.24	13.76	142.00	.179	.200 [#]
Dm, mm	4.49	1.23	3.66	2.36	6.02	.152	.200 [#]
Td, ms	22.26	.73	2.24	20.87	23.11	.241	.103

Nastaviće se.

Nastavak.

Tabela 29. Deskriptivna statistika i normalnost distribucije tenziomiografskih parametara ispitanika E1 grupe na finalnom merenju – Leva noga

m.Vastus Medialis							
Varijable	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	r
Tc, ms	24.86	1.81	5.92	21.37	27.29	.139	.200 [#]
Ts, ms	196.53	44.41	140.82	139.65	280.47	.155	.200 [#]
Tr, ms	67.99	45.70	138.13	27.83	165.96	.255	.065
Dm, mm	5.04	2.02	6.50	2.67	9.17	.218	.197
Td, ms	21.52	1.87	5.41	18.83	24.24	.167	.200 [#]
m.Biceps Femoris							
Tc, ms	44.31	12.44	31.25	29.30	60.55	.240	.109
Ts, ms	183.28	21.68	70.64	154.84	225.48	.183	.200 [#]
Tr, ms	79.48	32.75	119.21	36.28	155.49	.221	.180
Dm, mm	7.49	1.68	4.97	4.39	9.36	.155	.200 [#]
Td, ms	27.11	2.35	6.81	24.93	31.74	.247	.085
m.Semitendinosus							
Tc, ms	37.89	11.33	35.06	19.56	54.62	.121	.200 [#]
Ts, ms	181.41	33.62	103.77	127.22	230.99	.145	.200 [#]
Tr, ms	87.26	49.48	146.07	26.11	172.18	.209	.200 [#]
Dm, mm	5.80	2.31	7.23	1.87	9.10	.124	.200 [#]
Td, ms	25.14	3.33	8.75	20.79	29.54	.195	.200 [#]
m.Gastrocnemius lateralis							
Tc, ms	28.01	23.65	67.34	13.95	81.29	.439	.000 ^{**}
Ts, ms	220.24	31.46	115.01	160.04	275.05	.152	.200 [#]
Tr, ms	30.78	22.53	72.02	10.73	82.75	.235	.123
Dm, mm	2.13	1.10	3.39	.66	4.05	.145	.200 [#]
Td, ms	18.80	2.49	6.73	16.15	22.88	.299	.012 [*]
m.Gastrocnemius medialis							
Tc, ms	20.32	1.85	5.45	18.40	23.85	.151	.200 [#]
Ts, ms	231.74	26.31	81.81	183.15	264.96	.253	.068
Tr, ms	110.82	73.28	188.50	27.17	215.67	.157	.200 [#]
Dm, mm	2.84	.75	2.40	1.93	4.33	.285	.021 [*]
Td, ms	20.71	1.11	4.05	18.94	22.99	.185	.200 [#]

Legenda: Mean – vrednost aritmetičke sredine; SD – standardna devijacija; Min – minimalna vrednost; Max – maksimalna vrednost; Range – raspon; K-S – Kolmogorov-Smirnov; p – koeficijent nivoa značajnosti; * – statistički značajan rezultat, p < .05; ** – statistički značajan rezultat, p < .001; # – donja granica prave vrednosti; Tc – vreme kontrakcije; Ts – vreme održavanja kontrakcije; Tr – vreme opuštanja; Dm – maksimalna amplituda radijalnog pomeranja; Td – početno vreme kašnjenja.

Normalna distribucija potvrđena je za sve tenziomiografske parametre četiri mišića, Vastus Lateralis, Vastus Medialis, Biceps Femoris i Semitendinosus. Dva mišića opružaća stopala Gastrocnemius lateralis i Gastrocnemius medialis, imala su dva odnosno jedan parametar koji je odstupao od normalne distribucije. Kod mišića opružaća levog stopala Gastrocnemius lateralis-a, Ts i Td sa vrednostima K-S= .439, p= .000 i K-S= .299, p= .012, dok kod drugog mišića opružaća levog stopala Gastrocnemius medialis-a, samo je jedan parametar pokazao odstupanje, Dm sa vrednostima K-S= .285, p= .021.

U Tabeli 30 prikazani su osnovni deskriptivni parametri E1 grupe za TMG parametre šest mišića desne noge na finalnom merenju.

Tabela 30. Deskriptivna statistika i normalnost distribucije tenziomiografskih parametara ispitanika E1 grupe na finalnom merenju – Desna noga							
m.Vastus Lateralis							
Varijable	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	r
Tc, ms	22.48	1.85	6.84	19.93	26.77	.220	.188
Ts, ms	115.44	19.87	73.58	84.42	158.00	.162	.200 [#]
Tr, ms	86.29	19.39	69.00	57.89	126.89	.128	.200 [#]
Dm, mm	4.35	1.07	3.66	3.02	6.68	.239	.111
Td, ms	21.51	.64	2.01	20.66	22.67	.124	.200 [#]
m.Vastus Medialis							
Tc, ms	23.56	2.45	8.22	20.05	28.27	.269	.039 [*]
Ts, ms	238.41	124.94	427.96	158.57	586.53	.426	.000 ^{**}
Tr, ms	51.28	17.44	63.11	30.32	93.43	.207	.200 [#]
Dm, mm	5.37	1.43	4.41	3.59	8.00	.225	.163
Td, ms	21.76	1.48	4.97	20.09	25.06	.165	.200 [#]
m.Biceps Femoris							
Tc, ms	35.51	7.70	27.48	27.71	55.19	.291	.016 [*]
Ts, ms	184.11	21.74	60.14	158.79	218.93	.162	.200 [#]
Tr, ms	59.62	16.56	43.44	41.96	85.40	.232	.135
Dm, mm	6.59	2.20	7.18	2.75	9.93	.134	.200 [#]
Td, ms	26.26	1.69	5.92	24.40	30.32	.198	.200 [#]

Nastaviće se.

Nastavak.

Tabela 30. Deskriptivna statistika i normalnost distribucije tenziomiografskih parametara ispitanika E1 grupe na finalnom merenju – Desna noga

m.Semitendinosus							
Varijable	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	r
Tc, ms	37.38	7.35	23.92	21.09	45.01	.186	.200 [#]
Ts, ms	178.21	35.13	134.64	119.16	253.80	.156	.200 [#]
Tr, ms	97.13	50.15	179.36	25.53	204.89	.230	.143
Dm, mm	5.67	1.89	5.94	2.26	8.20	.174	.200 [#]
Td, ms	24.23	2.83	8.51	21.11	29.62	.135	.200 [#]
m.Gastrocnemius lateralis							
Tc, ms	23.81	13.27	33.30	15.57	48.87	.413	.000 ^{**}
Ts, ms	218.20	38.78	142.98	167.32	310.30	.307	.008 [*]
Tr, ms	35.51	17.49	51.80	15.93	67.73	.274	.032 [*]
Dm, mm	2.09	.71	2.01	1.19	3.20	.206	.200 [#]
Td, ms	18.35	1.78	4.72	16.04	20.76	.157	.200 [#]
m.Gastrocnemius medialis							
Tc, ms	21.07	1.32	4.86	18.27	23.13	.230	.141
Ts, ms	234.61	11.80	37.87	218.47	256.34	.197	.200 [#]
Tr, ms	83.62	59.53	208.95	14.81	223.76	.267	.042 [*]
Dm, mm	2.96	1.07	3.59	1.18	4.77	.133	.200 [#]
Td, ms	21.34	1.12	3.79	19.60	23.39	.162	.200 [#]

Legenda: Mean – vrednost aritmetičke sredine; SD – standardna devijacija; Min – minimalna vrednost; Max – maksimalna vrednost; Range – raspon; K-S – Kolmogorov-Smirnov; p – koeficijent nivoa značajnosti; * – statistički značajan rezultat, p < .05; ** – statistički značajan rezultat, p < .001; # – donja granica prave vrednosti; Tc – vreme kontrakcije; Ts – vreme održavanja kontrakcije; Tr – vreme opuštanja; Dm – maksimalna amplituda radijalnog pomeranja; Td – početno vreme kašnjenja.

Rezultati Kolmogorov-Smirnov testa mišića opružača desne potkolenice Vastus Medialis-a u E1 grupe ispitanika, pokazuju normalnu distribuiranost svih TMG parametara sem Ts i Ts, sa vrednostima K-S= .269, p= .039, i K-S= .426, p= .000. Svi TMG parametri mišića opružača desne potkolenice Vastus Lateralis-a imaju normalnu distribuciju. Fleksor desne potkolenice, mišić Biceps Femoris, ima samo jedan TMG parametar koji odstupa od normalne distribucije rezultata Ts, sa vrednostima K-S= .291, p= .016, u odnosu na drugi fleksor desne potkolenice, mišić Semitendinosus, koji nema nijedno odstupanje. Dva mišića opružača desnog stopala Gastrocnemius lateralis i Gastrocnemius medialis, pokazala su po tri i jedan parametar koji imaju odstupanja od normalne distribucije. Mišić Gastrocnemius

lateralis za Ts, Ts i Tr, sa vrednostima K-S= .413, p= .000, K-S= .307, p= .008 i K-S= .274, p= .032. Mišić Gastrocnemius medialis za Tr, sa vrednostima K-S= .267, p= .042.

U Tabeli 31 prikazani su osnovni deskriptivni parametri E2 grupe za TMG parametre šest mišića leve noge na finalnom merenju.

Tabela 31. Deskriptivna statistika i normalnost distribucije tenziomiografskih parametara ispitanika E2 grupe na finalnom merenju – Leva noga								
Varijable	m.Vastus Lateralis						K-S	
	Mean	SD	Range	Min	Max	Statistic	r	
Tc, ms	21.58	2.43	6.15	18.12	24.27	.184	.200 [#]	
Ts, ms	109.42	54.38	138.78	32.70	171.48	.194	.200 [#]	
Tr, ms	67.73	48.71	129.52	13.11	142.63	.267	.042 [*]	
Dm, mm	4.28	1.19	3.49	1.86	5.35	.213	.200 [#]	
Td, ms	21.18	1.33	4.07	18.54	22.61	.149	.200 [#]	
m.Vastus Medialis								
Tc, ms	22.42	2.55	9.06	16.66	25.72	.242	.102	
Ts, ms	182.67	38.40	145.69	104.55	250.24	.253	.070	
Tr, ms	52.01	36.99	122.35	26.22	148.57	.323	.004 [*]	
Dm, mm	5.33	1.46	3.59	3.25	6.84	.201	.200 [#]	
Td, ms	21.21	.59	1.82	20.54	22.36	.192	.200 [#]	
m.Biceps Femoris								
Tc, ms	42.29	16.68	47.76	21.89	69.65	.182	.200 [#]	
Ts, ms	183.22	17.11	46.22	156.70	202.92	.173	.200 [#]	
Tr, ms	65.18	25.88	79.50	26.50	106.00	.123	.200 [#]	
Dm, mm	5.71	1.99	6.79	2.30	9.09	.168	.200 [#]	
Td, ms	25.50	3.56	10.81	21.15	31.96	.131	.200 [#]	
m.Semitendinosus								
Tc, ms	35.74	9.96	34.40	19.01	53.41	.138	.200 [#]	
Ts, ms	167.48	32.00	102.53	118.46	220.99	.170	.200 [#]	
Tr, ms	78.63	30.88	98.41	29.07	127.48	.170	.200 [#]	
Dm, mm	5.72	2.89	9.36	3.26	12.62	.198	.200 [#]	
Td, ms	27.07	7.81	28.24	19.81	48.05	.316	.006 [*]	

Nastaviće se.

Nastavak.

Tabela 31. Deskriptivna statistika i normalnost distribucije tenziomiografskih parametara ispitanika E2 grupe na finalnom merenju – Leva noga

m.Gastrocnemius lateralis							
Varijable	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	r
Tc, ms	18.86	4.21	13.78	14.38	28.16	.240	.106
Ts, ms	210.26	23.39	77.51	166.04	243.55	.143	.200 [#]
Tr, ms	22.53	10.81	34.28	7.76	42.04	.165	.200 [#]
Dm, mm	2.25	1.34	3.73	.55	4.28	.175	.200 [#]
Td, ms	18.50	1.13	3.60	16.96	20.56	.095	.200 [#]
m.Gastrocnemius medialis							
Tc, ms	20.77	2.78	9.49	14.64	24.13	.214	.200 [#]
Ts, ms	164.18	90.62	208.78	42.92	251.70	.276	.029 [*]
Tr, ms	50.98	44.64	126.00	16.69	142.69	.325	.004 [*]
Dm, mm	2.54	1.01	2.91	.96	3.87	.175	.200 [#]
Td, ms	20.36	1.80	5.78	17.42	23.20	.111	.200 [#]

Legenda: Mean – vrednost aritmetičke sredine; SD – standardna devijacija; Min – minimalna vrednost; Max – maksimalna vrednost; Range – raspon; K-S – Kolmogorov-Smirnov; p – koeficijent nivoa značajnosti; * – statistički značajan rezultat, $p < .05$; # – donja granica prave vrednosti; Tc – vreme kontrakcije; Ts – vreme održavanja kontrakcije; Tr – vreme opuštanja; Dm – maksimalna amplituda radijalnog pomeranja; Td – početno vreme kašnjenja.

Vrednosti rezultata Kolmogorov-Smirnov testa mišića opružača leve potkolenice, Vastus Lateralis i Vastus Medialis imala su po jedan TMG parametar koji je odstupao od normalne distribucije, Tr sa vrednostima K-S= .267, $p = .042$, i Tr sa vrednostima K-S= .323, $p = .004$. Fleksor leve potkolenice, mišić Biceps Femoris nije pokazao odstupanja za nijedan TMG parametar za razliku od drugog mišića fleksora leve potkolenice, Semitendinosus koji je pokazao jedno odstupanje za Td, sa vrednostima K-S= .316, $p = .006$. Takođe, kod mišića opružača levog stopala primećuje se da jedan, mišić Gastrocnemius lateralis nema odstupanja od normalne distribucije za nijedan TMG parametar, dok drugi mišić, Gastrocnemius medialis ima dva odstupanja, Ts sa vrednostima K-S= .276, $p = .029$ i Tr sa vrednostima K-S= .325, $p = .004$.

U Tabeli 32 prikazani su osnovni deskriptivni parametri E2 grupe za TMG parametre šest mišića desne noge na finalnom merenju.

Samo pet TMG parametra pokazala su odstupanje od normalne distribucije u E2 grupi. Po jedan TMG parametar za mišić opružača desne potkolenice, Vastus Medialis za Tr, sa vrednostima K-S= .268, $p = .040$, i mišić fleksora leve potkolenice Semitendinosus za Td, sa

vrednostima, K-S= .264, p= .046. Dva odnosno jedan TMG parametar za mišiće opružača desnog stopala, Gastrocnemius lateralis i Gastrocnemius medialis za Ts i Td, sa vrednostima, K-S= .347, p= .001, i K-S= .291, p= .016 odnosno Tr sa vrednostima, K-S= .337, p= .002. Ostali TMG parametri za sve merene mišiće nisu imali odstupanja od normalne distribucije.

Tabela 32. Deskriptivna statistika i normalnost distribucije tenziomiografskih parametara ispitanika E2 grupe na finalnom merenju – Desna noga

m.Vastus Lateralis							
Varijable	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	r
Tc, ms	22.78	2.33	7.87	18.44	26.31	.195	.200 [#]
Ts, ms	113.29	40.25	124.37	39.37	163.74	.195	.200 [#]
Tr, ms	68.86	35.89	106.85	17.40	124.25	.167	.200 [#]
Dm, mm	4.50	.82	2.63	3.23	5.86	.159	.200 [#]
Td, ms	21.14	1.05	3.10	19.39	22.49	.152	.200 [#]
m.Vastus Medialis							
Tc, ms	23.19	2.87	10.41	19.07	29.48	.199	.200 [#]
Ts, ms	192.97	12.85	44.17	171.01	215.18	.208	.200 [#]
Tr, ms	53.29	44.95	147.74	22.49	170.23	.268	.040 [*]
Dm, mm	5.86	1.42	4.37	3.87	8.24	.209	.200 [#]
Td, ms	21.85	2.09	6.16	19.18	25.34	.226	.157
m.Biceps Femoris							
Tc, ms	47.15	14.99	43.13	28.07	71.20	.154	.200 [#]
Ts, ms	175.26	18.90	56.73	153.35	210.08	.231	.140
Tr, ms	70.23	23.24	71.41	30.01	101.42	.191	.200 [#]
Dm, mm	5.61	1.14	4.09	3.04	7.13	.249	.079
Td, ms	26.57	2.90	7.90	22.44	30.34	.220	.187
m.Semitendinosus							
Tc, ms	38.35	11.70	35.04	19.60	54.64	.182	.200 [#]
Ts, ms	170.58	13.61	47.83	140.83	188.66	.159	.200 [#]
Tr, ms	91.94	30.07	108.33	42.20	150.53	.139	.200 [#]
Dm, mm	6.01	1.95	5.64	3.74	9.38	.202	.200 [#]
Td, ms	25.45	2.64	7.39	20.95	28.34	.264	.046 [*]

Nastaviće se.

Nastavak.

Tabela 32. Deskriptivna statistika i normalnost distribucije tenziomiografskih parametara ispitanika E2 grupe na finalnom merenju – Desna noga

m.Gastrocnemius lateralis							
Varijable	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	r
Tc, ms	21.35	13.63	46.99	12.19	59.18	.347	.001*
Ts, ms	220.42	31.12	108.68	175.42	284.10	.177	.200#
Tr, ms	32.37	24.81	71.89	3.66	75.55	.246	.086
Dm, mm	1.87	1.39	4.78	0.33	5.11	.243	.098
Td, ms	18.75	1.41	4.57	16.69	21.26	.291	.016*
m.Gastrocnemius medialis							
Tc, ms	20.17	4.27	12.79	13.79	26.58	.136	.200#
Ts, ms	166.07	94.90	237.81	33.43	271.24	.194	.200#
Tr, ms	49.74	75.01	243.70	12.16	255.86	.337	.002*
Dm, mm	2.00	.85	2.72	.69	3.41	.167	.200#
Td, ms	19.79	1.74	4.72	17.81	22.53	.142	.200#

Legenda: Mean – vrednost aritmetičke sredine; SD – standardna devijacija; Min – minimalna vrednost; Max – maksimalna vrednost; Range – raspon; K-S – Kolmogorov-Smirnov; p – koeficijent nivoa značajnosti; * – statistički značajan rezultat, $p < .05$; # – donja granica prave vrednosti; Tc – vreme kontrakcije; Ts – vreme održavanja kontrakcije; Tr – vreme opuštanja; Dm – maksimalna amplituda radijalnog pomeranja; Td – početno vreme kašnjenja.

7.3.6. Osnovni deskriptivni parametri sprint testa na 10 m i 20 m za procenu brzine na finalnom merenju

Osnovni deskriptivni parametri E1 i E2 grupe za parametre sprint testa na 10 m i 20 m na finalnom merenju, predstavljeni su u Tabeli 33 i 34 kao i vrednosti Kolmogorov-Smirnov testa. U E1 grupi ustanovljena je normalna distribucija parametara sprint testa na 20 m ali ne i za parametre na 10 m, $K-S = .278$, $p = .028$. U Tabeli 34 za parametre E2 grupe vrednosti Kolmogorov-Smirnov testa nisu pokazala odstupanja od normalnosti.

Tabela 33. Deskriptivna statistika i normalnost distribucije sprint testa na 10 m i 20 m ispitanika E1 grupe na finalnom merenju

Varijable	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	r
10m, s	1.77	.08	.21	1.69	1.90	.278	.028*
20m, s	3.20	.12	.38	3.04	3.42	.122	.200#

Legenda: Mean – vrednost aritmetičke sredine; SD – standardna devijacija; Min – minimalna vrednost; Max – maksimalna vrednost; Range – raspon; K-S – Kolmogorov-Smirnov; p – koeficijent nivoa značajnosti; * – statistički značajan rezultat, $p < .05$; # – donja granica prave vrednosti.

Tabela 34. Deskriptivna statistika i normalnost distribucije sprint testa na 10 m i 20 m ispitanika E2 grupe na finalnom merenju

Varijable	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	r
10m, s	1.84	.08	.25	1.70	1.95	.188	.200 [#]
20m, s	3.36	.12	.41	3.11	3.52	.142	.200 [#]

Legenda: Mean – vrednost aritmetičke sredine; SD – standardna devijacija; Min – minimalna vrednost; Max – maksimalna vrednost; Range – raspon; K-S – Kolmogorov-Smirnov; p – koeficijent nivoa značajnosti; # – donja granica prave vrednosti.

7.4. Razlike između E1 i E2 grupe na inicijalnom merenju

7.4.1. Razlike između E1 i E2 grupe u morfološkim karakteristikama i parametrima telesne kompozicije na inicijalnom merenju

U Tabeli 35 prikazani su rezultati T-testa za utvrđivanje razlika između E1 i E2 grupe u morfološkim karakteristikama i parametrima telesne kompozicije na inicijalnom merenju.

Za nijednu merenu varijablu u Tabeli 35 ne postoji statistička značajnost što predstavlja nepostojanje značajnih razlika između E1 i E2 grupe.

Tabela 35. Razlike između E1 i E2 grupe u parametrima morfoloških karakteristika i telesne kompozicije na inicijalnom merenju

Varijable	E1	E2	F	r	t (2-tailed)	r
	Mean±SD	Mean±SD				
Godine	17.00±.94	16.90±1.10	.32	.578	.22	.830
BH, cm	174.90±4.75	171.90±8.36	2.54	.129	.99	.337
BM, kg	65.48±6.68	65.77±9.60	5.13	.036	-.08	.938
BMI	21.43±2.38	22.20±2.35	.07	.791	-.72	.478
Lean body mass, kg	48.55±4.11	47.92±6.33	2.87	.107	.26	.795
SMM, kg	28.76±2.69	28.29±3.92	1.89	.186	.31	.758
FFM, kg	51.63±4.43	50.99±6.77	2.98	.102	.25	.805
InBodyScore	77.80±5.83	79.20±4.16	.49	.491	-.62	.544

$\lambda = .467$ $F = 1.57$ $p = .240$ $\eta_p^2 = .53$ Veliki uticaj

Legenda: Mean – vrednost aritmetičke sredine; SD – standardna devijacija; λ – koeficijent Wilks-ovog testa za jednakost centroida grupa; F – koeficijent F-testa za značajnost Wilks' lambda i koeficijent Levene testa jednakosti varijanse; t – koeficijent T-testa; p – koeficijent nivoa značajnosti; p (2-tailed) – koeficijent dvostranog nivoa značajnosti; η_p^2 – delimični eta koeficijent veličine uticaja; BH – telesna visina; BM – telesna masa; BMI – indeks telesne mase; Lean body mass – čista telesna masa; SMM – mišićna masa; FFM – nemasna masa tela; InBodyScore – ukupan telesni rezultat.

7.4.2. Razlike između E1 i E2 grupe u kinetičkim parametrima CMJ testa na inicijalnom merenju

Razlike između E1 i E2 grupe za kinetičke parametre ekscentrične faze CMJ skoka prikazane su u Tabeli 36.

Tabela 36. Razlike između E1 i E2 grupe u kinetičkim parametrima CMJ na inicijalnom merenju – ekscentrična faza skoka							
Varijable	E1		E2		F	r	t (2-tailed)
	Mean±SD	Mean±SD	Mean±SD	Mean±SD			
EccV, m/s	1.32±.17	1.04±.17	.05	.819	3.64	.002*	
EccF, F·Ns	22.24±2	21.16±3.23	1.14	.299	.89	.383	
EccT, s	.49±.06	.49±.12	3.12	.094	-.19	.855	
EccI, N·m/s	44.04±15.14	38.65±14.32	.04	.852	.82	.424	
$\lambda = .540$ $F = 3.14$ $p = .046^*$ $\eta^2 = .46$ Veliki uticaj							
Legenda: Mean – vrednost aritmetičke sredine; SD – standardna devijacija; λ – koeficijent Wilks-ovog testa za jednakost centroida grupa; F – koeficijent F-testa za značajnost Wilks' lambda i koeficijent Levene testa jednakosti varijanse; t – koeficijent T-testa; p – koeficijent nivoa značajnosti; p (2-tailed) – koeficijent dvostranog nivoa značajnosti; η^2 – delimični eta koeficijent veličine uticaja; EccV – brzina u ekscentričnoj fazi; EccF – relativna sila u ekscentričnoj fazi; EccT – vreme trajanja ekscentrične faze; EccI – relativni impuls u ekscentričnoj fazi; * – statistički značajan rezultat, $p < .05$.							

Na osnovu vrednosti rezultata u koloni r vidi se da postoji jedina statistički značajna razlika za merenu varijablu EccV, $t = 3.64$, $p = .002$, (E1 Mean±SD, 1.32±.17 i E2, 1.04±.17).

U Tabeli 37 predstavljeni su rezultati razlika između E1 i E2 grupe u kinetičkim parametrima sa relativnim vrednostima koncentrične faze CMJ skoka na inicijalnom merenju.

Tabela 37. Razlike između E1 i E2 grupe u kinetičkim parametrima CMJ na inicijalnom merenju – koncentrična faza skoka							
Varijable	E1		E2		F	r	t (2-tailed)
	Mean±SD	Mean±SD	Mean±SD	Mean±SD			
ConcV, m/s	2.29±.28	2.23±.24	.43	.519	.49	.628	
ConcF, F·Ns	22.30±1.95	22.09±2.64	.06	.817	.20	.843	
ConcT, s	.32±.04	.31±.06	.34	.568	.36	.724	
ConcI, N·m/s	150.91±22.27	145.92±21.37	.40	.535	.51	.615	
$\lambda = .980$ $F = .076$ $p = .988$ $\eta^2 = .02$ Mali uticaj							
Legenda: Mean – vrednost aritmetičke sredine; SD – standardna devijacija; λ – koeficijent Wilks-ovog testa za jednakost centroida grupa; F – koeficijent F-testa za značajnost Wilks' lambda i koeficijent Levene testa jednakosti varijanse; t – koeficijent T-testa; p – koeficijent nivoa značajnosti; p (2-tailed) – koeficijent dvostranog nivoa značajnosti; η^2 – delimični eta koeficijent veličine uticaja; ConcV – brzina u koncentričnoj fazi; ConcF – relativna sila u koncentričnoj fazi; ConcT – vreme trajanja koncentrične faze; ConcI – relativni impuls u koncentričnoj fazi.							

Vrednosti rezultata T-testa ne pokazuju postojanje razlika za nijednu merenu varijablu.

U Tabeli 38 predstavljeni su rezultati razlika između E1 i E2 grupe za relativne vrednosti kinetičkih parametara merenih tokom izvođenja celog CMJ skoka na inicijalnom merenju.

Tabela 38. Razlike između E1 i E2 grupe u kinetičkim parametrima CMJ na inicijalnom merenju – ceo skok						
Varijable	E1	E2	F	r	t (2-tailed)	r
	Mean±SD	Mean±SD				
Height, cm	37.88±4.70	37.00±4.09	.24	.630	.45	.661
Rel F, F·Ns	227.31±19.85	226.09±27.25	.17	.689	.08	.937
T, s	.8±.09	.8±.17	3.26	.088	.00	.997
Rel I, N·m/s	147.17±21.02	143.56±21.04	.17	.682	.38	.706
$\lambda = .981$ $F = .08$ $p = .987$ $\eta p^2 = .02$ Mali uticaj						

Legenda: Mean – vrednost aritmetičke sredine; SD – standardna devijacija; λ – koeficijent Wilks-ovog testa za jednakost centroida grupa; F – koeficijent F-testa za značajnost Wilks' lambda i koeficijent Levene testa jednakosti varijanse; t – koeficijent T-testa; p – koeficijent nivoa značajnosti; p (2-tailed) – koeficijent dvostranog nivoa značajnosti; ηp^2 – delimični eta koeficijent veličine uticaja; Height – visina skoka; Rel F – ukupna relativna sila; T – vreme skoka; Rel I – ukupan relativni impuls; * – statistički značajan rezultat, $p < .05$.

Kao i kod rezultati posebnih faza CMJ skoka, ekscentrične i koncentrične faze, ovde se ne primećuje postojanje razlika između E1 i E2 grupe na inicijalnom merenju.

7.4.3. Razlike između E1 i E2 grupe u kinetičkim parametrima NJ testa na inicijalnom merenju

Tabela 39. Razlike između E1 i E2 grupe u kinetičkim parametrima NJ na inicijalnom merenju – ekscentrična faza skoka						
Varijable	E1	E2	F	r	t (2-tailed)	r
	Mean±SD	Mean±SD				
EccV, m/s	1.15±.18	1.05±.13	1.38	.256	1.34	.196
EccT, m/s	.89±.21	.9±.25	.01	.935	-.13	.901
$\lambda = .910$ $F = .86$ $p = .441$ $\eta p^2 = .09$ Umeren uticaj						

Legenda: Mean – vrednost aritmetičke sredine; SD – standardna devijacija; λ – koeficijent Wilks-ovog testa za jednakost centroida grupa; F – koeficijent F-testa za značajnost Wilks' lambda i koeficijent Levene testa jednakosti varijanse; t – koeficijent T-testa; p – koeficijent nivoa značajnosti; p (2-tailed) – koeficijent dvostranog nivoa značajnosti; ηp^2 – delimični eta koeficijent veličine uticaja; EccV – brzina u ekscentričnoj fazi; EccT – vreme trajanja ekscentrične faze.

Razlike između E1 i E2 grupe za kinetičke parametre kod ekscentrične faze NJ skoka prikazane su u Tabeli 39. Za obe merene varijable ne postoji značajna razlika.

Rezultati razlika između E1 i E2 grupe u kinetičkim parametrima koncentrične faze NJ skoka na inicijalnom merenju predstavljeni su u Tabeli 40.

Tabela 40. Razlike između E1 i E2 grupe u kinetičkim parametrima NJ na inicijalnom merenju – koncentrična faza skoka

Varijable	E1	E2	F	r	t (2-tailed)	r
	Mean±SD	Mean±SD				
ConcV, m/s	3.69±.42	3.56±.37	.35	.560	.71	.487
ConcT, s	.29±.04	.29±.05	.77	.393	.19	.850
$\lambda = .961$ $F = .36$ $p = .705$ $\eta p^2 = .04$ Umeren uticaj						

Legenda: Mean – vrednost aritmetičke sredine; SD – standardna devijacija; λ – koeficijent Wilks-ovog testa za jednakost centroida grupa; F – koeficijent F-testa za značajnost Wilks' lambda i koeficijent Levene testa jednakosti varijanse; t – koeficijent T-testa; p – koeficijent nivoa značajnosti; p (2-tailed) – koeficijent dvostranog nivoa značajnosti; ηp^2 – delimični eta koeficijent veličine uticaja; ConcV – brzina u ekscentričnoj fazi; ConcT – vreme trajanja ekscentrične faze.

Kao i za kinetičke parametara koncentrične faze NJ skoka tako i za kinetičke parametara ekscentrične faze NJ skoka nije utvrđena statistički značajna razlika između E1 i E2 grupe.

U Tabeli 41 predstavljeni su rezultati razlika između E1 i E2 grupe za dužinu i vreme NJ skoka na inicijalnom merenju. Ustanovljeno je da ne postoji statistički značajna razlika između grupa.

Tabela 41. Razlike između E1 i E2 grupe u kinetičkim parametrima NJ na inicijalnom merenju – ceo skok

Varijable	E1	E2	F	r	t (2-tailed)	r
	Mean±SD	Mean±SD				
Length, m	1.91±.27	1.85±.12	1.34	.261	.57	.577
T, s	1.18±.22	1.19±.25	.00	.966	-.09	.932
$\lambda = .978$ $F = .19$ $p = .825$ $\eta p^2 = .02$ Mali uticaj						

Legenda: Mean – vrednost aritmetičke sredine; SD – standardna devijacija; λ – koeficijent Wilks-ovog testa za jednakost centroida grupa; F – koeficijent F-testa za značajnost Wilks' lambda i koeficijent Levene testa jednakosti varijanse; t – koeficijent T-testa; p – koeficijent nivoa značajnosti; p (2-tailed) – koeficijent dvostranog nivoa značajnosti; ηp^2 – delimični eta koeficijent veličine uticaja; Length – dužina skoka; T – vreme skoka.

7.4.4. Razlike između E1 i E2 grupe u kinematičkim parametrima CMJ testa na inicijalnom merenju

U Tabeli 42 predstavljeni su rezultati razlika između E1 i E2 grupe za kinematičke parametara iz sagitalne i frontalne ravni CMJ skoka na inicijalnom merenju.

Vrednosti rezultata T-testa ne pokazuju postojanje razlika za nijednu merenu varijablu.

Tabela 42. Razlike između E1 i E2 grupe u kinematičkim parametrima CMJ na inicijalnom merenju

Sagitalna ravan						
Varijable	E1	E2	F	r	t (2-tailed)	r
	Mean±SD	Mean±SD				
Ugao kuka, °	39.92±10.46	46.01±11.74	.071	.793	-1.23	.236
Ugao kolena, °	82.85±9.82	86.67±3.51	8.171	.010	-1.16	.262
<hr/>						
$\lambda = .888$	$F = 1.07$	$p = .365$	$\eta_p^2 = .11$	Umeren uticaj		
Frontalna ravan						
Varijable	E1	E2	F	r	t (2-tailed)	r
	Mean±SD	Mean±SD				
Ugao levog kolena, °	182.30±22.01	179.83±6.74	5.890	.026	.34	.738
Ugao desnog kolena, °	170.23±20.41	177.14±17.49	.029	.867	-.81	.427
<hr/>						
$\lambda = .964$	$F = .31$	$p = .735$	$\eta_p^2 = .04$	Mali uticaj		

Legenda: Mean – vrednost aritmetičke sredine; SD – standardna devijacija; λ – koeficijent Wilks-ovog testa za jednakost centroida grupa; F – koeficijent F-testa za značajnost Wilks' lambda i koeficijent Levene testa jednakosti varijanse; t – koeficijent T-testa; p – koeficijent nivoa značajnosti; p (2-tailed) – koeficijent dvostranog nivoa značajnosti; ° – stepen.

7.4.5. Razlike između E1 i E2 grupe u kinematičkim parametrima HJ testa na inicijalnom merenju

U Tabeli 43 predstavljeni su rezultati razlika između E1 i E2 grupe za kinematičke parametara NJ skoka na inicijalnom merenju.

Tabela 43. Razlike između E1 i E2 grupe u kinematičkim parametrima NJ na inicijalnom merenju

Varijable	E1	E2	F	r	t (2-tailed)	r
	Mean±SD	Mean±SD				
Ugao kuka, °	96.35±6.15	96.81±6.90	.09	.769	-.16	.877
Ugao kolena, °	19.55±8.90	22.56±10.48	.00	.961	-.69	.498
<hr/>						
$\lambda = .974$	$F = .23$	$p = .800$	$\eta_p^2 = .03$	Mali uticaj		

Legenda: Mean – vrednost aritmetičke sredine; SD – standardna devijacija; λ – koeficijent Wilks-ovog testa za jednakost centroida grupa; F – koeficijent F-testa za značajnost Wilks' lambda i koeficijent Levene testa jednakosti varijanse; t – koeficijent T-testa; p – koeficijent nivoa značajnosti; p (2-tailed) – koeficijent dvostranog nivoa značajnosti; η_p^2 – delimični eta koeficijent veličine uticaja; ° – stepen.

Obe merene varijable, ugao kuka i ugao kolena, ne pokazuju statistički značajne razlike između grupa na inicijalnom merenju.

7.4.6. Razlike između E1 i E2 grupe u tenziomiografskim parametrima na inicijalnom merenju

U Tabeli 44 predstavljeni su rezultati razlika između E1 i E2 grupe za TMG parametare šest mišića leve noge na inicijalnom merenju.

Tabela 44. Razlike između E1 i E2 grupe u tenziomiografskim parametrima na inicijalnom merenju – Leva noga

m.Vastus lateralis						
Varijable	E1	E2	F	r	t (2-tailed)	r
	Mean±SD	Mean±SD				
Tc, ms	20.42±3.67	23.97±5.29	.20	.659	-1.74	.098
Ts, ms	64.27±47.34	87.06±44.15	.33	.571	-1.11	.280
Tr, ms	35.50±37.18	50.43±31.39	.54	.472	-.97	.345
Dm, mm	2.80±1.31	3.88±.96	.91	.353	-2.10	.050*
Td, ms	21.13±1.75	21.95±1.97	.00	.957	-.99	.337
<hr/>						
$\lambda = .790$	F = .74	p = .604	$\eta_p^2 = .21$	Veliki uticaj		
<hr/>						
m.Vastus medialis						
Tc, ms	23.30±1.18	22.33±1.65	.23	.638	1.50	.151
Ts, ms	168.82±28.95	177.62±32.39	.03	.876	-.64	.530
Tr, ms	58.74±39.86	39.81±17.58	12.25	.003*	1.37	.186
Dm, mm	4.91±1.68	5.14±1.63	.54	.470	-.31	.763
Td, ms	21.14±1.87	20.87±1.50	.26	.619	.36	.720
<hr/>						
$\lambda = .762$	F = .88	p = .522	$\eta_p^2 = .24$	Veliki uticaj		
<hr/>						
m.Biceps femoris						
Tc, ms	40.12±19.64	33.25±15.19	.51	.486	.87	.394
Ts, ms	141.98±65.55	199.05±62.48	.20	.657	-1.99	.062
Tr, ms	45.18±20.12	51.64±35.71	1.05	.318	-.50	.624
Dm, mm	4.48±2.41	3.73±1.76	1.09	.311	.80	.436
Td, ms	25.08±3.80	23.48±3.96	.45	.513	.93	.366
<hr/>						
$\lambda = .069$	F = 1.27	p = .332	$\eta_p^2 = .31$	Veliki uticaj		
<hr/>						
m.Semitendinosus						
Tc, ms	46.36±8.36	45.16±8.04	.25	.624	.33	.746
Ts, ms	151.39±30.95	159.24±27.41	.05	.818	-.60	.556
Tr, ms	78.45±27.61	72.61±28.27	.28	.604	.47	.646
Dm, mm	6.00±1.86	5.96±2.22	.98	.335	.04	.968
Td, ms	25.85±2.11	27.17±2.24	.00	.953	-1.35	.195
<hr/>						
$\lambda = .700$	F = 1.20	p = .360	$\eta_p^2 = .30$	Veliki uticaj		

Nastaviće se.

Nastavak.

Tabela 44. Razlike između E1 i E2 grupe u tenziomiografskim parametrima na inicijalnom merenju – Leva noga

m.Gastrocnemius lateralis						
Varijable	E1 Mean±SD	E2 Mean±SD	F	r	t (2-tailed)	r
Tc, ms	27.50±15.99	22.52±8.42	3.62	.073	.87	.395
Ts, ms	191.92±35.79	172.97±55.13	.18	.678	.91	.374
Tr, ms	54.75±50.77	57.71±52.22	.02	.888	-.13	.899
Dm, mm	2.63±1.37	2.40±1.60	.18	.677	.35	.728
Td, ms	20.97±3.29	20.57±1.05	6.43	.021*	.37	.718
<hr/>						
$\lambda = .826$	$F = .59$	$p = .708$	$\eta_p^2 = .17$	Veliki uticaj		
m.Gastrocnemius medialis						
Tc, ms	16.34±3.71	16.75±3.67	.22	.645	-.25	.805
Ts, ms	180.96±93.71	107.40±101.79	.29	.596	1.68	.110
Tr, ms	42.31±48.81	23.08±29.80	2.07	.167	1.06	.302
Dm, mm	1.11±.89	.90±.56	1.04	.321	.62	.542
Td, ms	18.57±1.18	17.31±1.73	.62	.441	1.90	.074
<hr/>						
$\lambda = .680$	$F = 1.30$	$p = .317$	$\eta_p^2 = .32$	Veliki uticaj		

Legenda: Mean – vrednost aritmetičke sredine; SD – standardna devijacija; λ – koeficijent Wilks-ovog testa za jednakost centroida grupa; F – koeficijent F-testa za značajnost Wilks' lambda i koeficijent Levene testa jednakosti varijanse; t – koeficijent T-testa; p – koeficijent nivoa značajnosti; p (2-tailed) – koeficijent dvostranog nivoa značajnosti; η_p^2 – delimični eta koeficijent veličine uticaja; Tc – vreme kontrakcije; Ts – vreme održavanja kontrakcije; Tr – vreme opuštanja; Dm – maksimalna amplituda radijalnog pomeranja; Td – početno vreme kašnjenja; * – statistički značajan rezultat, $p < .05$.

Za skoro sve TMG parametre mišića Vastus medialis-a, Biceps femoris-a, Semitendinosus-a, Gastrocnemius lateralis-a i Gastrocnemius medialis-a, nije ustanovljena statistički značajna razlika između grupa. Jedina značajna razlika postoji kod mišića opružača leve potkolenice Vastus lateralis-a, za Dm sa $t = -2.10$, sa graničnom vrednošću, $p = .050$, (E1 Mean±SD, 2.80 ± 1.31 i E2, $3.88 \pm .96$).

Rezultati razlika između E1 i E2 grupe za TMG parametare šest mišića desne noge na inicijalnom merenju predstavljeni su u Tabeli 45.

Kao i kod rezultata mišića leve noge tako i za rezultate mišića desne noge ne postoji statistička značajna razlika između grupa za skoro nijedan TMG parametar. Mišići Vastus lateralis, Vastus medialis, Semitendinosus, Gastrocnemius lateralis i Gastrocnemius medialis-a, nisu pokazali značajne razlika, dok je jedina značajna razlika primećena kod mišića

fleksora desne potkolenice Biceps femoris-a, za Ts sa $t = 2.87$, $p = .010$, (E1 Mean±SD, 221.97±80.03 i E2, 122.28±75.01).

Tabela 45. Razlike između E1 i E2 grupe u tenziomiografskim parametrima na inicijalnom merenju – Desna noga

m.Vastus lateralis						
Varijable	E1 Mean±SD	E2 Mean±SD	F	r	t (2-tailed)	r
Tc, ms	19.32±5.49	22.25±4.80	.28	.604	-1.27	.219
Ts, ms	48.16±42.40	80.58±48.62	2.22	.153	-1.59	.129
Tr, ms	21.52±26.64	43.21±32.64	2.01	.173	-1.63	.121
Dm, mm	2.16±1.26	2.92±.63	5.08	.037*	-1.72	.103
Td, ms	20.33±1.98	24.61±10.53	2.58	.126	-1.26	.223
<hr/>						
$\lambda = .818$	$F = .62$	$p = .686$	$\eta^2 = .18$	Veliki uticaj		
<hr/>						
m.Vastus medialis						
Tc, ms	22.95±3.11	26.58±9.51	1.80	.196	-1.15	.266
Ts, ms	183.20±26.41	171.46±16.41	1.48	.240	1.19	.248
Tr, ms	54.43±33.65	71.57±55.35	4.46	.049*	-.84	.414
Dm, mm	5.72±1.76	6.11±1.54	.73	.405	-.53	.605
Td, ms	22.39±1.58	22.78±1.53	.22	.644	-.55	.586
<hr/>						
$\lambda = .790$	$F = .75$	$p = .602$	$\eta^2 = .21$	Veliki uticaj		
<hr/>						
m.Biceps femoris						
Tc, ms	32.88±13.29	27.35±11.88	.01	.913	.98	.340
Ts, ms	221.97±80.03	122.28±75.01	.33	.571	2.87	.010*
Tr, ms	74.93±50.23	48.85±41.50	.97	.338	1.27	.222
Dm, mm	3.02±1.15	2.24±1.84	1.20	.288	1.15	.266
Td, ms	23.36±3.13	21.93±3.04	.20	.661	1.04	.313
<hr/>						
$\lambda = .630$	$F = 1.68$	$p = .204$	$\eta^2 = .37$	Veliki uticaj		
<hr/>						
m.Semitendinosus						
Tc, ms	43.20±7.68	40.71±12.57	1.68	.212	.54	.599
Ts, ms	179.84±70.34	158.46±25.48	2.90	.106	.90	.378
Tr, ms	77.50±39.84	73.74±31.03	.44	.515	.24	.816
Dm, mm	5.75±1.98	5.93±2.25	.79	.386	-.19	.850
Td, ms	26.97±5.90	25.14±3.61	.15	.702	.84	.412
<hr/>						
$\lambda = .910$	$F = .28$	$p = .917$	$\eta^2 = .09$	Umeren uticaj		

Nastaviće se.

Nastavak.

Tabela 45. Razlike između E1 i E2 grupe u tenziomiografskim parametrima na inicijalnom merenju – Desna noga

m.Gastrocnemius lateralis						
Varijable	E1 Mean±SD	E2 Mean±SD	F	r	t (2-tailed)	r
Tc, ms	28.81±17.15	27.77±12.70	.74	.400	.15	.879
Ts, ms	183.35±30.76	194.44±20.51	.79	.386	-.95	.356
Tr, ms	43.65±21.58	39.00±15.40	1.46	.242	.55	.586
Dm, mm	3.44±1.76	3.10±1.00	1.28	.273	.53	.603
Td, ms	21.39±2.06	21.37±1.55	.11	.745	.03	.977
<hr/>						
$\lambda = .886$	$F = .36$	$p = .866$	$\eta_p^2 = .11$	Umeren uticaj		
m.Gastrocnemius medialis						
Tc, ms	15.34±3.10	17.82±4.51	2.61	.123	-1.44	.168
Ts, ms	168.86±107.74	208.75±73.17	3.56	.076	-.97	.346
Tr, ms	18.00±17.57	44.82±75.94	5.74	.028*	-1.09	.291
Dm, mm	.83±.82	.85±.57	.27	.613	-.06	.952
Td, ms	17.08±1.95	17.91±1.53	.08	.779	-1.06	.301
<hr/>						
$\lambda = .794$	$F = .73$	$p = .614$	$\eta_p^2 = .21$	Veliki uticaj		

Legenda: Mean – vrednost aritmetičke sredine; SD – standardna devijacija; λ – koeficijent Wilks-ovog testa za jednakost centroida grupa; F – koeficijent F-testa za značajnost Wilks' lambda i koeficijent Levene testa jednakosti varijanse; t – koeficijent T-testa; p – koeficijent nivoa značajnosti; p (2-tailed) – koeficijent dvostranog nivoa značajnosti; η_p^2 – delimični eta koeficijent veličine uticaja; Tc – vreme kontrakcije; Ts – vreme održavanja kontrakcije; Tr – vreme opuštanja; Dm – maksimalna amplituda radijalnog pomeranja; Td – početno vreme kašnjenja; * – statistički značajan rezultat, $p < .05$.

7.4.7. Razlike između E1 i E2 grupe u parametrima sprint testa na 10 m i 20 m na inicijalnom merenju

Rezultati razlika između E1 i E2 grupe za vrednosti sprint testa na 10 m i 20 m na inicijalnom merenju predstavljani su u Tabeli 46.

Tabela 46. Razlike između E1 i E2 grupe u parametrima sprint testa na 10 m i 20 m na inicijalnom merenju

Varijable	E1 Mean±SD	E2 Mean±SD	F	r	t (2-tailed)	r
10m, s	1.95±.10	2.03±.10	.08	.775	-1.66	.115
20m, s	3.41±.15	3.55±.19	.27	.610	-1.74	.099
<hr/>						
$\lambda = .855$	$F = 1.44$	$p = .265$	$\eta_p^2 = .14$	Veliki uticaj		

Legenda: Mean – vrednost aritmetičke sredine; SD – standardna devijacija; λ – koeficijent Wilks-ovog testa za jednakost centroida grupa; F – koeficijent F-testa za značajnost Wilks' lambda i koeficijent Levene testa jednakosti varijanse; t – koeficijent T-testa; p – koeficijent nivoa značajnosti; p (2-tailed) – koeficijent dvostranog nivoa značajnosti; η_p^2 – delimični eta koeficijent veličine uticaja.

Statistički značajna razlike ne postoje između E1 i E2 grupe za rezultate sprint testa na 10 m ni na 20 m.

7.5. Razlike između E1 i E2 grupe na finalnom merenju

7.5.1. Razlike između E1 i E2 grupe u kinetičkim parametrima CMJ testa na finalnom merenju

U Tabeli 47 prikazani su rezultati T-testa za utvrđivanje razlika između E1 i E2 grupe u kinetičkim parametrima ekscentrične faze CMJ skoka na finalnom merenju.

Tabela 47. Razlike između E1 i E2 grupe u kinetičkim parametrima CMJ na finalnom merenju – ekscentrična faza skoka

Varijable	E1	E2	F	p	t (2-tailed)	r
	Mean±SD	Mean±SD				
EccV, m/s	1.39±.16	1.18±.20	.089	.769	2.60	.018*
EccF, F·Ns	23.71±2.75	22.74±8.96	.152	.701	.76	.454
EccT, s	.47±.05	.44±.06	.000	.996	1.18	.254
EccI, N·m/s	46.03±13.48	42.26±11.84	.293	.595	.66	.515
$\lambda = .549$		F = 3.08	p = .049*	$\eta^2 = .45$	Veliki uticaj	

Legenda: Mean – vrednost aritmetičke sredine; SD – standardna devijacija; λ – koeficijent Wilks-ovog testa za jednakost centroida grupa; F – koeficijent F-testa za značajnost Wilks' lambda i koeficijent Levene testa jednakosti varijanse; t – koeficijent T-testa; p – koeficijent nivoa značajnosti; p (2-tailed) – koeficijent dvostranog nivoa značajnosti; η^2 – delimični eta koeficijent veličine uticaja; EccV – brzina u ekscentričnoj fazi; EccF – relativna sila u ekscentričnoj fazi; EccT – vreme trajanja ekscentrične faze; EccI – relativni impuls u ekscentričnoj fazi; * – statistički značajan rezultat.

Statistički značajna razlika postoji za jednu merenu varijablu EccV, $t = 2.60$, $p = .018$, (E1 Mean±SD, 1.39±.16 i E2, 1.18±.20), dok za ostale varijable nije uočena značajna razlika između grupa. U Tabeli 48 predstavljeni su rezultati razlika između E1 i E2 grupe u kinetičkim parametrima koncentrične faze CMJ skoka na finalnom merenju.

Utvrđena je statistički značajna razlika za jednu merenu varijablu ConcT, $t = 2.13$, $p = .047$, (E1 Mean±SD, .40±.01 i E2, .31±.08), dok ostale varijable ne pokazuju razlike između grupa.

Tabela 48. Razlike između E1 i E2 grupe u kinetičkim parametrima CMJ na finalnom merenju – koncentrična faza skoka

Varijable	E1	E2	F	r	t (2-tailed)	r
	Mean±SD	Mean±SD				
ConcV, m/s	2.48±.21	2.35±.21	.179	.677	1.38	.185
ConcF, F·Ns	23.93±2.29	22.89±2.91	.559	.464	.89	.384
ConcT, s	.40±.01	.31±.08	.122	.731	2.13	.047*
ConcI, N·m/s	156.75±23.94	153.22±20.21	.050*	.825	.36	.726
$\lambda = .547$ $F = 3.10$ $p = .048^*$ $\eta p^2 = .45$ Veliki uticaj						

Legenda: Mean – vrednost aritmetičke sredine; SD – standardna devijacija; λ – koeficijent Wilks-ovog testa za jednakost centroida grupa; F – koeficijent F-testa za značajnost Wilks' lambda i koeficijent Levene testa jednakosti varijanse; t – koeficijent T-testa; p – koeficijent nivoa značajnosti; p (2-tailed) – koeficijent dvostranog nivoa značajnosti; ηp^2 – delimični eta koeficijent veličine uticaja; ConcV – brzina u ekscentričnoj fazi; ConcF – relativna sila u koncentričnoj fazi; ConcT – vreme trajanja koncentrične faze; ConcI – relativni impuls u koncentričnoj fazi; * – statistički značajan rezultat, $p < .05$.

U Tabeli 49 predstavljeni su rezultati razlika između E1 i E2 grupe kinetičkih parametara merenih tokom celog CMJ skoka na inicijalnom merenju.

Tabela 49. Razlike između E1 i E2 grupe u kinetičkim parametrima CMJ na finalnom merenju – ceo skok

Varijable	E1	E2	F	r	t (2-tailed)	r
	Mean±SD	Mean±SD				
Height, cm	41.30±3.50	39.07±3.71	.045	.835	1.38	.185
Rel F, F·Ns	244.32±19.85	233.0±29.64	.198	.661	.92	.369
T, s	.88±.13	.76±.13	.000	.991	2.12	.048*
Rel I, N·m/s	156.31±19.0	150.32±20.07	.190	.668	.69	.502
$\lambda = .505$ $F = 3.67$ $p = .028^*$ $\eta p^2 = .49$ Veliki uticaj						

Legenda: Mean – vrednost aritmetičke sredine; SD – standardna devijacija; λ – koeficijent Wilks-ovog testa za jednakost centroida grupa; F – koeficijent F-testa za značajnost Wilks' lambda i koeficijent Levene testa jednakosti varijanse; t – koeficijent T-testa; p – koeficijent nivoa značajnosti; p (2-tailed) – koeficijent dvostranog nivoa značajnosti; ηp^2 – delimični eta koeficijent veličine uticaja; Height – visina skoka; Rel F – ukupna relativna sila; T – vreme skoka; Rel I – ukupan relativni impuls; * – statistički značajan rezultat, $p < .05$.

Kao i kod prethodnih rezultata razlika za kinetičke parametare ekscentrične i koncentrične faze, tako je i ovde uočena razlika za jednu merenu varijablu, T, $t = 2.12$, $p = .048$, (E1 Mean±SD, .88±.13 i E2, .76±.13).

7.5.2. Razlike između E1 i E2 grupe u kinetičkim parametrima NJ testa na finalnom merenju

Rezultati razlika između E1 i E2 grupe u kinetičkim parametrima ekscentrične faze NJ skoka na finalnom merenju predstavljeni su u Tabeli 50.

Tabela 50. Razlike između E1 i E2 grupe u kinetičkim parametrima NJ na finalnom merenju – ekscentrična faza skoka

Varijable	E1	E2	F	r	t (2-tailed)	r
	Mean±SD	Mean±SD				
EccV, m/s	1.25±.19	1.03±.20	.104	.750	2.55	.020*
EccT, m/s	.94±.17	.92±.17	.004	.950	.33	.744
$\lambda = .732$ $F = 3.11$ $p = .070$ $\eta^2 = .26$ Veliki uticaj						

Legenda: Mean – vrednost aritmetičke sredine; SD – standardna devijacija; λ – koeficijent Wilks-ovog testa za jednakost centroida grupa; F – koeficijent F-testa za značajnost Wilks' lambda i koeficijent Levene testa jednakosti varijanse; t – koeficijent T-testa; p – koeficijent nivoa značajnosti; p (2-tailed) – koeficijent dvostranog nivoa značajnosti; η^2 – delimični eta koeficijent veličine uticaja; EccV – brzina u ekscentričnoj fazi; EccT – vreme trajanja ekscentrične faze; * – statistički značajan rezultat, $p < .05$.

Za varijablu EccV ustanovljeno je na osnovu rezultata da postoji značajna razlika na finalnom merenju između grupa, $t = 2.55$, $p = .020$, (E1 Mean±SD, 1.25±.19 i E2, 1.03±.20).

U Tabeli 51 predstavljeni su rezultati razlika između E1 i E2 grupe u kinetičkim parametrima koncentrične faze NJ skoka na finalnom merenju. Na osnovu rezultata nisu utvrđene razlike između grupa.

Tabela 51. Razlike između E1 i E2 grupe u kinetičkim parametrima NJ na finalnom merenju – koncentrična faza skoka

Varijable	E1	E2	F	r	t (2-tailed)	r
	Mean±SD	Mean±SD				
ConcV, m/s	4.13±.46	3.93±.38	.820	.377	1.02	.320
ConcT, s	.29±.06	.28±.04	2.520	.130	.14	.893
$\lambda = .094$ $F = .49$ $p = .618$ $\eta^2 = .05$ Mali uticaj						

Legenda: Mean – vrednost aritmetičke sredine; SD – standardna devijacija; λ – koeficijent Wilks-ovog testa za jednakost centroida grupa; F – koeficijent F-testa za značajnost Wilks' lambda i koeficijent Levene testa jednakosti varijanse; t – koeficijent T-testa; p – koeficijent nivoa značajnosti; p (2-tailed) – koeficijent dvostranog nivoa značajnosti; η^2 – delimični eta koeficijent veličine uticaja; ConcV – brzina u ekscentričnoj fazi; ConcT – vreme trajanja ekscentrične faze.

U Tabeli 52 predstavljeni su rezultati razlika između E1 i E2 grupe za ceo NJ skok na finalnom merenju. Ustanovljeno je da postoji značajna razlika između grupa za varijablu Length odnosno dužinu skoka, $t = 2.17$, $p = .044$, (E1 Mean±SD, 2.20±.25 i E2, 2.01±.12).

Tabela 52. Razlike između E1 i E2 grupe u kinetičkim parametrima NJ na finalnom merenju – ceo skok

Varijable	E1	E2	F	r	t (2-tailed)	r
	Mean±SD	Mean±SD				
Length, m	2.20±.25	2.01±.12	3.698	.070	2.17	.044*
T, s	1.23±.16	1.20±.17	.045	.834	.35	.729
$\lambda = .777$ $F = 2.44$ $p = .117$ $\eta^2 = .22$ Veliki uticaj						

Legenda: Mean – vrednost aritmetičke sredine; SD – standardna devijacija; λ – koeficijent Wilks-ovog testa za jednakost centroida grupa; F – koeficijent F-testa za značajnost Wilks' lambda i koeficijent Levene testa jednakosti varijanse; t – koeficijent T-testa; p – koeficijent nivoa značajnosti; p (2-tailed) – koeficijent dvostranog nivoa značajnosti; η^2 – delimični eta koeficijent veličine uticaja; Length – dužina skoka; T – vreme skoka; * – statistički značajan rezultat, $p < .05$.

7.5.3. Razlike između E1 i E2 grupe u kinematičkim parametrima CMJ testa na finalnom merenju

U Tabeli 53 predstavljeni su rezultati razlika između E1 i E2 grupe za kinematičke parametara CMJ skoka na finalnom merenju, merene iz sagitalne i iz frontalne ravni.

Tabela 53. Razlike između E1 i E2 grupe u kinematičkim parametrima CMJ na finalnom merenju						
Sagitalna ravan						
Variable	E1 Mean±SD	E2 Mean±SD	F	r	t (2-tailed)	r
Ugao kuka, °	36.70±9.46	45.20±8.43	.106	.748	-2.57	.019*
Ugao kolena, °	83.56±7.97	88.64±6.70	.530	.476	-1.67	.112
$\lambda = .697$		$F = 3.70$	$p = .046^*$	$\eta^2 = .30$	Veliki uticaj	
Frontalna ravan						
Ugao levog kolena, °	186.09±15.55	182.82±13.83	.03	.860	.50	.625
Ugao desnog kolena, °	173.19±11.23	175.40±15.93	1.75	.202	-.36	.724
$\lambda = .985$		$F = .13$	$p = .879$	$\eta^2 = .01$	Mali uticaj	

Legenda: Mean – vrednost aritmetičke sredine; SD – standardna devijacija; λ – koeficijent Wilks-ovog testa za jednakost centroida grupa; F – koeficijent F-testa za značajnost Wilks' lambda i koeficijent Levene testa jednakosti varijanse; t – koeficijent T-testa; p – koeficijent nivoa značajnosti; p (2-tailed) – koeficijent dvostranog nivoa značajnosti; η^2 – delimični eta koeficijent veličine uticaja; ° – stepen; * – statistički značajan rezultat, $p < .05$.

Vrednosti T-testa CMJ skoka za kinematičke parametre iz sagitalne ravni pokazale su polovičan rezultat gde je jedna varijabla ugao kuka pokazala značajnu razliku, $t = -2.57$, $p = .019$, (E1 Mean±SD, 36.70±9.46 i E2, 45.20±8.43), dok druga varijabla ugao kolena nije. Rezultati iz frontalne ravni ne pokazuju da postoji statistička značajna razlika između grupa na finalnom merenju.

7.5.4. Razlike između E1 i E2 grupe u kinematičkim parametrima NJ testa na finalnom merenju

U Tabeli 54 predstavljeni su rezultati razlika između E1 i E2 grupe za kinematičke parametara NJ skoka na inicijalnom merenju.

Polovičan rezultat primećen je i kod kinematičnih parametara NJ skoka na finalnom merenju, varijabla ugao kuka pokazala je značajnu razliku između grupa, $t = -2.12$, $p = .048$, (E1 Mean±SD, 14.59±8.00 i E2, 22.24±8.12), dok druga varijabla ugao kolena nije.

Tabela 54. Razlike između E1 i E2 grupe u kinematičkim parametrima NJ na finalnom merenju

Varijable	E1		E2		F	r	t (2-tailed)	r	
	Mean±SD	Mean±SD	Mean±SD	Mean±SD					
Ugao kuka, °	99.64±7.98	95.58±10.67	.710	.411	.96	.348			
Ugao kolena, °	14.59±8.0	22.24±8.12	.003	.956	-2.12	.048*			
$\lambda = .794$		F = 2.20		p = .141		$\eta_p^2 = .21$		Veliki uticaj	

Legenda: Mean – vrednost aritmetičke sredine; SD – standardna devijacija; λ – koeficijent Wilks-ovog testa za jednakost centroida grupa; F – koeficijent F-testa za značajnost Wilks' lambda i koeficijent Levene testa jednakosti varijanse; t – koeficijent T-testa; p – koeficijent nivoa značajnosti; p (2-tailed) – koeficijent dvostranog nivoa značajnosti; η_p^2 – delimični eta koeficijent veličine uticaja; ° – stepen; * – statistički značajan rezultat, p < .05.

7.5.5. Razlike između E1 i E2 grupe u tenziomiografskim parametrima na finalnom merenju

U Tabeli 55 predstavljeni su rezultati razlika između E1 i E2 grupe za TMG parametare šest mišića leve noge na finalnom merenju.

Tabela 55. Razlike između E1 i E2 grupe u tenziomiografskim parametrima na finalnom merenju – Leva noga

m.Vastus lateralis									
Varijable	E1		E2		F	r	t (2-tailed)	r	
	Mean±SD	Mean±SD	Mean±SD	Mean±SD					
Tc, ms	22.32±1.17	21.58±2.43	9.072	.007*	.87	.396			
Ts, ms	116.55±41.88	109.42±54.38	2.408	.138	.33	.746			
Tr, ms	86.78±39.65	67.73±48.71	1.491	.238	.96	.350			
Dm, mm	4.49±1.23	4.28±1.19	.004	.950	.39	.704			
Td, ms	22.26±.73	21.18±1.33	3.757	.068	2.25	.037*			
$\lambda = .360$		F = 4.98		p = .008*		$\eta_p^2 = .64$		Veliki uticaj	
m.Vastus medialis									
Tc, ms	24.86±1.81	22.42±2.55	.319	.579	2.48	.023*			
Ts, ms	196.53±44.41	182.67±38.40	.416	.527	.75	.465			
Tr, ms	67.99±45.70	52.01±36.99	1.004	.330	.86	.401			
Dm, mm	5.04±2.02	5.33±1.46	.822	.376	-.37	.716			
Td, ms	21.52±1.87	21.21±.59	14.545	.001*	.51	.619			
$\lambda = .559$		F = 2.20		p = .112		$\eta_p^2 = .44$		Veliki uticaj	

Nastaviće se.

Tabela 55. Razlike između E1 i E2 grupe u tenziomiografskim parametrima na finalnom merenju – Leva noga

m.Biceps femoris						
Varijable	E1 Mean±SD	E2 Mean±SD	F	r	t (2-tailed)	r
Tc, ms	44.31±12.44	42.29±16.68	.280	.603	.31	.763
Ts, ms	183.28±21.68	183.22±17.11	.348	.562	.01	.995
Tr, ms	79.48±32.75	65.18±25.88	.023	.882	1.08	.293
Dm, mm	7.49±1.68	5.71±1.99	.438	.517	2.17	.044*
Td, ms	27.11±2.35	25.50±3.56	2.024	.172	1.19	.248
<hr/>						
$\lambda = .777$	F = .80	p = .567	$\eta_p^2 = .22$	Veliki uticaj		
<hr/>						
m.Semitendinosus						
Tc, ms	37.89±11.33	35.74±9.96	.330	.573	.45	.656
Ts, ms	181.41±33.62	167.48±32.00	.002	.965	.95	.355
Tr, ms	87.26±49.48	78.63±30.88	4.464	.049*	.47	.646
Dm, mm	5.80±2.31	5.72±2.89	.129	.723	.07	.943
Td, ms	25.14±3.33	27.07±7.81	.827	.375	-.72	.483
<hr/>						
$\lambda = .834$	F = .56	p = .731	$\eta_p^2 = .17$	Veliki uticaj		
<hr/>						
m.Gastrocnemius lateralis						
Tc, ms	28.01±23.65	18.86±4.21	9.504	.006*	1.21	.244
Ts, ms	220.24±31.46	210.26±23.39	.338	.568	.81	.431
Tr, ms	30.78±22.53	22.53±10.81	2.245	.151	1.04	.310
Dm, mm	2.13±1.10	2.25±1.34	.797	.384	-.22	.829
Td, ms	18.80±2.49	18.50±1.13	7.638	.013*	.35	.729
<hr/>						
$\lambda = .669$	F = 1.38	p = .289	$\eta_p^2 = .33$	Veliki uticaj		
<hr/>						
m.Gastrocnemius medialis						
Tc, ms	20.32±1.85	20.77±2.78	.637	.435	-.43	.673
Ts, ms	231.74±26.31	164.18±90.62	19.949	.000**	2.26	.036
Tr, ms	110.82±73.28	50.98±44.64	3.086	.096	2.21	.041*
Dm, mm	2.84±.75	2.54±1.01	.908	.353	.75	.463
Td, ms	20.71±1.11	20.36±1.80	2.559	.127	.51	.613
<hr/>						
$\lambda = .570$	F = 2.14	p = .120	$\eta_p^2 = .43$	Veliki uticaj		

Legenda: Mean – vrednost aritmetičke sredine; SD – standardna devijacija; λ – koeficijent Wilks-ovog testa za jednakost centroida grupa; F – koeficijent F-testa za značajnost Wilks' lambda i koeficijent Levene testa jednakosti varijanse; t – koeficijent T-testa; p – koeficijent nivoa značajnosti; p (2-tailed) – koeficijent dvostranog nivoa značajnosti; η_p^2 – delimični eta koeficijent veličine uticaja; Tc – vreme kontrakcije; Ts – vreme održavanja kontrakcije; Tr – vreme opuštanja; Dm – maksimalna amplituda radialnog pomeranja; Td – početno vreme kašnjenja; * – statistički značajan rezultat, p < .05; ** – statistički značajan rezultat, p < .001.

Kod oba mišića opružača leve potkolenice Vastus lateralis-a i Vastus medialis-a, uočena je razlika između grupa za TMG parametre, Td sa vrednostima $t= 2.25$, $p= .037$, (E1 Mean±SD, 22.26±.73 i E2, 21.18±1.33), odnosno Tc sa vrednostima $t= 2.48$, $p= .023$, (E1 Mean±SD, 24.86±1.81 i E2, 22.42±2.55), dok ostali TMG parametri nisu pokazali značajnu razliku. Jedan od dva mišića pregibača leve potkolenice Biceps femoris, pokazao je jedan TMG parametar koji ima značajnu razliku između grupa, Dm sa vrednostima $t= 2.17$, $p= .044$, (E1 Mean±SD, 7.49±1.68 i E2, 5.71±1.99), dok ostali TMG parametari nisu pokazali značajne razlike. Drugi mišić pregibača leve potkolenice Semitendinosus, nije pokazao značajnu razliku za nijedan mereni parametar. Mišići opružači stopala leve noge pokazuju polovičan rezultat gde je jedan mišić Gastrocnemius medialis, prikazao postojanje razlike između grupa na finalnom merenju za jedan TMG parametar, Tr sa vrednostima $t= 2.21$, $p= .041$, (E1 Mean±SD, 110.82±73.28 i E2, 50.98±44.64). Drugi mišić opružača stopala leve noge Gastrocnemius lateralis, nije pokazao postojanje statistički značajnih razlika.

Rezultati razlika između E1 i E2 grupe za TMG parametare šest mišića desne noge na finalnom merenju predstavljeni su u Tabeli 56.

Tabela 56. Razlike između E1 i E2 grupe u tenziomiografskim parametrima na finalnom merenju – Desna noga

m.Vastus lateralis						
Varijable	E1 Mean±SD	E2 Mean±SD	F	r	t (2-tailed)	r
Tc	22.48±1.85	22.78±2.33	.267	.612	-.32	.756
Ts	115.44±19.87	113.29±40.25	3.858	.065	.15	.881
Tr	86.29±19.39	68.86±35.89	7.086	.016*	1.35	.193
Dm	4.35±1.07	4.50±.82	.058	.812	-.33	.742
Td	21.51±.64	21.14±1.05	2.484	.132	.95	.353
<hr/>						
$\lambda = .803$	$F = .69$	$p = .641$	$\eta_p^2 = .20$	Veliki uticaj		
<hr/>						
m.Vastus medialis						
Tc	23.56±2.45	23.19±2.87	.085	.774	.31	.761
Ts	238.41±124.94	192.97±12.85	3.468	.079	1.14	.268
Tr	51.28±17.44	53.29±44.95	3.236	.089	-.13	.897
Dm	5.37±1.43	5.86±1.42	.055	.817	-.78	.447
Td	21.76±1.48	21.85±2.09	1.238	.281	-.11	.913
<hr/>						
$\lambda = .688$	$F = 1.27$	$p = .331$	$\eta_p^2 = .31$	Veliki uticaj		

Nastaviće se.

Nastavak.

Tabela 56. Razlike između E1 i E2 grupe u tenziomiografskim parametrima na finalnom merenju – Desna noga

m.Biceps femoris						
Varijable	E1 Mean±SD	E2 Mean±SD	F	r	t (2-tailed)	r
Tc	35.51±7.70	47.15±14.99	4.821	.041*	-2.18	.042*
Ts	184.11±21.74	175.26±18.90	.694	.416	.97	.344
Tr	59.62±16.56	70.23±23.24	2.172	.158	-1.18	.255
Dm	6.59±2.20	5.61±1.14	3.429	.081	1.25	.227
Td	26.26±1.69	26.57±2.90	6.463	.020*	-.29	.777
<hr/>						
$\lambda = .650$	F = 1.51	p = .249	$\eta_p^2 = .35$	Veliki uticaj		
<hr/>						
m.Semitendinosus						
Tc	37.38±7.35	38.35±11.70	1.198	.288	-.22	.827
Ts	178.21±35.13	170.58±13.61	3.524	.077	.64	.530
Tr	97.13±50.15	91.94±30.07	1.464	.242	.28	.782
Dm	5.67±1.89	6.01±1.95	.212	.651	-.39	.698
Td	24.23±2.83	25.45±2.64	.000	.987	-.99	.334
<hr/>						
$\lambda = .927$	F = .22	p = .948	$\eta_p^2 = .07$	Umeren uticaj		
<hr/>						
m.Gastrocnemius lateralis						
Tc	23.81±13.27	21.35±13.63	.235	.634	.41	.688
Ts	218.20±38.78	220.42±31.12	.040	.844	-.14	.889
Tr	35.51±17.49	32.37±24.81	1.218	.284	.33	.748
Dm	2.09±.71	1.87±1.39	2.039	.170	.45	.660
Td	18.35±1.78	18.75±1.41	.930	.348	-.55	.588
<hr/>						
$\lambda = .929$	F = .21	p = .951	$\eta_p^2 = .07$	Umeren uticaj		
<hr/>						
m.Gastrocnemius medialis						
Tc	21.07±1.32	20.17±4.27	8.857	.008*	.64	.531
Ts	234.61±11.80	166.07±94.90	26.864	.000**	2.27	.036*
Tr	83.62±59.53	49.74±75.01	.069	.795	1.12	.278
Dm	2.96±1.07	2.00±.85	.327	.574	2.22	.039*
Td	21.34±1.12	19.79±1.74	2.540	.128	2.37	.029*
<hr/>						
$\lambda = .420$	F = 3.86	p = .021*	$\eta_p^2 = .58$	Veliki uticaj		

Legenda: Mean – vrednost aritmetičke sredine; SD – standardna devijacija; λ – koeficijent Wilks-ovog testa za jednakost centroida grupa; F – koeficijent F-testa za značajnost Wilks' lambda i koeficijent Levene testa jednakosti varijanse; t – koeficijent T-testa; p – koeficijent nivoa značajnosti; p (2-tailed) – koeficijent dvostranog nivoa značajnosti; η_p^2 – delimični eta koeficijent veličine uticaja; Tc – vreme kontrakcije; Ts – vreme održavanja kontrakcije; Tr – vreme opuštanja; Dm – maksimalna amplituda radijalnog pomeranja; Td – početno vreme kašnjenja; * – statistički značajan rezultat, p < .05; ** – statistički značajan rezultat, p < .001.

Mišići opružaća desne potkolenice Vastus lateralis i Vastus medialis, ne pokazuju postojanje značajnih razlika između grupa za nijedan mereni TMG parametar. Mišić Biceps femoris, jedan od dva mišića pregibača desne potkolenice, pokazao da postoji statistički značajna razlika između grupa za Ts, sa vrednostima $t = -2.18$, $p = .042$, (E1 Mean±SD, 35.51±7.70 i E2, 47.15±14.99), dok drugi mišić Semitendinosus nije pokazao značajnu razliku za nijedan mereni parametar. Jedan mišić opružaća stopala desne noge Gastrocnemius lateralis, nije pokazao postojanje značajnih razlika za nijedan mereni TMG parametar, dok drugi mišić opružaća stopala desne noge Gastrocnemius medialis, pokazao je značajne razlike za tri TMG parametra, za Ts sa vrednostima $t = 2.27$, $p = .036$, (E1 Mean±SD, 234.61±11.80 i E2, 166.07±94.90), za Dm, sa vrednostima $t = 2.22$, $p = .039$, (E1 Mean±SD, 2.96±1.07 i E2, 2.00±.85), i za Td, sa vrednostima $t = 2.37$, $p = .029$, (E1 Mean±SD, 21.34±1.12 i E2, 19.79±1.74).

7.5.6. Razlike između E1 i E2 grupe u parametrima sprint testa procene brzine 10 m i 20 m na finalnom merenju

Tabela 57. Razlike između E1 i E2 grupe u parametrima sprint testa na 10 m i 20 m na finalnom merenju

Variable	E1 Mean±SD	E2 Mean±SD	F	r	t (2-tailed)	r
10m, s	1.76±.08	1.84±.08	.149	.704	-2.13	.047*
20m, s	3.19±.12	3.36±.12	.032	.859	-2.88	.010*
$\lambda = .683$		$F = 3.94$	$p = .039^*$	$\eta^2 = .32$	Veliki uticaj	

Legenda: Mean – vrednost aritmetičke sredine; SD – standardna devijacija; λ – koeficijent Wilks-ovog testa za jednakost centroida grupa; F – koeficijent F-testa za značajnost Wilks' lambda i koeficijent Levene testa jednakosti varijanse; t – koeficijent T-testa; p – koeficijent nivoa značajnosti; p (2-tailed) – koeficijent dvostranog nivoa značajnosti; * – statistički značajan rezultat, $p < .05$; η^2 – delimični eta koeficijent veličine uticaja.

Rezultati razlika između E1 i E2 grupe za vrednosti sprint testa na 10 m i 20 m na finalnom merenju predstavljeni su u Tabeli 57. Razlika između ispitanica E1 i E2 grupe na finalnom merenju ustanovljena je za oba rezultata vremena sprint testa na 10 m i 20 m, sa vrednostima $t = -2.13$, $p = .047$, (E1 Mean±SD, 1.76±.08 i E2, 1.84±.08), i $t = -2.88$, $p = .010$, (E1 Mean±SD, 3.19±.12 i E2, 3.36±.12).

7.6. Razlike između inicijalnog i finalnog merenja E1 i E2 grupe za biomehaničke parametre

7.6.1. Razlike između inicijalnog i finalnog merenja kod kinetičkih parametara CMJ testa

Tabela 58. Razlike između inicijalnog i finalnog merenja u kinetičkim parametrima (CMJ) kod E1 i E2 grupe – ekscentrična faza skoka

Varijable	E1 I→F					E2 I→F				
	Diff (%)	F	r	η_p^2	Uticaj	Diff (%)	F	r	η_p^2	Uticaj
EccV, m/s	.07 (5.3)	5.11	.050*	.36	Veliki	.14 (13.46)	2.42	.154	.21	Veliki
EccF, F·Ns	1.47 (6.6)	7.56	.022*	.46	Veliki	1.58 (7.46)	5.87	.038*	.39	Veliki
EccT, s	-.02 (4.08)	.34	.573	.04	Mali	-.05 (10.2)	2.15	.176	.19	Veliki
EccI, N·m/s	1.99 (4.51)	.24	.636	.03	Mali	3.61 (9.34)	1.63	.234	.15	Veliki
	$\lambda = .305$	3.42	.087	.69	Veliki	$\lambda = .576$	1.10	.435	.42	Veliki

Legenda: I→F Diff (%) – razlika između inicijalnog i finalnog merenja; λ – koeficijent Wilks-ovog testa za jednakost centroida grupa; F – koeficijent F-testa za značajnost Wilks' lambda; η_p^2 – delimični eta koeficijent veličine uticaja; p – koeficijent nivoa značajnosti; EccV – brzina u ekscentričnoj fazi; EccF – relativna sila u ekscentričnoj fazi; EccT – vreme trajanja ekscentrične faze; EccI – relativni impuls u ekscentričnoj fazi; * – statistički značajan rezultat, $p < .05$

Razlika između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe za kinetičke parametre ekscentrične faze CMJ skoka prikazana je u Tabeli 58.

Rezultati multivarijantne analize varijanse ponovljenih merenja pokazuju da ne postoje značajne razlike između inicijalnog i finalnog merenja kao ni uticaja vremena kod obe grupe za kinetičke parametre ekscentrične faze CMJ skoka. Posmatrajući pojedinačne parametre na univarijantnom nivou, vreme ima veliki značajan uticaj kod E1 grupe za dve varijable, EccV, $r = .05$, $\eta_p^2 = .36$, i EccF, $r = .022$, $\eta_p^2 = .46$, (E1 I→F Diff, .07 (5.3%) i 1.47 (6.6%)), odnosno kod E2 grupe za jedan parametar EccF, $r = .038$, $\eta_p^2 = .39$, (E2 I→F Diff, 1.58 (7.46%)).

U Tabeli 59 prikazana je razlika između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe za kinetičke parametre koncentrične faze CMJ skoka.

Rezultati multivarijantne analize varijanse ponovljenih merenja pokazuju da postoje značajne razlike između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe kao i veliki značajna uticaj vremena za kinetičke parametre koncentrične faze CMJ skoka, E1 – $\lambda = .149$, $F = 8.57$, $r = .012$, $\eta_p^2 = .85$, odnosno E2 – $\lambda = .201$, $F = 5.98$, $r = .027$, $\eta_p^2 = .80$. Posmatrajući pojedinačne parametre na univarijantnom nivou, vreme ima veliki značajan uticaj kod E1 grupe za tri merene varijable, ConcV, $r = .000$, $\eta_p^2 = .78$ (E1 I→F Diff, .19 (8.29%)), ConcF, $r =$

.003, $\eta^2 = .63$ (E1 I→F Diff, 1.63 (7.31%), i ConcT, $r = .019$, $\eta^2 = .47$ (E1 I→F Diff, .08 (2.5%)), dok kod E2 grupe ima dva parametra, ConcV, $r = .010$, $\eta^2 = .54$ (E2 I→F Diff, .13 (5.83%)), i ConcI, $r = .003$, $\eta^2 = .65$ (E2 I→F Diff, 7.30 (5.01%).

Tabela 59. Razlike između inicijalnog i finalnog merenja u kinetičkim parametrima (CMJ) kod E1 i E2 grupe – koncentrična faza skoka

Varijable	E1 I→F					E2 I→F				
	Diff (%)	F	r	η^2	Uticaj	Diff (%)	F	r	η^2	Uticaj
ConcV, m/s	.19 (8.29)	32.47	.000**	.78	Veliki	.13 (5.83)	10.57	.010*	.54	Veliki
ConcF, F·Ns	1.63 (7.31)	15.42	.003*	.63	Veliki	.80 (3.62)	3.43	.097	.28	Veliki
ConcT, s	.08 (2.5)	8.08	.019*	.47	Veliki	.01 (.3)	.01	.914	.01	Mali
ConcI, N·m/s	5.84 (3.87)	3.12	.111	.29	Veliki	7.30 (5.01)	17.05	.003*	.65	Veliki
	$\lambda = .149$	8.57	.012*	.85	Veliki	$\lambda = .201$	5.98	.027*	.80	Veliki

Legenda: I→F Diff (%) – razlika između inicijalnog i finalnog merenja; λ – koeficijent Wilks-ovog testa za jednakost centroida grupa; F – koeficijent F-testa za značajnost Wilks' lambda; η^2 – delimični eta koeficijent veličine uticaja; p – koeficijent nivoa značajnosti; ConcV – brzina u ekscentričnoj fazi; ConcF – relativna sila u koncentričnoj fazi; ConcT – vreme trajanja koncentrične faze; ConcI – relativni impuls u koncentričnoj fazi; * – statistički značajan rezultat, $p < .05$; ** – statistički značajan rezultat, $p < .001$.

U Tabeli 60 prikazana je razlika između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe za kinetičke parametre merenih tokom celog CMJ skoka.

Tabela 60. Razlike između inicijalnog i finalnog merenja u kinetičkim parametrima (CMJ) kod E1 i E2 grupe – ceo skok

Varijable	E1 I→F					E2 I→F				
	Diff (%)	F	r	η^2	Uticaj	Diff (%)	F	r	η^2	Uticaj
Height, cm	3.42 (9.02)	33.41	.000**	.79	Veliki	2.07 (5.59)	10.24	.011*	.53	Veliki
Rel F, F·Ns	17.01 (7.48)	12.95	.006*	.59	Veliki	6.91 (3.05)	2.82	.127	.24	Veliki
T, s	.08 (10.0)	2.88	.124	.24	Veliki	-.04 (5.0)	0.93	.360	.09	Umeren
Rel I, N·m/s	9.14 (6.21)	12.60	.006*	.58	Veliki	6.76 (4.71)	13.81	.005*	.60	Veliki
	$\lambda = .181$	6.79	.020*	.82	Veliki	$\lambda = .296$	3.57	.081	.70	Veliki

Legenda: I→F Diff (%) – razlika između inicijalnog i finalnog merenja; λ – koeficijent Wilks-ovog testa za jednakost centroida grupa; F – koeficijent F-testa za značajnost Wilks' lambda; η^2 – delimični eta koeficijent veličine uticaja; p – koeficijent nivoa značajnosti; ; Height – visina skoka; Rel F – ukupna relativna sila; T – vreme skoka; Rel I – ukupan relativni impuls; * – statistički značajan rezultat, $p < .05$; ** – statistički značajan rezultat, $p < .001$.

Rezultati na multivarijantnom nivou pokazuju da postoje razlike između inicijalnog i finalnog merenja kao i veliki uticaj vremena samo kod E1 grupe za kinetičke parametre CMJ celog skoka, $\lambda = .181$, $F = 6.79$, $r = .020$, $\eta^2 = .82$, dok E2 grupa nije pokazala značajne razlike. Pojedinačni parametri pokazali su postojanje razlika između inicijalnog i finalnog merenja, veliki značajan uticaj kod E1 grupe za tri merene varijable, Height, $r = .000$, $\eta^2 = .79$, (E1 I→F Diff, 3.42 (9.02%)), RelF, $r = .006$, $\eta^2 = .59$, (E1 I→F Diff, 17.01 (7.48%)), i za Rel I, $r =$

.006, $\eta^2 = .58$, (E1 I→F Diff, 9.14 (6.21%)), a kod kod E2 grupe značajne rezultate za dve varijable, Height, $r = .011$, $\eta^2 = .53$, (E2 I→F Diff, 2.07 (5.59%) i Rel I, $r = .005$, $\eta^2 = .60$, (E2 I→F Diff, 6.76 (4.71%)).

7.6.2. Razlike između inicijalnog i finalnog merenja kod kinetičkih parametara NJ testa

U Tabeli 61 prikazana je razlika između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe za kinetičke parametre ekscentrične faze NJ skoka.

Tabela 61. Razlike između inicijalnog i finalnog merenja u kinetičkim parametrima (NJ) kod E1 i E2 grupe – ekscentrična faza skoka										
Varijable	E1 I→F					E2 I→F				
	Diff (%)	F	r	η^2	Uticaj	Diff (%)	F	r	η^2	Uticaj
EccV, m/s	.10 (8.69)	5.17	.049*	.36	Veliki	-.02 (1.9)	.16	.701	.02	Mali
EccT, s	.05 (5.62)	.64	.443	.07	Umeren	.02 (2.22)	.03	.870	.01	Mali
$\lambda = .599$					2.67	.129	.40	Veliki	$\lambda = .969$	
										Mali

Legenda: I→F Diff (%) – razlika između inicijalnog i finalnog merenja; λ – koeficijent Wilks-ovog testa za jednakost centroida grupa; F – koeficijent F-testa za značajnost Wilks' lambda; η^2 – delimični eta koeficijent veličine uticaja; p – koeficijent nivoa značajnosti; EccV – brzina u ekscentričnoj fazi; EccT – vreme trajanja ekscentrične faze; * – statistički značajan rezultat, $p < .05$

Na osnovu rezultata multivarijantne analize varijanse ponovljenih merenja ustanovljeno je da ne postoje razlike ni na multivarijantnom ni na univarijantnom nivou za kinetičke parametre ekscentrične faze NJ skoka između inicijalnog i finalnog merenja kod obe grupe, kao ni statistički značajan uticaj merenih varijabli.

U Tabeli 62 prikazana je razlika između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe za kinetičke parametre koncentrične faze NJ skoka.

Tabela 62. Razlike između inicijalnog i finalnog merenja u kinetičkim parametrima (NJ) kod E1 i E2 grupe – koncentrična faza skoka										
Varijable	E1 I→F					E2 I→F				
	Diff (%)	F	r	η^2	Uticaj	Diff (%)	F	r	η^2	Uticaj
ConcV, m/s	.44 (11.92)	29.92	.000**	.77	Veliki	.37 (10.39)	10.33	.011*	.53	Veliki
ConcT, s	.01 (3.45)	.08	.778	.01	Mali	-.01 (3.44)	.04	.850	.01	Mali
$\lambda = .231$					13.32	.003*	.77	Veliki	$\lambda = .457$	
										Veliki

Legenda: I→F Diff (%) – razlika između inicijalnog i finalnog merenja; λ – koeficijent Wilks-ovog testa za jednakost centroida grupa; F – koeficijent F-testa za značajnost Wilks' lambda; η^2 – delimični eta koeficijent veličine uticaja; p – koeficijent nivoa značajnosti; ConcV – brzina u koncentričnoj fazi; ConcT – vreme trajanja koncentrične faze; * – statistički značajan rezultat, $p < .05$; ** – statistički značajan rezultat, $p < .001$.

Na multivarijantnom nivou rezultati pokazuju da postoje razlike između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe kao i veliki uticaj vremena na kinetičke parametre

koncentrične faze NJ skoka, $E1 - \lambda = .231$, $F = 13.32$, $r = .003$, $\eta_p^2 = .77$, odnosno $E2 - \lambda = .457$, $F = 4.75$, $r = .044$, $\eta_p^2 = .54$. Po jedan od dva pojedinačna parametra na univarijantnom nivou kod obe grupe pokazao je postojanje značajnih razlika i veliki uticaj vremena za ConcV, $r = .000$, $\eta_p^2 = .77$, (E1 I→F Diff, .44 (11.92%) u E1 grupi, i ConcV, $r = .011$, $\eta_p^2 = .53$, (E2 I→F Diff, .37 (10.39%) u E2 grupi.

U Tabeli 63 prikazana je razlika između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe za ceo NJ skok.

Tabela 63. Razlike između inicijalnog i finalnog merenja u kinetičkim parametrima (NJ) kod E1 i E2 grupe – ceo skok										
Varijable	E1 I→F					E2 I→F				
	Diff (%)	F	r	η_p^2	Uticaj	Diff (%)	F	r	η_p^2	Uticaj
Length, m	.29 (15.18)	59.16	.000**	.87	Veliki	.16 (8.64)	15.15	.004*	.63	Veliki
T, s	.05 (3.39)	.50	.498	.05	Mali	.01 (.84)	.03	.864	.01	Mali
	$\lambda = .132$	26.39	.000**	.87	Veliki	$\lambda = .321$	8.48	.011*	.68	Veliki

Legenda: I→F Diff (%) – razlika između inicijalnog i finalnog merenja; λ – koeficijent Wilks-ovog testa za jednakost centroida grupa; F – koeficijent F-testa za značajnost Wilks' lambda; η_p^2 – delimični eta koeficijent veličine uticaja; p – koeficijent nivoa značajnosti; Length – dužina skoka; T – vreme skoka; * – statistički značajan rezultat, $p < .05$; ** – statistički značajan rezultat, $p < .001$.

Rezultati pokazuju da postoje razlike između inicijalnog i finalnog merenja kao i veliki uticaj vremena za dužinu i trajanje NJ skoka kod obe grupe, $E1 - \lambda = .132$, $F = 26.39$, $r = .000$, $\eta_p^2 = .87$, odnosno $E2 - \lambda = .321$, $F = 8.48$, $r = .011$, $\eta_p^2 = .68$. Posmatrajući pojedinačne parametre, dužinu trajanja NJ skoka, T nije pokazala značajne razlike ni u jednoj grupi na univarijantnom nivou kao ni značajan uticaj vremena. Dužina skoka pokazala je značajne razlika i uticij vremena kod obe grupe, Length $r = .000$, $\eta_p^2 = .87$, (E1 I→F Diff, .29 (15.18%) u E1 grupi, odnosno $r = .004$, $\eta_p^2 = .63$, (E2 I→F Diff, .16 (8.64%) u E2 grupi.

7.6.3. Razlike između inicijalnog i finalnog merenja kod kinematičkih parametara CMJ testa

U Tabeli 64 prikazana je razlika između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe za kinematičke parametre CMJ skoka merene iz sagitalne i frontalne ravni.

Na osnovu rezultata multivarijantne analize varijanse ponovljenih merenja ustanovljeno je da ne postoje značajne razlike između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe za kinematičke parametre CMJ skoka ni u jednoj merenoj ravni. Takođe, posmatrajući pojedinačne parametre nisu ustanovljene značajne razlike kao ni statistički značajan uticaj vremena za nijednu merenu varijablu.

Tabela 64. Razlike između inicijalnog i finalnog merenja u kinematičkim parametrima (CMJ) kod E1 i E2 grupe

Sagitalna ravan										
Varijable	E1 I→F					E2 I→F				
	Diff (%)	F	r	η_p^2	Uticaj	Diff (%)	F	r	η_p^2	Uticaj
α kuka, °	-3.22 (8.06)	3.84	.082	.30	Veliki	-.81 (1.76)	.04	.840	.01	Mali
α kolena, °	.71 (.86)	.02	.884	.01	Mali	1.97 (2.27)	.97	.351	.10	Umeren
$\lambda = .617$					2.48	.145	.38	Veliki	$\lambda = .840$	
						.763	.497	.16	Veliki	
Frontalna ravan										
α levog kolena, °	3.79 (2.08)	.48	.507	.05	Mali	2.99 (1.66)	.62	.453	.06	Umeren
α desnog kolena, °	2.96 (1.74)	.39	.547	.04	Mali	-1.74 (.98)	.16	.701	.02	Mali
$\lambda = .881$					.542	.602	.12	Umeren	$\lambda = .932$	
						.294	.753	.07	Umeren	

Legenda: I→F Diff (%) – razlika između inicijalnog i finalnog merenja; λ – koeficijent Wilks-ovog testa za jednakost centroida grupa; F – koeficijent F-testa za značajnost Wilks' lambda; η_p^2 – delimični eta koeficijent veličine uticaja; p – koeficijent nivoa značajnosti; α – ugao; ° – stepen.

7.6.4. Razlike između inicijalnog i finalnog merenja kod kinematičkih parametara NJ testa

Razlike između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe za kinematičke parametre NJ skoka prikazane su u Tabeli 65.

Rezultati na multivarijantnom nivou pokazuju da postoje značajne razlike između inicijalnog i finalnog merenja kao i veliki uticaj vremena samo kod E1 grupe za kinematičke parametre NJ, $\lambda = .454$, $F = 4.82$, $r = .042$, $\eta_p^2 = .55$, dok druga E2 grupa nije pokazala značajne razlike. Takođe, na univarijantnom nivou jedino je E1 grupa pokazala značajne razlike između inicijalnog i finalnog merenja i značajan uticaj vremena za ugao kuka, $r = .012$, $\eta_p^2 = .52$, (E1 I→F Diff, 3.29 (3.41%).

Tabela 65. Razlike između inicijalnog i finalnog merenja u kinematičkim parametrima (NJ) kod E1 i E2 grupe

Sagitalna ravan										
Varijable	E1 I→F					E2 I→F				
	Diff (%)	F	r	η_p^2	Uticaj	Diff (%)	F	r	η_p^2	Uticaj
α kuka, °	3.29 (3.41)	9.71	.012*	.52	Veliki	-1.23 (1.27)	.01	.935	.01	Mali
α kolena, °	-4.96 (25.37)	3.03	.116	.25	Veliki	-.32 (1.42)	.18	.683	.02	Mali
$\lambda = .454$					4.82	.042*	.55	Veliki	$\lambda = .977$	
						.10	.910	.02	Mali	

Legenda: I→F Diff (%) – razlika između inicijalnog i finalnog merenja; λ – koeficijent Wilks-ovog testa za jednakost centroida grupa; F – koeficijent F-testa za značajnost Wilks' lambda; η_p^2 – delimični eta koeficijent veličine uticaja; p – koeficijent nivoa značajnosti; α – ugao; ° – stepen; * – statistički značajan rezultat, $p < .05$.

7.6.5. Razlike između inicijalnog i finalnog merenja kod tenziomiografskih parametara

U Tabeli 66 prikazana je razlika između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe za TMG parametre šest mišića leve noge ispitanica.

Tabela 66. Razlike između inicijalnog i finalnog merenja u tenziomiografskim parametrima kod E1 i E2 grupe – Leva noga

Varijable	E1 I→F					E2 I→F				
	Diff (%)	F	r	η_p^2	Uticaj	Diff (%)	F	r	η_p^2	Uticaj
m.Vastus lateralis										
Tc, ms	1.9 (9.30)	3.87	.081	.30	Veliki	-2.39 (9.97)	3.20	.107	.26	Veliki
Ts, ms	52.28 (81.34)	10.05	.011*	.59	Veliki	22.36 (34.30)	4.42	.065	.33	Veliki
Tr, ms	51.28 (144.45)	12.75	.006*	.59	Veliki	17.3 (25.68)	2.21	.171	.20	Veliki
Dm, mm	1.69 (60.36)	14.14	.004*	.61	Veliki	.4 (10.31)	1.06	.329	.11	Umeren
Td, ms	1.13 (5.35)	3.85	.081	.30	Veliki	-.77 (3.51)	2.52	.147	.22	Veliki
	$\lambda = .198$	4.05	.075	.80	Veliki	$\lambda = .260$	2.85	.138	.74	Veliki
m.Vastus medialis										
Tc, ms	1.56 (6.70)	14.93	.004*	.62	Veliki	.09 (.40)	.02	.883	.01	Mali
Ts, ms	27.71 (16.41)	16.69	.003*	.65	Veliki	5.05 (2.84)	.44	.525	.04	Mali
Tr, ms	9.25 (15.75)	.37	.559	.04	Mali	12.2 (30.65)	.94	.357	.09	Umeren
Dm, mm	.13 (2.65)	.07	.795	.01	Mali	.19 (3.70)	.13	.726	.01	Mali
Td, ms	.38 (1.80)	1.01	.341	.10	Umeren	.34 (1.63)	.45	.520	.04	Mali
	$\lambda = .058$	16.26	.004*	.94	Veliki	$\lambda = .783$	.28	.907	.22	Veliki
m.Biceps femoris										
Tc, ms	4.19 (10.44)	.42	.533	.04	Mali	9.04 (27.19)	3.30	.103	.27	Veliki
Ts, ms	41.3 (29.09)	3.85	.081	.30	Veliki	-15.83 (7.95)	.75	.408	.08	Umeren
Tr, ms	34.3 (75.92)	10.57	.010*	.54	Veliki	13.54 (26.22)	2.24	.169	.20	Veliki
Dm, mm	3.01 (67.19)	13.67	.005*	.60	Veliki	1.98 (53.08)	11.22	.009*	.55	Veliki
Td, ms	2.03 (8.09)	3.90	.080	.31	Veliki	2.02 (8.60)	4.69	.058	.34	Veliki
	$\lambda = .246$	3.07	.122	.75	Veliki	$\lambda = .232$	3.30	.108	.77	Veliki

Nastaviće se.

Nastavak.

Tabela 66. Razlike između inicijalnog i finalnog merenja u tenziomiografskim parametrima kod E1 i E2 grupe – Leva noga

m.Semitendinosus										
Varijable	E1 I→F					E2 I→F				
	Diff (%)	F	r	η_p^2	Uticaj	Diff (%)	F	r	η_p^2	Uticaj
Tc, ms	-8.47 (18.27)	2.54	.145	.22	Veliki	-9.42 (20.86)	7.83	.021*	.46	Veliki
Ts, ms	30.02 (19.83)	5.59	.042*	.38	Veliki	8.24 (5.17)	0.68	.432	.07	Umeren
Tr, ms	8.81 (11.23)	0.45	.521	.05	Mali	6.02 (8.29)	0.33	.582	.03	Mali
Dm, mm	-.2 (3.33)	0.04	.840	.01	Mali	-.24 (4.03)	0.09	.773	.01	Mali
Td, ms	-.71 (2.75)	0.40	.542	.04	Mali	-.1 (.37)	0.01	.971	.01	Mali
$\lambda = .271$					Veliki	$\lambda = .437$				
m.Gastrocnemius lateralis										
Tc, ms	.51 (1.85)	.03	.855	.01	Mali	-3.66 (16.25)	1.78	.214	.17	Veliki
Ts, ms	28.32 (14.76)	9.08	.015*	.50	Veliki	37.29 (21.56)	4.53	.062	.33	Veliki
Tr, ms	-23.97 (43.78)	1.69	.225	.16	Veliki	-35.18 (60.96)	4.23	.070	.32	Veliki
Dm, mm	-.5 (19.01)	4.40	.065	.33	Veliki	-.15 (6.25)	.16	.702	.02	Mali
Td, ms	-2.17 (10.35)	8.54	.017*	.49	Veliki	-2.07 (10.06)	22.34	.001*	.71	Veliki
$\lambda = .288$					Veliki	$\lambda = .079$				
m.Gastrocnemius medialis										
Tc, ms	3.98 (24.36)	9.94	.012*	.52	Veliki	4.02 (24.00)	12.04	.007*	.57	Veliki
Ts, ms	50.78 (28.06)	3.04	.115	.25	Veliki	56.78 (52.87)	4.61	.060	.34	Veliki
Tr, ms	68.51 (161.92)	8.43	.017*	.48	Veliki	27.9 (120.88)	2.11	.180	.19	Veliki
Dm, mm	1.73 (155.86)	23.68	.001*	.72	Veliki	1.64 (182.22)	24.77	.001*	.73	Veliki
Td, ms	2.14 (11.52)	15.16	.004*	.63	Veliki	3.05 (17.62)	21.14	.001*	.70	Veliki
$\lambda = .159$					Veliki	$\lambda = .210$				

Legenda: I→F Diff (%) – razlika između inicijalnog i finalnog merenja; λ – koeficijent Wilks-ovog testa za jednakost centroida grupa; F – koeficijent F-testa za značajnost Wilks' lambda; η_p^2 – delimični eta koeficijent veličine uticaja; p – koeficijent nivoa značajnosti; Tc – vreme kontrakcije; Ts – vreme održavanja kontrakcije; Tr – vreme opuštanja; Dm – maksimalna amplituda radijalnog pomeranja; Td – početno vreme kašnjenja; * – statistički značajan rezultat, $p < .05$.

Rezultati na multivarijantnom nivou kod E1 grupe pokazuju da postoji značajan veliki uticaj vremena i razlike između inicijalnog i finalnog merenja za dva mišića leve noge, opružača potkolenice Vastus medialis-a, $\lambda = .058$, $F = 16.26$, $r = .004$, $\eta_p^2 = .94$, i opružača stopala, Gastrocnemius medialis-a, $\lambda = .159$, $F = 5.30$, $r = .046$, $\eta_p^2 = .84$. Kod E2 grupe samo je jedan mišić pokazao značajne razlike i veliki uticaj vremena, opružać stopala Gastrocnemius lateralis, $\lambda = .079$, $F = 11.59$, $r = .009$, $\eta_p^2 = .92$. Kada se posmatraju rezultati u E1 grupi na univarijantnom nivou ustanovljene su značajne razlike između inicijalnog i finalnog merenja

kao i veliki uticaj vremena za dva TMG vremenska parametara kod oba mišića opružača leve potkolenice, Vastus lateralis-a za Ts, $r = .011$, $\eta^2 = .59$, i za Tr, $r = .006$, $\eta^2 = .59$, i kod mišića Vastus medialis-a za Tc, $r = .004$, $\eta^2 = .62$, i za Ts, $r = .003$, $\eta^2 = .65$. U E2 grupi nije postojao nijedan značajan rezultat. Za oba mišića pregibača leve potkolenice Biceps femoris i Semitendinosus, ustanovljeni su značajni rezultati i veliki uticaj za po jedan TMG vremenski parametar. U E1 grupi potvrđene su značajne razlike kod mišića pregibača leve potkolenice Biceps femoris-a za Tr, $r = .010$, $\eta^2 = .54$, i kod drugog mišića pregibača leve potkolenice Semitendinosus-a za Ts, $r = .042$, $\eta^2 = .38$. U E2 grupa samo je jedan mišića pregibača leve potkolenice Semitendinosus imao značajne rezultate, za Tc, $r = .021$, $\eta^2 = .46$. Kod oba mišića opružača levog stopala, Gastrocnemius lateralis-a i Gastrocnemius medialis-a uočeni su značajni rezultati za dva odnosno tri TMG vremenska parametra. U E1 grupi potvrđene su značajne razlike kod mišića Gastrocnemius lateralis-a za Ts, $r = .015$, $\eta^2 = .50$, i Td, $r = .017$, $\eta^2 = .49$, odnosno kod mišića Gastrocnemius medialis-a za Tc, $r = .012$, $\eta^2 = .52$, Tr, $r = .017$, $\eta^2 = .48$ i Td, $r = .004$, $\eta^2 = .63$. U E2 grupi uočavaju se po jedan odnosno dve značajne razlike sa velikim uticajem kod mišića Gastrocnemius lateralis-a za Td, $r = .001$, $\eta^2 = .71$, odnosno kod mišića Gastrocnemius medialis-a za Tc, $r = .007$, $\eta^2 = .57$, i Td, $r = .001$, $\eta^2 = .70$.

Za metrički TMG parametar Dm prikazani su značajni rezultati i veliki uticaj vremena kod tri mišića leve noge u E1 grupi, Vastus lateralis, $r = .004$, $\eta^2 = .61$, Biceps femoris, $r = .005$, $\eta^2 = .60$ i Gastrocnemius medialis, $r = .001$, $\eta^2 = .72$, dok u E2 grupi samo su dva mišića pokazala značajne rezultate, Biceps femoris, $r = .009$, $\eta^2 = .55$ i Gastrocnemius medialis, $r = .001$, $\eta^2 = .73$.

U Tabeli 67 prikazana je razlika između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe za TMG parametre šest mišića desne noge ispitanica.

Tabela 67. Razlike između inicijalnog i finalnog merenja u tenziomiografskim parametrima kod E1 i E2 grupe – Desna noga

Varijable	m.Vastus lateralis									
	E1 I→F					E2 I→F				
	Diff (%)	F	r	η^2	Uticaj	Diff (%)	F	r	η^2	Uticaj
Tc, ms	3.16 (16.36)	3.07	.113	.25	Veliki	.53 (2.38)	.31	.593	.03	Mali
Ts, ms	67.28 (139.70)	23.19	.001*	.72	Veliki	32.71 (40.59)	6.38	.032*	.41	Veliki
Tr, ms	64.77 (300.98)	37.62	.000**	.81	Veliki	25.65 (59.36)	5.60	.042*	.38	Veliki
Dm, mm	2.19 (101.39)	13.54	.005*	.60	Veliki	1.58 (54.11)	39.84	.000**	.82	Umeren
Td, ms	1.18 (5.80)	2.46	.151	.21	Veliki	-3.47 (14.10)	1.04	.333	.10	Umeren
	$\lambda = .145$	5.90	.037*	.85	Veliki	$\lambda = .103$	8.67	.017*	.90	Veliki

Nastaviće se.

Nastavak.

Tabela 67. Razlike između inicijalnog i finalnog merenja u tenziomiografskim parametrima kod E1 i E2 grupe – Desna noga

m.Vastus medialis										
Varijable	E1 I→F					E2 I→F				
	Diff (%)	F	r	η_p^2	Uticaj	Diff (%)	F	r	η_p^2	Uticaj
Tc, ms	.61 (2.66)	.56	.475	.058	Mali	-3.39 (12.75)	2.29	.164	.20	Veliki
Ts, ms	55.21 (30.14)	2.78	.130	.24	Veliki	21.51 (12.55)	11.56	.008*	.56	Veliki
Tr, ms	-3.15 (5.79)	.08	.780	.01	Mali	-18.28 (25.54)	0.76	.405	.08	Umeren
Dm, mm	-3.35 (6.12)	.77	.401	.08	Umeren	-.25 (4.09)	0.20	.666	.02	Mali
Td, ms	-.63 (2.81)	3.18	.108	.26	Veliki	-.93 (4.08)	3.43	.097	.28	Veliki
$\lambda = .536$					.86	.561	.46	Veliki	$\lambda = .040$	
						23.79	.002*	.96	Veliki	
m.Biceps femoris										
Tc, ms	2.63 (8.00)	.26	.622	.03	Mali	19.8 (72.39)	16.14	.003*	.64	Veliki
Ts, ms	-37.86 (17.06)	2.76	.131	.23	Veliki	52.98 (43.33)	3.79	.083	.30	Veliki
Tr, ms	-15.31 (20.43)	.81	.391	.08	Umeren	21.38 (43.77)	2.09	.182	.19	Veliki
Dm, mm	3.57 (118.21)	19.67	.002*	.69	Veliki	3.37 (150.45)	41.49	.000**	.82	Veliki
Td, ms	2.9 (12.41)	14.02	.005*	.61	Veliki	4.64 (21.16)	21.82	.001*	.71	Veliki
$\lambda = .250$					2.99	.127	.75	Veliki	$\lambda = .141$	
						6.11	.034*	.86	Veliki	
m.Semitendinosus										
Tc, ms	-5.82 (13.47)	2.20	.172	.19	Veliki	-2.36 (5.80)	1.01	.342	.10	Umeren
Ts, ms	-1.63 (.91)	.01	.948	.01	Mali	12.12 (7.65)	4.11	.073	.31	Veliki
Tr, ms	19.63 (25.33)	4.73	.058	.34	Veliki	18.2 (24.68)	4.06	.075	.31	Veliki
Dm, mm	-.08 (1.39)	.01	.941	.01	Mali	.08 (1.35)	0.01	.918	.01	Mali
Td, ms	-2.74 (10.16)	2.40	.155	.21	Veliki	.31 (1.23)	0.09	.769	.01	Mali
$\lambda = .182$					4.48	.063	.82	Veliki	$\lambda = .166$	
						5.03	.050*	.83	Veliki	
m.Gastrocnemius lateralis										
Tc, ms	-5 (17.36)	.87	.376	.09	Umeren	-6.42 (23.12)	1.10	.322	.11	Umeren
Ts, ms	34.85 (19.01)	11.47	.008*	.56	Veliki	25.98 (13.36)	7.36	.024*	.45	Veliki
Tr, ms	-8.14 (18.65)	2.98	.118	.25	Veliki	-6.63 (17.00)	.63	.446	.07	Umeren
Dm, mm	-1.35 (39.24)	9.73	.012*	.52	Veliki	-1.23 (39.68)	16.38	.003*	.64	Veliki
Td, ms	-3.04 (14.21)	16.70	.003*	.65	Veliki	-2.62 (12.26)	16.96	.003*	.65	Veliki
$\lambda = .025$					38.52	.001*	.97	Veliki	$\lambda = .066$	
						14.17	.006*	.93	Veliki	

Nastaviće se.

Nastavak.

Tabela 67. Razlike između inicijalnog i finalnog merenja u tenziomiografskim parametrima kod E1 i E2 grupe – Desna noga

m.Gastrocnemius medialis										
Varijable	E1 I→F					E2 I→F				
	Diff (%)	F	r	η_p^2	Uticaj	Diff (%)	F	r	η_p^2	Uticaj
Tc, ms	5.73 (37.35)	39.61	.000**	.81	Veliki	2.35 (13.19)	1.91	.200	.17	Veliki
Ts, ms	65.75 (38.94)	3.97	.078	.31	Veliki	-42.68 (20.45)	.82	.390	.08	Umeren
Tr, ms	65.62 (364.56)	11.08	.009*	.55	Veliki	4.92 (10.98)	.02	.894	.01	Mali
Dm, mm	2.13 (256.63)	27.04	.001*	.75	Veliki	1.15 (135.29)	14.96	.004*	.62	Veliki
Td, ms	4.26 (24.94)	29.30	.000**	.76	Veliki	1.88 (10.50)	11.44	.008*	.56	Veliki
	$\lambda = .151$	5.62	.041*	.85	Veliki	$\lambda = .176$	4.67	.058	.82	Veliki

Legenda: I→F Diff (%) – razlika između inicijalnog i finalnog merenja; λ – koeficijent Wilks-ovog testa za jednakost centroida grupa; F – koeficijent F-testa za značajnost Wilks' lambda; η_p^2 – delimični eta koeficijent veličine uticaja; p – koeficijent nivoa značajnosti; Tc – vreme kontrakcije; Ts – vreme održavanja kontrakcije; Tr – vreme opuštanja; Dm – maksimalna amplituda radijalnog pomeranja; Td – početno vreme kašnjenja; * – statistički značajan rezultat, $p < .05$; ** – statistički značajan rezultat, $p < .001$.

Za razliku od rezultata leve noge kod desne noge rezultati na multivarijantnom nivou u E1 grupi pokazuju da postoji značajane razlike i veliki uticaj vremena između inicijalnog i finalnog merenja za tri mišića desne noge, opružač desne potkolenice Vastus lateralis-a, $\lambda = .145$, $F = 5.90$, $r = .037$, $\eta_p^2 = .85$, i oba mišića opružača levog stopala, Gastrocnemius lateralis, $\lambda = .025$, $F = 38.52$, $r = .001$, $\eta_p^2 = .97$, odnosno Gastrocnemius medialis-a, $\lambda = .151$, $F = 5.62$, $r = .041$, $\eta_p^2 = .85$. Kod druge E2 grupe rezultati pet mišića pokazala su značajne razlike i veliki uticaj vremena, oba mišića opružača desne potkolenice Vastus lateralis-a, $\lambda = .103$, $F = 8.67$, $r = .017$, $\eta_p^2 = .90$ i Vastus medialis-a, $\lambda = .040$, $F = 23.79$, $r = .002$, $\eta_p^2 = .96$, oba mišića pregibača desne potkolenice Biceps femoris-a, $\lambda = .141$, $F = 6.11$, $r = .034$, $\eta_p^2 = .86$ i Semitendinosus-a, $\lambda = .166$, $F = 5.03$, $r = .05$, $\eta_p^2 = .83$, i jedan mišić opružača desnog stopala, Gastrocnemius lateralis-a, $\lambda = .066$, $F = 14.17$, $r = .006$, $\eta_p^2 = .93$.

Kada se posmatraju rezultati na univarijantnom nivou ustanovljene su značajne razlike između inicijalnog i finalnog merenja kao i veliki uticaj vremena na TMG vremenske parametare kod oba mišića opružača desne potkolenice. Kod mišića Vastus lateralis-a za Ts, $r = .001$, $\eta_p^2 = .72$, i za Tr, $r = .000$, $\eta_p^2 = .81$, u E1 grupi, i za Ts, $r = .032$, $\eta_p^2 = .41$, i za Tr, $r = .042$, $\eta_p^2 = .38$ u E2 grupi. Drugi mišić opružača desne potkolenice Vastus medialis, imao je značajan rezultat samo kod E2 grupe i to za Ts, $r = .008$, $\eta_p^2 = .56$. Za jedan mišić pregibača desne potkolenice Biceps femoris-a, potvrđeni su značajni rezultati i veliki uticaj za jedan TMG vremenski parametar Td, $r = .005$, $\eta_p^2 = .61$, u E1 grupi, odnosno dva, Tc, $r = .003$, $\eta_p^2 =$

.64, i Td, $r = .001$, $\eta^2 = .71$, kod E2 grupe. Drugi mišić pregibač desne potkolenice, Semitendinosus nije pokazao značajne rezultate. Kod mišića opružača desnog stopala Gastrocnemius lateralis-a uočena su dva TMG vremenska parametra koja su imale značajne razlike i veliki uticaj vremena, Ts, $r = .008$, $\eta^2 = .56$, i Td, $r = .003$, $\eta^2 = .65$, u E1 grupi, odnosno Ts, $r = .024$, $\eta^2 = .45$ i Td, $r = .003$, $\eta^2 = .65$, u E2 grupi. Kod drugog mišića opružača desnog stopala, Gastrocnemius medialis-a primećena su tri odnosno jedan značajan rezultat za Tc, $r = .000$, $\eta^2 = .81$, Tr, $r = .009$, $\eta^2 = .55$, i Td, $r = .000$, $\eta^2 = .76$, u E1 grupi, odnosno Td, $r = .008$, $\eta^2 = .56$, u E2 grupi.

Za metrički TMG parametar Dm prikazani su značajni rezultati i veliki uticaj vremena kod četiri mišića desne noge u E1 grupi, mišić Vastus lateralis, $r = .005$, $\eta^2 = .60$, mišić Biceps femoris, $r = .002$, $\eta^2 = .69$ i oba mišića opružača desnog stopala Gastrocnemius lateralis i Gastrocnemius medialis, $r = .012$, $\eta^2 = .52$, i $r = .001$, $\eta^2 = .75$. U E2 grupi četiri istih mišića pokazala su značajne rezultate sa drugačijim vrednostima rezultata, za mišić Vastus lateralis, $r = .000$, $\eta^2 = .82$, mišić Biceps femoris, $r = .000$, $\eta^2 = .82$, i oba mišića opružača desnog stopala Gastrocnemius lateralis i Gastrocnemius medialis, $r = .003$, $\eta^2 = .64$, i $r = .004$, $\eta^2 = .62$.

7.6.6. Razlike između inicijalnog i finalnog merenja kod sprint testa na 10 m i 20 m

U Tabeli 68 prikazana je razlika između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe za vrednosti sprint testa na 10 m i 20 m.

Tabela 68. Razlike između inicijalnog i finalnog merenja u parametrima sprint testa na 10 m i 20 m kod E1 i E2 grupe

Varijable	E1 I→F					E2 I→F				
	Diff (%)	F	r	η^2	Uticaj	Diff (%)	F	r	η^2	Uticaj
10m, s	-.18 (9.23)	30.22	.000**	.77	Veliki	-.19 (9.35)	35.76	.000**	.80	Veliki
20m, s	-.21 (6.16)	43.59	.000**	.83	Veliki	-.19 (5.35)	31.80	.000**	.78	Veliki
	$\lambda = .171$	19.38	.001*	.83	Veliki	$\lambda = .197$	16.28	.002*	.80	Veliki

Legenda: I→F Diff (%) – razlika između inicijalnog i finalnog merenja; λ – koeficijent Wilks-ovog testa za jednakost centroida grupa; F – koeficijent F-testa za značajnost Wilks' lambda; η^2 – delimični eta koeficijent veličine uticaja; p – koeficijent nivoa značajnosti; * – statistički značajan rezultat, $p < .05$; ** – statistički značajan rezultat, $p < .001$.

Rezultati i na multivarijantnom i na univarijantnom nivou pokazuju da postoje razlike između inicijalnog i finalnog merenja kao i veliki uticaj vremena kod obe grupe za rezultate sprint testa na 10 m i 20 m, E1 – $\lambda = .171$, $F = 19.38$, $r = .001$, $\eta^2 = .83$, odnosno E2 – $\lambda = .197$, $F = 16.28$, $r = .002$, $\eta^2 = .80$. Oba pojedinačna vremena, na 10 m i 20 m, pokazala su takođe značajnu razliku i uticaj vremena kod obe grupe, za 10 m, $r = .000$, $\eta^2 = .77$, (E1 I→F Diff, -

.188 (9.23%) u E1 grupi, odnosno $r = .000$, $\eta_p^2 = .80$, (E2 I→F Diff, -.19 (9.35%) u E2 grupi. Rezultati za 20 m, $r = .000$, $\eta_p^2 = .83$, (E1 I→F Diff, -.21 (6.16%) u E1 grupi, odnosno, $r = .000$, $\eta_p^2 = .83$, (E2 I→F Diff, -.19 (5.35%) u E2 grupi.

7.7. Efekti eksperimentalnih programa 1 i 2 i veličina uticaja

7.7.1. Efekti eksperimentalnih programa 1 i 2 za kinetičke parametre CMJ testa

U Tabeli 69 prikazani su rezultati multivarijantne analize kovarijanse za utvrđivanje realnih efekata dva pliometrijska programa vežbanja na kinetičke parametre ekscentrične faze CMJ skoka.

Tabela 69. Efekti eksperimentalnih programa 1 i 2 za kinetičke parametre (CMJ) – ekscentrična faza skoka

Varijable	Ef Diff	F	r	η_p^2	Uticaj
EccV, m/s	.07	.87	.368	.06	Mali
EccF, F·Ns	.11	.66	.429	.04	Mali
EccT, s	-.03	1.83	.197	.12	Umeren
EccI, N·m/s	1.62	.30	.592	.02	Mali
	$\lambda = .779$	.78	.561	.22	Veliki

Legenda: Ef Diff – Razlika u efektima između dva pliometrijska programa u E1 i E2 grupi; λ – koeficijent Wilks-ovog testa za jednakost centroida grupa; F – koeficijent F-testa za značajnost Wilks' lambda; p – koeficijent nivoa značajnosti; η_p^2 – delimični eta koeficijent veličine uticaja; EccV – brzina u ekscentričnoj fazi; EccF – relativna sila u ekscentričnoj fazi; EccT – vreme trajanja ekscentrične faze; EccI – relativni impuls u ekscentričnoj fazi.

Napomena: Oduzimanjem napretka E1 grupe od napretka E2 grupe dobijeni su predstavljeni rezultati za Ef Diff.

Nakon uključivanja rezultata na inicijalnom merenju kao kovarijate rezultati ukazuju da ne postoje značajne razlike efekata između grupa na multivarijantnom nivou, kao ni na univarijantnom nivou.

U Tabeli 70 prikazani su rezultati multivarijantne analize kovarijanse za utvrđivanje realnih efekata dva pliometrijska programa vežbanja na kinetičke parametre koncentrične faze CMJ skoka.

Nakon uključivanja rezultata na inicijalnom merenju kao kovarijate rezultati ukazuju da postoje značajne razlike efekata programa sa velikim uticajem između grupa na multivarijantnom nivou $\lambda = .421$, $F = 3.78$, $r = .036$, $\eta_p^2 = .58$. Rezultati u Tabeli 70 pokazuju da eksperimentalni pliometrijski program u E1 grupa, koji je pored pliometrijskih vežbi bio baziran na vežbama sa ekscentričnim kontrakcijama, odnosno doskocima, doprinosi boljim rezultatima u odnosu na eksperimentalni pliometrijski program baziran na koncentričnim

kontrakcijama u E2 grupi. Preciznije informacije mogu se videti na univarijantnom nivou takođe u Tabeli 70, gde su prikazani rezultati univarijantne analize kovarijanse sa parcijalizacijom i neutralizacijom rezultata na inicijalnom merenju. Primećuje se da su dve od četiri varijable ConcV, $r = .044$, $\eta^2 = .26$, (E1 – Ef Diff, $-.06$), i ConcT, $r = .027$, $\eta^2 = .30$, (E1 – Ef Diff, $-.07$), doprinele postojanju statistički značajnih razlika na multivarijantnom nivou sa velikim uticajem.

Tabela 70. Efekti eksperimentalnih programa 1 i 2 za kinetičke parametre (CMJ) – koncentrična faza skoka

Varijable	Ef Diff	F	r	η^2	Uticaj
ConcV, m/s	-.06	4.89	.044*	.26	Veliki
ConcF, F·Ns	-.83	1.67	.217	.11	Umeren
ConcT, s	-.07	6.11	.027*	.30	Veliki
ConcI, N·m/s	1.46	.03	.871	.01	Mali
	$\lambda = .421$	3.78	.036*	.58	Veliki

Legenda: Ef Diff – Razlika u efektima između dva pliometrijska programa u E1 i E2 grupi; λ – koeficijent Wilks-ovog testa za jednakost centroida grupa; F – koeficijent F-testa za značajnost Wilks' lambda; p – koeficijent nivoa značajnosti; η^2 – delimični eta koeficijent veličine uticaja; ConcV – brzina u ekscentričnoj fazi; ConcF – relativna sila u koncentričnoj fazi; ConcT – vreme trajanja koncentrične faze; ConcI – relativni impuls u koncentričnoj fazi; * – statistički značajan rezultat.
Napomena: Oduzimanjem napretka E1 grupe od napretka E2 grupe dobijeni su predstavljeni rezultati za Ef Diff.

U Tabeli 71 predstavljeni su rezultati multivarijantne analize kovarijanse za utvrđivanje realnih efekata dva pliometrijska programa vežbanja na kinetičke parametre merenih tokom celog CMJ skoka.

Tabela 71. Efekti eksperimentalnih programa 1 i 2 za kinetičke parametre (CMJ) – ceo skok

Varijable	Ef Diff	F	r	η^2	Uticaj
Height, cm	-1.35	5.45	.035*	.28	Veliki
Rel F, F·Ns	-10.1	2.29	.152	.14	Veliki
T, s	.12	10.38	.006*	.43	Veliki
Rel I, N·m/s	-2.38	1.04	.325	.07	Umeren
	$\lambda = .377$	4.53	.021*	.62	Veliki

Legenda: Ef Diff – Razlika u efektima između dva pliometrijska programa u E1 i E2 grupi; λ – koeficijent Wilks-ovog testa za jednakost centroida grupa; F – koeficijent F-testa za značajnost Wilks' lambda; p – koeficijent nivoa značajnosti; η^2 – delimični eta koeficijent veličine uticaja; Height – visina skoka; Rel F – ukupna relativna sila; T – vreme skoka; Rel I – ukupan relativni impuls; * – statistički značajan rezultat.
Napomena: Oduzimanjem napretka E1 grupe od napretka E2 grupe dobijeni su predstavljeni rezultati za Ef Diff.

Nakon uključivanja rezultata na inicijalnom merenju kao kovarijate rezultati ukazuju da postoje značajne razlike efekata programa sa velikim uticajem između grupa na multivarijantnom nivou $\lambda = .377$, $F = 4.53$, $r = .021$, $\eta^2 = .62$. Eksperimentalni pliometrijski

program u E1 grupa, doprineo je boljim rezultatima u odnosu na eksperimentalni pliometrijski program u E2 grupi. Preciznije informacije i rezultati mogu se videti na univarijantnom nivou u Tabeli 71. Uočavaju se dve od četiri varijable i koje imaju statistički značajnih razlika na univarijantnom nivou sa velikim efektom, Height $r = .035$, $\eta^2 = .28$, (E1 – Ef Diff, -1.35), i T, $r = .006$, $\eta^2 = .43$, (E1 – Ef Diff, .12).

7.7.2. Efekti eksperimentalnih programa 1 i 2 za kinetičke parametre NJ testa

U Tabeli 72 prikazani su rezultati multivarijantne analize kovarijanse za utvrđivanje realnih efekata dva pliometrijska programa vežbanja na kinetičke parametre ekscentrične faze NJ skoka.

Tabela 72. Efekti eksperimentalnih programa 1 i 2 za kinetičke parametre (NJ) – ekscentrična faza skoka					
Varijable	Ef Diff	F	r	η^2	Uticaj
EccV, m/s	.12	3.96	.064	.20	Veliki
EccT, m/s	-.03	.11	.740	.01	Mali
$\lambda = .795$		1.93	.179	.21	Veliki

Legenda: Ef Diff – Razlika u efektima između dva pliometrijska programa u E1 i E2 grupi; λ – koeficijent Wilks-ovog testa za jednakost centroida grupa; F – koeficijent F-testa za značajnost Wilks' lambda; p – koeficijent nivoa značajnosti; η^2 – delimični eta koeficijent veličine uticaja; EccV – brzina u ekscentričnoj fazi; EccT – vreme trajanja ekscentrične faze.
Napomena: Oduzimanjem napretka E1 grupe od napretka E2 grupe dobijeni su predstavljeni rezultati za Ef Diff.

Nakon uključivanja rezultata na inicijalnom merenju kao kovarijate rezultati ukazuju da ne postoje značajne razlike efekata između grupa na multivarijantnom nivou, kao ni na univarijantnom nivou.

U Tabeli 73 prikazani su rezultati multivarijantne analize kovarijanse za utvrđivanje realnih efekata dva pliometrijska programa vežbanja na kinetičke parametre koncentrične faze NJ skoka.

Tabela 73. Efekti eksperimentalnih programa 1 i 2 za kinetičke parametre (NJ) – koncentrična faza skoka					
Varijable	Ef Diff	F	r	η^2	Uticaj
ConcV, m/s	-.07	.62	.443	.04	Mali
ConcT, s	.02	.09	.772	.01	Mali
$\lambda = .951$		.39	.684	.05	Mali

Legenda: Ef Diff – Razlika u efektima između dva pliometrijska programa u E1 i E2 grupi; λ – koeficijent Wilks-ovog testa za jednakost centroida grupa; F – koeficijent F-testa za značajnost Wilks' lambda; p – koeficijent nivoa značajnosti; η^2 – delimični eta koeficijent veličine uticaja; ConcV – brzina u ekscentričnoj fazi; ConcT – vreme trajanja ekscentrične faze.
Napomena: Oduzimanjem napretka E1 grupe od napretka E2 grupe dobijeni su predstavljeni rezultati za Ef Diff.

Nakon uključivanja rezultata na inicijalnom merenju kao kovarijate rezultati ukazuju da ne postoje značajne razlike efekata između grupa na multivarijantnom nivou, kao ni na univarijantnom nivou.

U Tabeli 74 prikazani su rezultati multivarijantne analize kovarijanse za utvrđivanje realnih efekata dva pliometrijska programa vežbanja na kinetičke parametre merenih tokom celog NJ skoka.

Tabela 74. Efekti eksperimentalnih programa 1 i 2 za kinetičke parametre (NJ) – ceo skok

Varijable	Ef Diff	F	r	η_p^2	Uticaj
Length, m	-.13	9.92	.006*	.38	Veliki
T, s	-.03	.12	.729	.01	Mali
	$\lambda = .555$	6.00	.012*	.44	Veliki

Legenda: Ef Diff – Razlika u efektima između dva pliometrijska programa u E1 i E2 grupi; λ – koeficijent Wilks-ovog testa za jednakost centroida grupa; F – koeficijent F-testa za značajnost Wilks' lambda; p – koeficijent nivoa značajnosti; η_p^2 – delimični eta koeficijent veličine uticaja; Length – dužina skoka; T – vreme skoka; * – statistički značajan rezultat, $p < .05$.
Napomena: Oduzimanjem napretka E1 grupe od napretka E2 grupe dobijeni su predstavljeni rezultati za Ef Diff.

Nakon uključivanja rezultata na inicijalnom merenju kao kovarijate rezultati ukazuju da postoje značajne razlike efekata programa sa velikim uticajem između grupa na multivarijantnom nivou $\lambda = .555$, $F = 6.00$, $r = .012$, $\eta_p^2 = .44$. Eksperimentalni pliometrijski program u E1 grupa, doprineo je boljim rezultatima u odnosu na eksperimentalni pliometrijski program u E2 grupi. Preciznije informacije i rezultati mogu se takođe videti na univarijantnom nivou u Tabeli 74. Uočava se postojanje jedne od dve varijable, koja ima statistički značajnu razliku na univarijantnom nivou sa velikim efektom, Length, $r = .006$, $\eta_p^2 = .38$, (E1 – Ef Diff, -.13).

7.7.3. Efekti eksperimentalnog programa 1 i 2 za kinematičke parametre CMJ testa

U Tabeli 75 prikazani su rezultati multivarijantne analize kovarijanse za utvrđivanje realnih efekata dva pliometrijska programa vežbanja na kinematičke parametre CMJ skoka merene iz sagitalne i iz frontalne ravni.

Nakon uključivanja rezultata na inicijalnom merenju kao kovarijate rezultati ukazuju da ne postoje značajne razlike efekata između grupa na multivarijantnom nivou, za kinematičke parametre merene iz sagitalne kao i iz frontalne ravni. Preciznije informacije i rezultati mogu se videti na univarijantnom nivou u Tabeli 75. Iako postoji jedan parametar iz

sagitalne ravni, ugao kuka koji ima značajnu razliku na univarijantnom nivou sa velikim efektom, $r = .045$, $\eta_p^2 = .23$, (E1 – Ef Diff, -2.41), on nije doprineo da razlika bude značajna na multivarijantnom nivou. Eksperimentalni pliometrijski program u E1 grupi, doprineo je boljim rezultatima u odnosu na eksperimentalni pliometrijski program u E2 grupi.

Tabela 75. Efekti eksperimentalnih programa 1 i 2 za kinematičke parametre (CMJ)

Sagitalna ravan					
Varijable	Ef Diff	F	r	η_p^2	Uticaj
Ugao kuka, °	-2.41	4.74	.045*	.23	Veliki
Ugao kolena, °	1.26	1.50	.239	.09	Umeren
$\lambda = .769$		2.26	.139	.23	Veliki
Frontalna ravan					
Ugao levog kolena, °	-.80	.04	.841	.01	Mali
Ugao desnog kolena, °	4.70	.05	.831	.01	Mali
$\lambda = .992$		.06	.944	.01	Mali

Legenda: Ef Diff – Razlika u efektima između dva pliometrijska programa u E1 i E2 grupi; λ – koeficijent Wilks-ovog testa za jednakost centroida grupa; F – koeficijent F-testa za značajnost Wilks' lambda; p – koeficijent nivoa značajnosti; η_p^2 – delimični eta koeficijent veličine uticaja; ° – stepen; * – statistički značajan rezultat, $p < .05$.

Napomena: Oduzimanjem napretka E1 grupe od napretka E2 grupe dobijeni su predstavljeni rezultati za Ef Diff.

7.7.4. Efekti eksperimentalnog programa 1 i 2 za kinematičke parametre NJ testa

U Tabeli 76 prikazani su rezultati multivarijantne analize kovarijanse za utvrđivanje realnih efekata dva pliometrijska programa vežbanja na kinematičke parametre NJ skoka.

Nakon uključivanja rezultata na inicijalnom merenju kao kovarijate rezultati ukazuju da ne postoje značajne razlike efekata između grupa na multivarijantnom nivou, kao ni na univarijantnom nivou.

Tabela 76. Efekti eksperimentalnih programa 1 i 2 za kinematičke parametre (NJ skoka)

Varijable	Ef Diff	F	r	η_p^2	Uticaj
Ugao kuka, °	4.52	1.42	.251	.08	Umeren
Ugao kolena, °	-4.64	3.64	.074	.18	Veliki
$\lambda = .803$		1.84	.193	.05	Mali

Legenda: Ef Diff – Razlika u efektima između dva pliometrijska programa u E1 i E2 grupi; λ – koeficijent Wilks-ovog testa za jednakost centroida grupa; F – koeficijent F-testa za značajnost Wilks' lambda; p – koeficijent nivoa značajnosti; η_p^2 – delimični eta koeficijent veličine uticaja; ° – stepen.

Napomena: Oduzimanjem napretka E1 grupe od napretka E2 grupe dobijeni su predstavljeni rezultati za Ef Diff.

7.7.5. Efekti eksperimentalnog programa 1 i 2 za tenziomiografske parametere

U Tabeli 77 prikazani su rezultati multivarijantne analize kovarijanse za utvrđivanje realnih efekata dva pliometrijska programa vežbanja za TMG parametare šest mišića leve noge

Tabela 77. Efekti eksperimentalnih programa 1 i 2 za tenziomiografske parametre – Leva noga

m.Vastus lateralis					
Varijable	Ef Diff	F	r	η_p^2	Uticaj
Tc, ms	4.29	3.70	.077	.22	Velik
Ts, ms	-29.92	2.07	.174	.14	Umeren
Tr, ms	-33.98	2.19	.163	.14	Veliki
Dm, mm	-1.29	.94	.349	.07	Umeren
Td, ms	1.9	8.18	.013*	.39	Veliki
$\lambda = .533$		1.57	.261	.47	Veliki
m.Vastus medialis					
Tc, ms	-1.47	3.48	.085	.21	Veliki
Ts, ms	-22.66	5.44	.036*	.29	Veliki
Tr, ms	2.95	.06	.803	.01	Mali
Dm, mm	.07	1.17	.300	.08	Umeren
Td, ms	-.04	1.29	.271	.07	Umeren
$\lambda = .267$		4.95	.019*	.73	Veliki
m.Biceps femoris					
Tc, ms	4.85	.08	.780	.01	Mali
Ts, ms	-57.13	.09	.771	.01	Mali
Tr, ms	-20.76	.49	.496	.04	Mali
Dm, mm	-1.03	1.30	.275	.09	Umeren
Td, ms	-.01	.02	.877	.01	Mali
$\lambda = .839$		.35	.872	.16	Veliki
m.Semitendinosus					
Tc, ms	-.95	.63	.440	.05	Mali
Ts, ms	-21.78	.27	.610	.02	Mali
Tr, ms	-2.79	.22	.646	.02	Mali
Dm, mm	-.04	.01	.945	.01	Mali
Td, ms	.61	.04	.835	.01	Mali
$\lambda = .758$		.57	.719	.24	Veliki

Nastaviće se.

Nastavak.

Tabela 77. Efekti eksperimentalnih programa 1 i 2 za tenziomiografske parametre – Leva noga

m.Gastrocnemius lateralis					
Varijable	Ef Diff	F	r	η_p^2	Uticaj
Tc, ms	-4.17	.53	.478	.04	Mali
Ts, ms	8.97	.85	.373	.06	Umeren
Tr, ms	-11.21	1.21	.291	.08	Umeren
Dm, mm	.35	.74	.405	.05	Mali
Td, ms	.1	.02	.878	.01	Mali
$\lambda = .555$		1.44	.298	.44	Veliki
m.Gastrocnemius medialis					
Tc, ms	.04	.18	.681	.01	Mali
Ts, ms	6.0	3.43	.087	.21	Veliki
Tr, ms	-40.61	.86	.369	.06	Umeren
Dm, mm	-.09	2.69	.129	.17	Veliki
Td, ms	.91	.01	.952	.01	Mali
$\lambda = .513$		1.71	.229	.48	Veliki

Legenda: Ef Diff – Razlika u efektima između dva pliometrijska programa u E1 i E2 grupi; λ – koeficijent Wilks-ovog testa za jednakost centroida grupa; F – koeficijent F-testa za značajnost Wilks' lambda; p – koeficijent nivoa značajnosti; η_p^2 – delimični eta koeficijent veličine uticaja; Tc – vreme kontrakcije; Ts – vreme održavanja kontrakcije; Tr – vreme opuštanja; Dm – maksimalna amplituda radijalnog pomeranja; Td – početno vreme kašnjenja; * – statistički značajan rezultat.
Napomena: Oduzimanjem napretka E1 grupe od napretka E2 grupe dobijeni su predstavljeni rezultati za Ef Diff.

Nakon uključivanja rezultata na inicijalnom merenju kao kovarijate rezultati ukazuju da ne postoje značajne razlike efekata za TMG parametre između grupa na multivarijantnom nivou za pet mišića leve noge, mišić Vastus lateralis, mišić Biceps femoris, mišić Semitendinosus, mišić Gastrocnemius lateralis, i mišić Gastrocnemius medialis. Značajne razlike i veliki efekat jedino je uočen za mišić opružača leve potkolenice Vastus medialis-a, $\lambda = .267$, $F = 4.95$, $r = .019$, $\eta_p^2 = .73$. Preciznije informacije i rezultati mogu se videti na univarijantnom nivou u Tabeli 77. Kod mišića Vastus medialis, takođe se uočava postojanje jednog vremenskog TMG parametra Ts, koji ima značajnu razliku na univarijantnom nivou sa velikim efektom, $r = .036$, $\eta_p^2 = .29$, (E1 – Ef Diff, -22.66), koja je bila dovoljna da razlika bude značajna na multivarijantnom nivou. Kod preostalih pet mišića leve noge postoje TMG parametri sa značajnim rezultatima koji nisu doprineli da postoji i značajna razlika na multivarijantnom nivou između dva pliometrijska programa. Mišić opružača leve potkolenice Vastus lateralis, pokazao je značajnu razliku sa velikim efektom za TMG parametar Td, $r = .013$, $\eta_p^2 = .39$, (E1 – Ef Diff, 1.9). Svi ostali mišići leve noge, mišić Biceps femoris, mišić

Semitendinosus, mišić Gastrocnemius lateralis, i mišić Gastrocnemius medialis, nisu pokazali značajne razlika za nijedan TMG parametar na univarijantnom nivou.

U Tabeli 78 prikazani su rezultati multivarijantne analize kovarijanse za utvrđivanje realnih efekata dva pliometrijska programa vežbanja za TMG parametare šest mišića desne noge.

Tabela 78. Efekti eksperimentalnih programa 1 i 2 za tenziomiografske parametre – Desna noga

m.Vastus lateralis					
Varijable	Ef Diff	F	r	η_p^2	Uticaj
Tc, ms	-2.63	.01	.979	.01	Mali
Ts, ms	-34.57	1.02	.330	.07	Umeren
Tr, ms	-39.12	4.42	.055	.25	Veliki
Dm, mm	-.61	.11	.755	.01	Mali
Td, ms	-4.65	.38	.548	.02	Mali
$\lambda = .621$		1.10	.425	.38	Veliki
m.Vastus medialis					
Tc, ms	-4.00	2.36	.148	.15	Veliki
Ts, ms	-33.70	.20	.658	.02	Mali
Tr, ms	-15.13	.19	.748	.01	Mali
Dm, mm	.10	.03	.864	.01	Mali
Td, ms	-.30	.33	.573	.02	Mali
$\lambda = .733$		.65	.666	.27	Veliki
m.Biceps femoris					
Tc, ms	17.17	7.34	.018*	.36	Veliki
Ts, ms	90.84	.59	.455	.04	Mali
Tr, ms	36.69	4.12	.063	.24	Veliki
Dm, mm	-.20	.01	.981	.01	Mali
Td, ms	1.74	1.76	.207	.12	Umeren
$\lambda = .614$		1.13	.410	.39	Veliki

Nastaviće se.

Nastavak.

Tabela 78. Efekti eksperimentalnih programa 1 i 2 za tenziomiografske parametre – Desna noga

m.Semitendinosus					
Varijable	Ef Diff	F	r	η^2	Uticaj
Tc, ms	3.46	1.08	.317	.08	Umeren
Ts, ms	13.75	.12	.735	.01	Mali
Tr, ms	-1.43	.06	.807	.01	Mali
Dm, mm	.16	.43	.522	.03	Mali
Td, ms	3.05	3.35	.090	.20	Veliki
	$\lambda = .616$	1.12	.414	.38	Veliki
m.Gastrocnemius lateralis					
Tc, ms	-1.42	.01	.923	.01	Mali
Ts, ms	-8.87	.32	.579	.02	Mali
Tr, ms	1.51	.01	.948	.01	Mali
Dm, mm	.12	.01	.948	.01	Mali
Td, ms	.42	1.16	.301	.08	Umeren
	$\lambda = .680$	.85	.549	.32	Veliki
m.Gastrocnemius medialis					
Tc, ms	-3.38	1.27	.281	.09	Umeren
Ts, ms	-108.43	7.92	.015*	.38	Veliki
Tr, ms	-60.70	1.04	.326	.07	Umeren
Dm, mm	-.98	4.05	.065	.24	Veliki
Td, ms	-2.38	5.45	.036*	.30	Veliki
	$\lambda = .406$	2.63	.098	.59	Veliki

Legenda: Ef Diff – Razlika u efektima između dva plimetrijska programa u E1 i E2 grupi; λ – koeficijent Wilks-ovog testa za jednakost centroida grupa; F – koeficijent F-testa za značajnost Wilks' lambda; p – koeficijent nivoa značajnosti; η^2 – delimični eta koeficijent veličine uticaja; Tc – vreme kontrakcije; Ts – vreme održavanja kontrakcije; Tr – vreme opuštanja; Dm – maksimalna amplituda radijalnog pomeranja; Td – početno vreme kašnjenja; * – statistički značajan rezultat.
Napomena: Oduzimanjem napretka E1 grupe od napretka E2 grupe dobijeni su predstavljeni rezultati za Ef Diff.

Nakon uključivanja rezultata na inicijalnom merenju kao kovarijate rezultati ukazuju da ne postoje značajne razlike efekata na TMG parametre između grupa na multivarijantnom nivou za nijedan mereni mišić desne noge. Na univarijantnom nivou postoje značajne razlike i veliki efekat kod mišića pregibača desne potkolenice Biceps femoris-a za TMG parametar Ts, $r = .018$, $\eta^2 = .36$, (E1 – Ef Diff, 17.17), i kod mišića opružača desnog stopala Gastrocnemius medialis-a za dva TMG parametra, Ts sa vrednostima $r = .015$, $\eta^2 = .38$, (E1 – Ef Diff, -108.43), i za Td, sa vrednostima $r = .036$, $\eta^2 = .30$, (E1 – Ef Diff, -2.38). Iako postoje značajni

rezultati TMG parametara koji imaju značajne razlike na univarijantnom nivou sa velikim efektom oni nisu doprineli da razlika bude značajna i na multivarijantnom nivou. Ostali mišići desne noge, mišić Vastus lateralis, mišić Vastus medialis, mišić Semitendinosus, i mišić Gastrocnemius lateralis nisu pokazali nijedan statistički značajan rezultat na univarijantnom nivou.

7.7.6. Efekti eksperimentalnog programa 1 i 2 za parametara sprint testa na 10 m i 20 m

U Tabeli 79 prikazani su rezultati multivarijantne analize kovarijanse za utvrđivanje realnih efekata dva pliometrijska programa vežbanja za vrednosti sprint testa na 10 m i 20 m.

Tabela 79. Efekti eksperimentalnih programa 1 i 2 za parametere sprint testa na 10m i 20m						
Varijable	Ef Diff	F	r	η_p^2	Uticaj	
10m, s	.01	1.78	.201	.10	Umeren	
20m, s	-.03	5.33	.035*	.25	Veliki	
		$\lambda = .735$	2.70	.099	.26	Veliki

Legenda: Ef Diff – Razlika u efektima između dva pliometrijska programa u E1 i E2 grupi; λ – koeficijent Wilks-ovog testa za jednakost centroida grupa; F – koeficijent F-testa za značajnost Wilks' lambda; p – koeficijent nivoa značajnosti; η_p^2 – delimični eta koeficijent veličine uticaja; * – statistički značajan rezultat.

Napomena: Oduzimanjem napretka E1 grupe od napretka E2 grupe dobijeni su predstavljeni rezultati za Ef Diff.

Nakon uključivanja rezultata na inicijalnom merenju kao kovarijate rezultati ukazuju da ne postoje značajne razlike efekata između grupa na multivarijantnom nivou, za parametre brzine. Preciznije informacije i rezultati mogu se videti na univarijantnom nivou u Tabeli 79. Za rezultate sprint testa na 10 m ustanovljeno je da ne postoje značajne razlike efekata između grupa na univarijantnom nivou. Iako postoji statistički značajna razlika na univarijantnom nivou sa velikim efektom kod rezultata vremena sprint testa na 20 m, $r = .035$, $\eta_p^2 = .25$, (E1 – Ef Diff, -.03), on nije doprineo da razlika bude značajna na multivarijantnom nivou. Eksperimentalni pliometrijski program u E1 grupa, doprineo je boljim vremenima u odnosu na eksperimentalni pliometrijski program u E2 grupi.

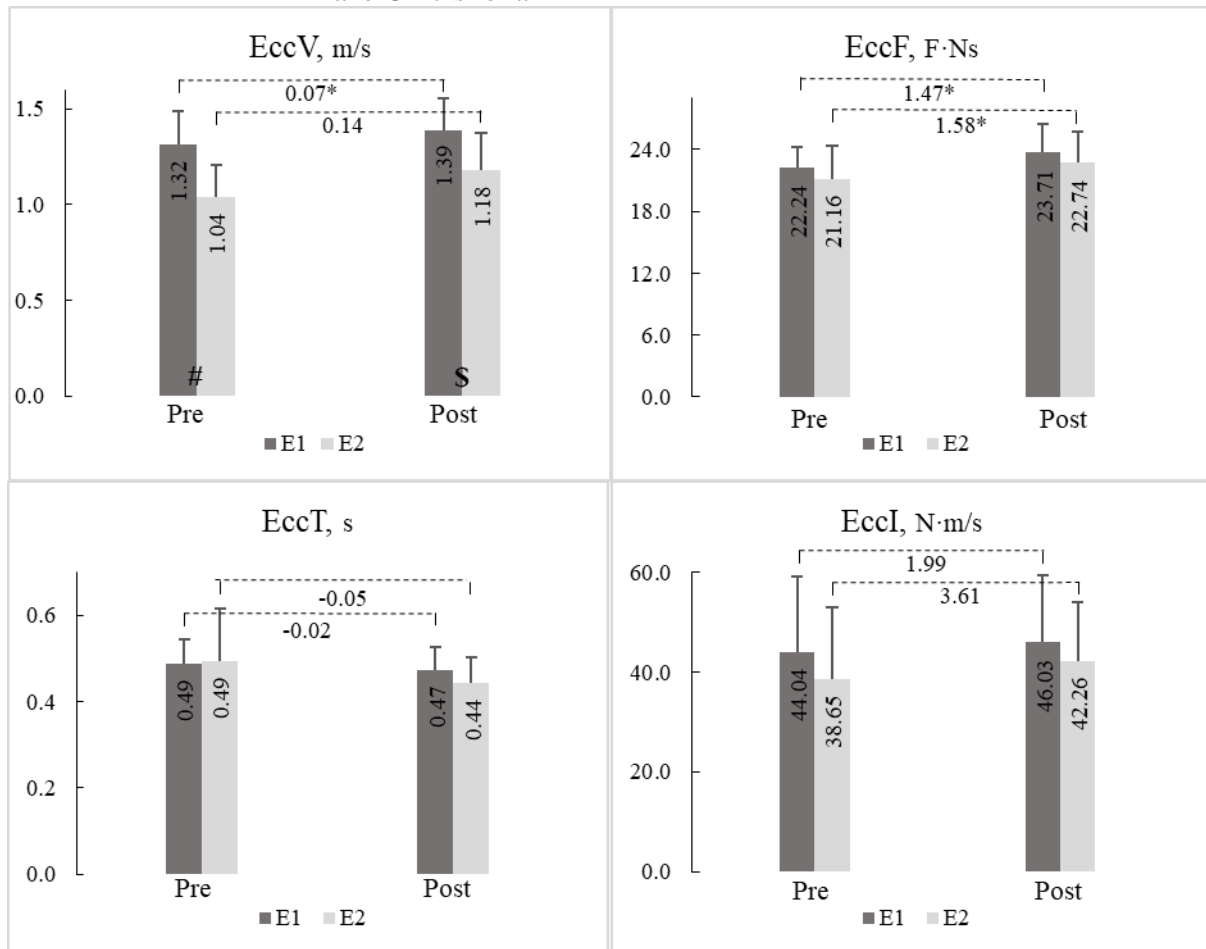
8. DISKUSIJA

Realizovano istraživanje ispitivalo je efekte dva različita pliometrijska programa koja su bazirana na vežbama sa ekscentričnim kontrakcijama i vežbama sa koncentričnim kontrakcijama. Istraživanje je trajalo šest nedelja a ispitanici su bili isključivo ženskog pola, juniorskog uzrasta od 16 do 18 godina.

8.1. Razlike između grupa na inicijalnom merenju

Rezultati realizovanog istraživanja pokazali su da ne postoji statistički značajna razlika između grupa na inicijalnom merenju u morfoloških karakteristika, parametrima telesne kompozicije i brzine. Za biomehaničke parametre, odnosno kinetičke parametre, na multivarijantnom nivou samo je jedan rezultat kod ekscentrične faze CMJ skoka pokazao statističku značajnu razliku kao i na univarijantnom nivou, EccV. Rezultati su u skladu sa većinom dosadašnjih istraživanja koja su takođe pokazala nepostojanje razlika između grupa na inicijalnom merenju (rezultati realizovanog istraživanja razlika između E1 i E2 grupe u kinetičkim parametrima ekscentrična faza CMJ skoka na inicijalnom merenju detaljnije su prikazane u Figura 3 i Tabela 35–46).

Figura 3. Razlike između E1 i E2 grupe na inicijalnom i na finalnom merenju i razlike između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe u kinetičkim parametrima ekscentrične faze CMJ skoka



Legenda: * – statistički značajna razlika između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe rezultat, $p < .05$; # – statistički značajna razlika između E1 i E2 grupe na inicijalnom merenju; \$ – statistički značajna razlika između E1 i E2 grupe na finalnom merenju; Pre – inicijalno merenje; Post – finalno merenje.

U većini istraživanjima koja su ispitivala efekte različitih pliometrijskih programa vežbanja na biomehaničke parametre (Newton et al., 1999; Martel et al., 2005; Fontenay et al., 2013; Chelly et al., 2015; Usman & Shenoy, 2015; Krističević et al., 2016; Idrizovic et al., 2018), parametre snage (Lyttle et al., 1996; Arazi & Asadi, 2011; Meszler & Vaczi, 2019) i brzine (El-Ashker et al., 2019; Bouteraa et al., 2020; Tomlinson, Hansen, Helzer, Lewis, Leyva et al., 2020), autori su određivali grupe nasumično ili ciljano sa izjednačavanjem grupa po vrednostima rezultata parametara telesne kompozicije i morfološkim karakteristikama ispitanika. Navedena istraživanja nisu pokazala statistički značajne razlike između grupa na inicijalnom merenju što je i slučaj sa rezultatima realizovanog istraživanja (Figura 3–18 i Tabela 35–46). Studije koje su imala značajne razlike između grupa na početku istraživanja imala su za cilj ispitivanje efekata pliometrijskog treniranja sportista sa većim i manjim

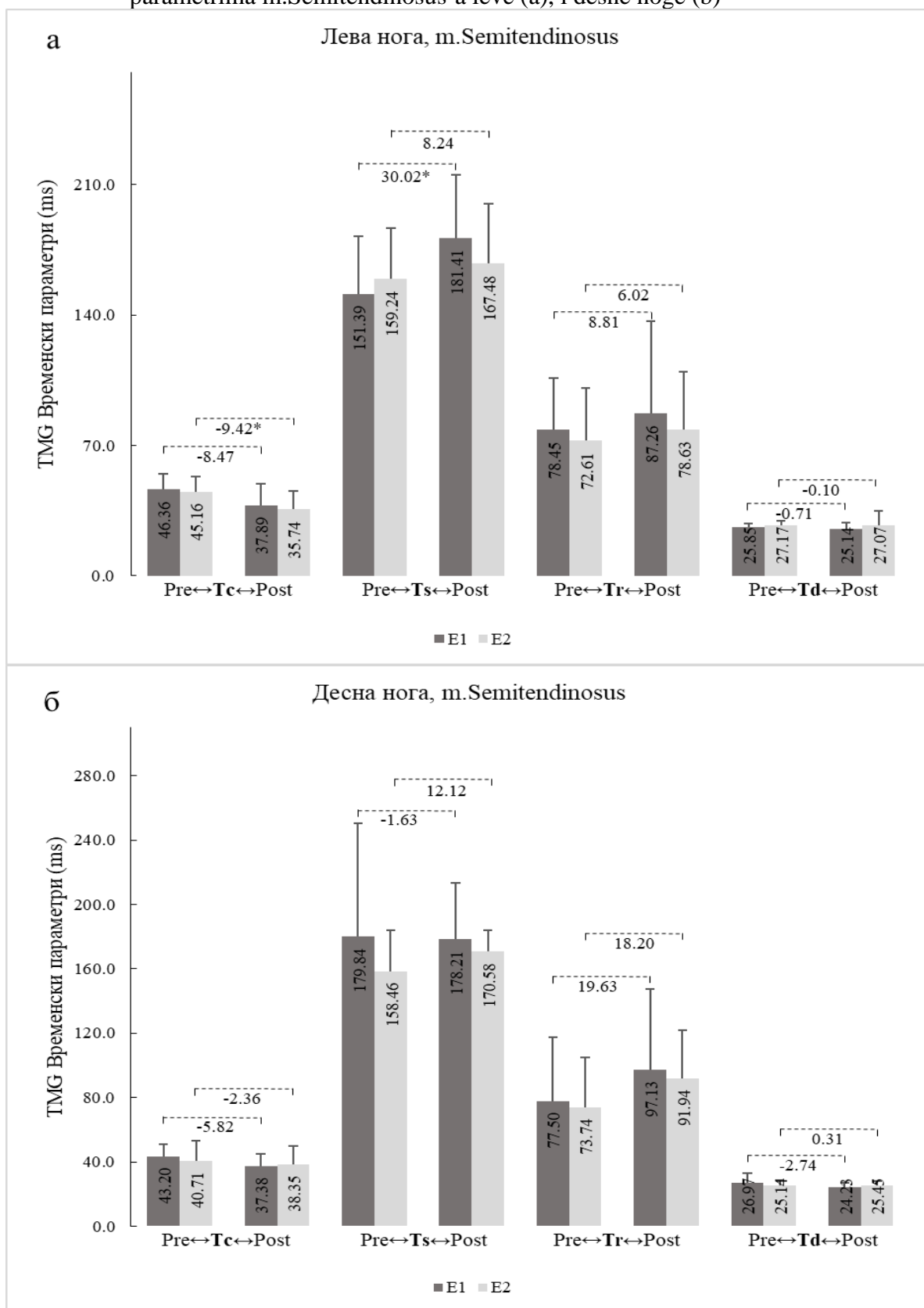
vrednosti rezultata testova brzine i snage donjih ekstremiteta (Arede et al., 2019; Mackala et al., 2019), što je u suprotnosti sa ciljevima realizovanog istraživanja.

Pojedine studije su sa jednom (Mackala & Fostiak, 2015), ili dve istraživačke grupe (Mackala et al., 2019), ispitanici iz sporta atletike, sa jednom ekperimentalnom i jednom kontrolnom, (Newton et al., 1999; Martel et al., 2005; Krističević et al., 2016), ispitanici iz sporta odbojke, (Arede et al., 2019; Meszler & Vaczi, 2019; Bouteraa et al., 2020), ispitanici iz sporta košarke, i (Chelly et al., 2015; El-Ashker et al., 2019), ispitanici iz sporta atletike. Takođe postoje istraživanja koja su imala dve ili više eksperimentalnih grupa (Lyttle et al., 1996; Arazi & Asadi, 2011; Fontenay et al., 2013; Usman & Shenoy, 2015; Idrizovic et al., 2018).

Postoje studije koje su istraživale na nešto starijim ispitanicima iz više različitih sportova ili rekreativnih aktivnosti, koji nisu bili deo ispitivanja ovog istraživanja, gde je takođe ustanovljeno nepostojanje statistički značajnih razlika između grupa na inicijalnom merenju (Lyttle et al., 1996; Wagner & Kocak, 1997; Young, Wilson, & Byrne, 1999; Fatouros, Jamurtas, Leontsini, Taxildaris, Aggelousis et al., 2000; Rusu, Cosma, Cernaianu, Marin, Rusu et al., 2013; de Paula Simola, Raeder, Wiewelhove, Kellmann, Meyer et al., 2016; Núñez, Santalla, Carrasquilla, Asian, Reina, & Suarez-Arrones, 2018; Pereira, Ramirez-Campillo, Martín-Rodríguez, Kobal, Abad et al., 2020). Potrebno je napomenuti da su navedena istraživanja ispitivala vrednosti rezultata različitih testova za procenu eksplozivne snagu, brzine i biomehaničke parametre kao i druge parametre koje nisu bile deo analiziranja realizovanog istraživanja.

Postoje nekoliko istraživanja sa TMG analizom, jednog ili osam mišića donjih ekstremiteta koje su ispitivale druge sportiste, starijeg uzrasta i transverzalnog karaktera (de Paula Simola et al., 2015a), i longitudinalnog karaktera (Rusu et al., 2013; de Paula Simola, Harms, Raeder, Kellmann, Meyer et al. 2015b; de Paula Simola et al., 2016; Núñez et al., 2018; Wilson, Ryan, Vallance, Dias-Dougan, Hunter et al., 2019; Zubac et al., 2019; Pereira et al., 2020) (rezultati realizovanog istraživanja razlika između E1 i E2 grupe u vremenskim TMG parametrima kod mišića SM na inicijalnom merenju detaljnije su prikazane u Figuri 4a i 4b, i Tabela 44 i 45).

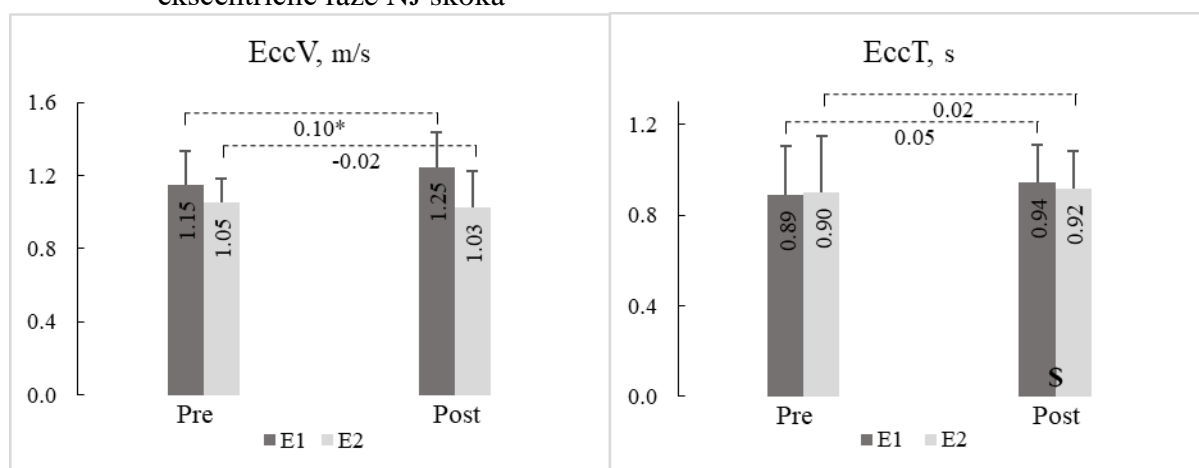
Figura 4a i 4b. Razlike između E1 i E2 grupe na inicijalnom i na finalnom merenju i razlike između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe u vremenskim TMG parametrima m.Semitendinosus-a leve (a), i desne noge (b)



Legenda: * – statistički značajna razlika između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe rezultat, $p < .05$; Pre – inicijalno merenje; Post – finalno merenje; Tc – vreme kontrakcije; Ts – vreme održavanja kontrakcije; Tr – vreme opuštanja; Dm – maksimalna amplituda radijalnog pomeranja; Td – početno vreme kašnjenja.

U istraživanjima za procenu eksplozivne snage donjih ekstremiteta najčešće se koriste testovi horizontalnog i vertikalnog skoka, NJ, CMJ, skok u dubinu, skok iz čučnja, skok sa počučnjem sa zamahom ruku i td. Za procenu brzine najčešće se koriste sprint testovi od 5 m do 60 m, iz visokog starta ili u nekim slučajevima iz letećeg starta. U istraživanju Chelly et al. (2015), sprinteri nešto mlađeg uzrasta od 12 godina imali su niže vrednosti rezultata na inicijalnom merenju u CMJ testu, kod eksperimentalne i kontrolne grupe u odnosu na rezultate realizovanog istraživanja. Slične vrednosti CMJ testa na inicijalnom merenju predstavljeni su u istraživanju na košarkašicama juniorskog uzrasta od 16 godina (Meszler & Vaczi, 2019), i kod (Bouteraa et al., 2020). Za razliku od košarkašica, muški ispitanici uzrasta 15 godina, pokazali su slične vrednosti rezultata CMJ testa (Arede et al., 2019). U skladu sa rezultatima realizovane studije i istraživanjima sa košarkašicama ili sprinterkama, autori koji su ispitivali odbojkašice juniorskog uzrasta dobili su takođe slične rezultate CMJ testa (Krističević et al., 2016) (Figura 3 i Tabela 36–38). U studiji El-Ashker et al. (2019), sprinteri juniorskog uzrasta su na inicijalnom merenju imali očekivano bolje rezultate NJ skoka, kao i u istraživanju (Rusu et al., 2013), gde su fudbaleri juniorskog uzrasta pokazale nešto slabije vrednosti, ali u skladu sa rezultatima realizovanog istraživanja (rezultati realizovanog istraživanja razlika između E1 i E2 grupe u kinetičkim parametrima ekscentrična faza NJ skoka na inicijalnom merenju detaljnije su prikazane u Figuri 5, 7 i 8, i Tabela 39–41).

Figura 5. Razlike između E1 i E2 grupe na inicijalnom i na finalnom merenju i razlike između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe u kinetičkim parametrima ekscentrične faze NJ skoka



Legenda: * – statistički značajna razlika između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe rezultat, $p < .05$; \$ – statistički značajna razlika između E1 i E2 grupe na finalnom merenju; Pre – inicijalno merenje; Post – finalno merenje.

Lyttle et al. (1996) analizirali su ispitanike iz više sportova i starijeg uzrasta od 23 godina koji su pokazali bolje rezultate CMJ testa, isto tako autori su testirali brzinu ispitanika letećim sprint testom na 20 m koji je očekivano pokazao bolje rezultate usled starosti

ispitanika. Tomlinson et al. (2020), pokazali su bolje vrednosti sprint testa na 10 m i 20 m za sprintere takođe starijeg uzrasta od 20 godina. U Núñez et al. (2018), 27 ispitanika muškog pola iz različitih kolektivnih sportova uzrasta od 23 godina pokazala su vrednosti CMJ skoka u skladu sa prethodnim studijama, kao i za rezultate sprint testa na 10 m. Autori Idrizovic et al. (2018), koji su ispitivali odbojkašice, juniorskog uzrasta, dobili su nešto bolje rezultate, dok su vrednosti sprint test na 20 m u okvirima ostalih istraživanja i realizovane studije (Figura 18 i Tabeli 46).

Usled malog broja istraživanja TMG analize mišića donjih ekstremiteta i nepostojanje studija koje su analizirale ispitanice juniorskog uzrasta, navedeni su rezultati postojećih studija sa starijim ispitanicima. Detaljna analiza sa TMG parametrima rađena je u (de Paula Simola et al., 2016). Autori su ispitivali metrički TMG parametar Dm, mišića Vastus lateralis-a dominantne noge. Stariji muški dizači na inicijalnom merenju imali su očekivano veći vrednosti u odnosu na rezultate realizovane studije. Rezultati vremenskog parametra Tc, pokazali su postojanje razlika između grupa što nije bio slučaj sa rezultatima realizovane studije.

U skladu sa prethodnom studijom, istraživanje starijih muških rekreativaca (Wilson, et al., 2019), takođe je pokazalo nepostojanje razlika između tri grupa na inicijalnom merenju. To su vrednosti rezultata metričkog Dm parametra, mišića Vastus lateralis-a, ali i vrednosti vremenskog Tc parametra. Rezultati se delimično poklapaju u odnosu na rezultate realizovane studije za TMG parametar Tc, ali ne i za Dm. Istraživanje koje je ispitivalo dve grupe i jedan mišić obe noge muških juniorskih fudbalera prikazano je u studiji (Rusu et al., 2013). Rezultati prikazuju nepostojanje značajnih razlika između grupa na inicijalnom merenju što je u skladu sa rezultatima realizovanog istraživanja (Figura 13a, 13b, 16a i 16b i Tabela 44–45). Autori su ispitivali metrički parametar Dm, kao i vremenski parametar Tc mišića fleksora leve i desne noge i nisu dobili značajne razlike između grupa. Najobimnije istraživanje koje je ispitivalo efekte pliometrijskog programa vežbanja i vežbe sa posebno ekscentričnim i koncentričnim kontrakcijama prikazano je u studiji (Núñez et al., 2018). Istraživači su analizirali TMG parametre osam mišića dominantne noge ali nisu predstavili razlike na inicijalnom merenju između grupa.

8.2. Razlike između grupa na finalnom merenju

Rezultati istraživanja pokazali su da postoje statistički značajne razlike na finalnom merenju između dva različita pliometrijska programa odnosno dve grupe ispitanika. Razlike

su ustanovljene u kinetičkim parametrima ekscentrične i koncentrične faze CMJ skoka kao i celog CMJ skoka na multivarijantnom nivou i na univarijantnom nivou za: EccV, ConcT, i T (Figura 3, 6 i 9, i Tabela 47–49). Drugi test procene eksplozivne snage, skok u dalj iz mesta NJ, takođe je pokazao rezultate koji se razlikuju između grupa, za kinetičke parametre ekscentrične faze NJ skoka i ceo NJ skok, samo na univarijantnom nivou za EccV i Length (Figura 5 i 8 i Tabela 50 i 52). Kada se posmatraju kinematički parametri CMJ skoka razlike su ustanovljene jedino iz sagitalne ravni na multivarijantnom i univarijantnom nivou, ugao kuka (Figura 10 i Tabela 42), dok su rezultati iz sagitalne ravni NJ skoka pokazali značajne razlike samo na univarijantnom nivou za ugao kuka (Figura 11 i Tabela 43).

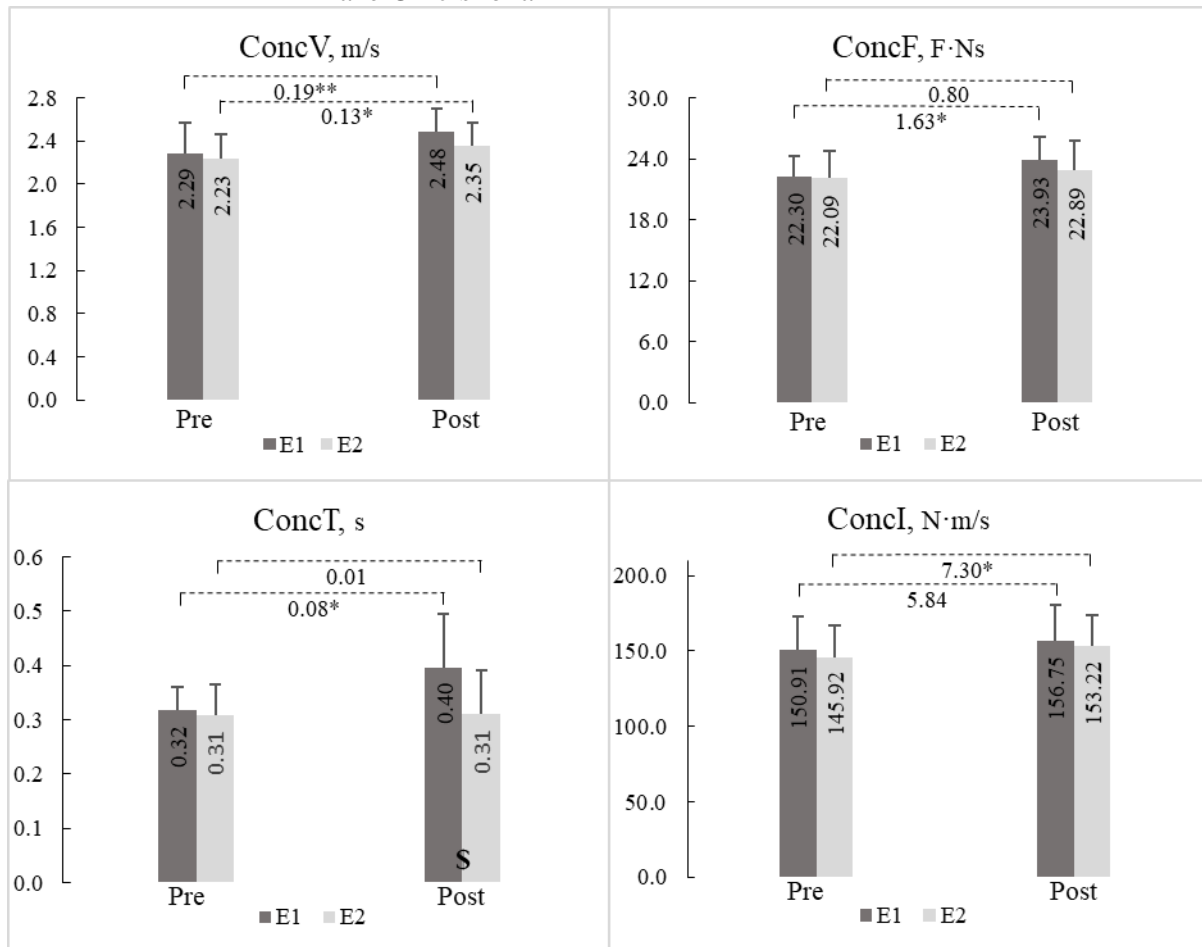
Vremenski parametri TMG merenja pokazala su značajne razlike između grupa na finalnom merenju za mišiće leve i desne noge. Rezultati opružaća leve potkolenice kod mišića Vastus lateralis-a na univarijantnom nivou za Td, mišić Vastus medialis za Tc, i mišića opružaća stopala Gastrocnemius medialis za Ts i Tr. Razlike u metričkom parametru Dm viđen je kod samo jednog mišića fleksora leve podkolenice Biceps femoris-a. Rezultati desne noge imali su manje razlika za vremenske parametre TMG merenja i to kod mišića fleksora podkolenice Biceps femoris-a na univarijantnom nivou za Tc, i mišića opružaća stopala Gastrocnemius medialis-a za Ts i Td. Jedina razlika metričkog parametra Dm, kod mišića desne noge primećena je kod mišića Gastrocnemius medialis-a (Figura 4 i 12–17, i Tabela 44 i 45).

Oba rezultat testova za procenu brzine na 10 m i 20 m pokazala su značajne razlike na finalnom merenju i na multivarijantnom nivou i na univarijantnom nivou (Figura 18 i Tabela 57).

U skladu sa rezultatima istraživanja, studija Idrizovic et al. (2018) prikazala je razlike na finalnom merenju u visini CMJ skoka između grupa sa pliometrijskim programom vežbanja. Grupe ispitanika vežbale su skokove iz čučnja i skokove u dubinu odnosno običan trening sa nekontrolisanim brojem različitih vrsta skokova. Studija sa istom dužinom trajanja kao realizovano istraživanje, ali sa tri treninga u toku nedelje, pokazala je značajne razlike na finalnom merenju između eksperimentalnih grupa kao i između eksperimentalnih grupa i kontrolne (Young et al., 1999). Oba pliometrijski programa vežbanja obuhvatala su skokove u dubinu sa jednom razlikom, u što kraćem vremenu kontakta sa podlogom i maksimalnom visinom skoka u jednoj grupi, dok u drugoj grupi maksimalna visina skokova bez kontrole kontakta sa podlogom. Rezultati pokazuju razlike između grupa u reaktivnoj snazi prilikom

odskoka na finalnom merenju i u skladu su sa realizovanom studijom (Figura 3, 6 i 9 i 18, i Tabela 47–49 i 57). Istraživanje Wagner & Kocak (1997), imalo je sličan pliometrijski program vežbanja sa realizovanom studijom. Autori su vršili eksperimentalni program na isključivo muškim ispitanicima a razlike u odnosu na prethodne studije ogledaju se u intezitetu treninga koji se vremenom postepeno povećavao. Jedna grupa imala je samo pliometrijski program vežbanja a druga i dodatni košarkaški trening. Vršeni su skokovi u dubinu sa visina postolja od 30 cm i 35 cm (Wagner & Kocak, 1997). Rezultati pokazuju razlike između grupa na finalnom merenju u kinetičkim parametrima vertikalnog odskoka ali ne i kod vremena sprint testa na 50 m što je delimično u skladu sa rezultatima realizovanog istraživanja. Ukupno 41 rekreativnih ispitanika starijeg uzrasta od 20 godina bili su podeljeni u tri eksperimentalne i jednu kontrolnu grupu u (Fatouros et al., 2000). Rezultati su pokazali da postoje promene na finalnom merenju između eksperimentalnih grupa kao i razlika između kontrolne i eksperimentalnih. Učestaliji treninzi u toku nedelje i skokovi u dubinu sa većih visina od 30 cm i 80 cm, doprineli su rezultatima koji se poklapaju sa realizovanom studijom (rezultati realizovanog istraživanja razlika na finalnom merenju između E1 i E2 grupe za kinetičke parametre CMJ koncentrične faze detaljnije su prikazane u Figura 6 i Tabela 48).

Figura 6. Razlike između E1 i E2 grupe na inicijalnom i na finalnom merenju i razlike između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe u kinetičkim parametrima koncentrične faze CMJ skoka



Legenda: * – statistički značajna razlika između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe rezultat, $p < .05$; ** – statistički značajna razlika između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe rezultat, $p < .001$; \$ – statistički značajna razlika između E1 i E2 grupe na finalnom merenju; Pre – inicijalno merenje; Post – finalno merenje.

Iako postoje studija sa više različitih pliometrijskih programa vežbanja (Holcomb, Lander, Rutland, & Wilson, 1996; Matavulj et al., 2001; Zubac & Šimunic, 2017; Núñez et al., 2018; Zubac et al., 2019), one su imale i kontrolnu grupu sa kojom su analizirali razlike između grupa na finalnom što nije bio slučaj sa realizovanim istraživanjem. Sve navedene studije pokazale su razlike na finalnom merenju u odnosu sa kontrolnom grupom dok analiza između eksperimentalnih grupa nije postojala.

Rezultati koji nisu u skladu sa realizovanim istraživanjem prikazani su u radu (Lyttle et al., 1996). Istraživači su ustanovili da ne postoje razlike između grupa na finalnom merenju. Autori su ispitivali dva programa vežbanja u trajanju od osam nedelja gde su ispitanici u jednoj grupi imali pliometrijske vežbe, vežbe sa opterećenjem i skokove iz čučnja sa i bez opterećenja, dok u drugom programu skokove u dubinu sa odskokom i postepenim povećanje visine od 20 cm do 60 cm. Nepostojanje razlika između grupa na finalnom merenju

pokazano je i u istraživanju (Arazi & Asadi, 2011), koji su ispitivali pliometrijski program sa skokovima iz čučnja i drugim pliometrijskim vežbama. Autori su ispitivali program vežbanja sa dužinom trajanja od osam nedelja dva puta u toku nedelje. Pliometrijski program vežbanja primenjen je u obe grupe podjednako sa tim da je jedna grupa trenirala u vodi koja je pokrivala 70% tela ispitanika dok je druga grupa vežbala na normalnoj podlozi na suvom. Još jedna studija koja je ispitivala 40 starijih rekreativaca, nije pokazala razlike između grupa na finalnom merenju (Miller, Berry, Bullard, & Gilders, 2002). Autori su takođe primenili jedan pliometrijski program na dve grupe sa razlikom u podlozi i dodatnom opterećenju vode. Takođe, u studiji Fontenay et al. (2013), pokazano je da ne postoje razlike u sili na finalnom merenju između dva pliometrijska programa na juniorskim košarkašicama. Isto tako istraživanje koje nije pokazalo značajne razlike na finalnom merenju između eksperimentalnih grupa je (Gehri, Ricard, Kleiner, & Kirkendall, 1998). Autori su ispitivali dva različita pliometrijska programa na 28 starijih ispitanika uzrasta od 20 godina i duplo duži program vežbanja u trajanju od 12 nedelja. Programi vežbanja bili su sačinjeni isključivo sa CMJ skokovima i skokovima u dubinu sa postolja visine od 40 cm. Ustanovljena je jedina značajna razlika na finalnom merenju u odnosu na kontrolnu grupu. Za razliku od rezultata realizovanog istraživanja autori navedenih studija nisu dobili razlike između grupa na finalnom merenju.

Treba napomenuti da se realizovano istraživanje u potpunosti razlikuje u odnosu na većinu navedenih studija koje su ispitivale takođe pliometrijske programe vežbanja sa skokovima iz čučnja ali ne i vežbama sa isključivo ekscentričnim kontrakcijama odnosno doskocima, izuzimajući neki drugi vid ekscentričnih vežbi.

Jedan od glavnih razloga postojanja razlika u velikom broju ispitivanih biomehaničkih parametara između grupa na finalnom merenju je zbog suprotno koncipiranih pliometrijskih programa vežbanja koji su primenjeni. Ekscentrične kontrakcije i vežbe doskoka imaju u potpunosti drugačije dejstvo na neuromišićni sklop i CNS gde takođe iziskuju nevoljni maksimum od sportista u odnosu na koncentrične kontrakcije odnosno vežbe skoka iz čučnja (Komi & Buskirk, 1972; Hakkinen, 1981; Enoka, 1996; Taube et al., 2012). Ispitanici ne mogu maksimalno aktivirati mišiće tokom ekscentričnih kontrakcija, nervna aktivacija je drugačija a centralni nervni sistem nevoljno (podsvesno) stvara blokade prilikom izvođenja ekscentričnih vežbi (Enoka, 1996; Verkhoshansky & Siff, 2009), a samim tim doprinose promeni tonusa muskulature i tehnike izvođenja skokova što se vidi kod rezultata kinematičkih parametara oba testa CMJ i NJ skoka (Figura 10 i 11, i Tabela 53 i 54).

Koncentrične kontrakcije i vežbe skoka iz čučnja takođe dovode do promene u neuromišićnom sklopu i CNS ispitanica (Komi & Buskirk, 1972) koje su dovele do krajnjeg rezultata razlika na finalnom merenju. Maksimalna voljna kontrakcija je veća ali ograničavajuća u odnosu na ekscentrične kontrakcije (Enoka, 1996), jedan od razloga je i manja sila koja se proizvodi prilikom izvođenja skoka iz čučnja u odnosu na vežbe doskoka (Komi & Buskirk, 1972; Cavanagh & Komi, 1979; Verkoshansky & Siff, 2009). Koncentrična kontrakcija proizvodi najmanju maksimalnu silu u odnosu na izometrijske i ekscentrične kontrakcije u proseku od 1,2 do 1,6 puta (Željaskov, 2004), ili 10% do 40% manje u odnosu na ekscentričnu kontrakciju (Bosco et al., 1982). Takođe mogućnost maksimalnog voljnog naprezanja prilikom skoka iz čučnja dovodi do napretka sa jednom prednošću, smanjenog rizika od povreda (Zatsiorsky, 2008) za razliku od vežbe doskoka i ekscentričnih kontrakcija koje iziskuju veću silu prilikom izvođenja (Komi & Buskirk, 1972; Verkoshansky & Siff, 2009) i veći rizik od povreda (Friden et al., 1983; Brewer, 2017).

8.3. Razlike između inicijalnog i finalnog merenja

Rezultati realizovanog istraživanja pokazali su značajne razlike i efekte između inicijalnog i finalnog merenja kod obe grupe ispitanica i na multivarijantnom i na univarijantnom nivou za polovinu merenih parametara. Ustanovljeno je da postoji veći broj merenih parametara koji se značajno razlikovao između inicijalnog i finalnog merenja kod grupe ispitanika koja su vežbala pliometrijski program baziran sa ekscentričnim kontrakcijama u odnosu na grupu sa pliometrijskim programom vežbanja baziranim sa koncentričnim kontrakcijama.

Kod biomehaničkih parametara pliometrijski program koji je bio baziran sa ekscentričnim kontrakcijama u E1 grupi imao je 11 parametara na multivarijantnom nivou sa značajnim razlikama i efektima između inicijalnog i finalnog merenja. Na univarijantnom nivou ispitanice u E1 grupi imale su 40 parametara sa značajnom razlikom između inicijalnog i finalnog merenja. Za kinetičke parametre CMJ ekscentrične faze E1 grupa pokazala je dva parametra na univarijantnom nivou koji su imali značajne razlike i efekte, EccV i EccF (Figura 3 i Tabela 58). Na multivarijantnom nivou nisu postojale značajne razlike. Za koncentričnu fazu CMJ skoka, uočavaju se značajni rezultati i na multivarijantnom nivou i na univarijantnom za tri parametra ConcV, ConcF, i ConcT (Figura 6 i Tabela 59). Prva E1 grupa imala je značajne razlike i efekte na multivarijantnom nivou za ceo skok CMJ, a na univarijantnom nivou značajni rezultati primećeni su za tri parametra Height, Rel F, i Rel I

(Figura 9 i Tabela 60). Kada posmatramo drugi test procene eksplozivne snage, ekscentrična faza NJ ne uočavaju se značajne razlike na multivarijantnom nivou, dok je jedina značajna razlika i efekti na univarijantnom nivou primećena u E1 grupi za EccV (Figura 5 i Tabela 61). Rezultati koncentrične faze NJ skoka pokazali su značajne razlike i efekte na multivarijantnom nivou kod E1 grupe, dok na univarijantnom nivou postoji samo jedan parametar, ConcV (Figura 6 i Tabela 62). Posmatrajući ceo skok NJ, E1 grupa pokazala je značajne razlike i efekte na multivarijantnom nivou i jedan parametar na univarijantnom nivou, Length (Figura 7 i Tabela 63).

Kod biomehantičkog pliometrijskog programa koji je bio baziran sa koncentričnim kontrakcijama parametara u E2 grupi imao je 10 parametara na multivarijantnom nivou sa značajnim razlikama i efektima između inicijalnog i finalnog merenja. Na univarijantnom nivou ispitanice u E2 grupi imale su 28 parametara sa značajnom razlikom između inicijalnog i finalnog merenja. Za kinetičke parametre ekscentrične faze CMJ, E2 grupa pokazala je jedan parametar na univarijantnom nivou koji je imao značajne razlike i efekte EccF (Figura 3 i Tabela 58). Na multivarijantnom nivou nisu postojale značajne razlike. Za koncentričnu fazu CMJ skoka uočavaju se značajni rezultati i na multivarijantnom nivou i na univarijantnom za dva parametra ConcI i ConcI ConcT (Figura 6 i Tabela 59). Na multivarijantnom nivou E2 grupa nije pokazala značajne rezultate kod ceo skok CMJ, dok na univarijantnom nivou postoje značajni rezultati za dva parametra Height i Rel I (Figura 9 i Tabela 60). Rezultati kod ekscentrične faze NJ ne pokazuju značajne razlike na multivarijantnom nivou kao ni na univarijantnom nivou (Figura 5 i Tabela 61). Rezultati koncentrične faze NJ skoka pokazali su značajne razlike i efekte na multivarijantnom nivou, a na univarijantnom nivou postoji jedan parametar ConcV sa značajnim rezultatom (Figura 7 i Tabela 62). Posmatrajući ceo NJ skok, E2 grupa imala je značajne razlike i efekte na multivarijantnom nivou i jedan parametar na univarijantnom nivou, Length (Figura 8 i Tabela 63).

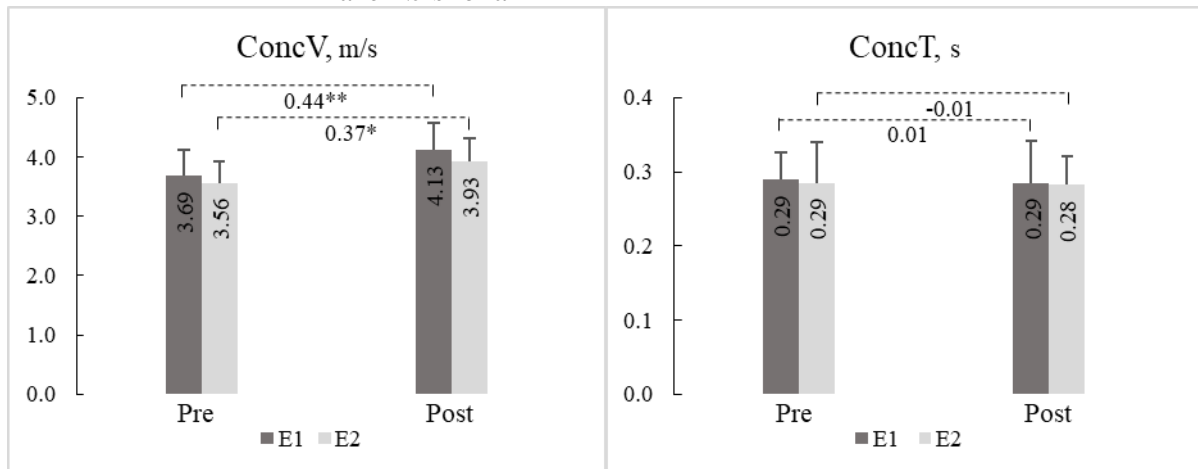
U istraživanju koje je trajalo 10 nedelja autori Chelly et al. (2015), dobili su značajne razlike i efekte između inicijalnog i finalnog merenja kod svih vrsta vertikalnih i horizontalnih test skokova. Za razliku od rezultata realizovanog istraživanja sprinteri mlađeg uzrasta nisu pokazali značajne razlike za kinetičke parametre kod CMJ skoka. Zabeležen je značajni napredak od dva cm koji je nešto manji u odnosu na rezultate realizovane studije (Chelly et al., 2015). Slične rezultate razlike između inicijalnog i finalnog merenja i značajni napredak od dva cm u CMJ skoku predstavljeni su i u (Gehri et al., 1998). Istraživači su

ispitali dva različita programa vežbanja po vrsti skokova na ispitanicima različitih sportova. Jedna grupa je vežbala CMJ skokove a druga skokove u dubinu.

Značajni napredak od šest cm koji je u skladu sa rezultatima realizovane studije viđen je i kod programa vežbanja koji je bio sačinjen od kombinacije različitih pliometrijskih skokova (Holcomb et al., 1996). Sličan napredak između pet i šest cm predstavljen je kod juniorskih košarkaša u (Matavulj et al., 2001). Dva pliometrijska programa imala su jednu vežbu skoka u dubinu sa različitim visinama postolja od 50 cm do 100 cm. Značajne razlike i efekti pokazani su i kod kinetičkog parametra maksimalnog razvoja sile (Matavulj et al., 2001). Značajne razlike i efekti u kinetičkom parametru reaktivne snage prilikom skoka potvrđene su u (Young et al., 1999). Još jedna potvrda napretka između inicijalnog i finalnog merenja od šest i osam cm predstavljena je u (Fatouros et al., 2000). Zabeležen je i rezultat kinetičkog parametra vreme kontakta sa podlogom tokom vertikalnog skoka koji nije u skladu sa rezultatima realizovane studije (Figura 3, 6 i 9, i Tabela 58–60).

Istraživanje sa istom dužinom trajanja programa i rezultatima u skladu sa realizovanim istraživanjem prikazano je u studiji (El-Ashker et al., 2019). Autori su pokazali značajne rezultate atletičara juniorskog uzrasta. Ispitanici su imali značajno poboljšanje visine vertikalnog skoka od 13 cm, kao i kinetičke parametre početne brzine i vreme trajanja kontakta CMJ skoka. Identična situacija pokazana je kod rezultata horizontalnog skoka u dalj iz mesta gde su predstavljene značajane razlike i efekti između inicijalnog i finalnog merenja od 13 cm za dužinu skoka. Jedan kinetički parametar, početna brzina NJ skoka, takođe je imao značajno poboljšanje (El-Ashker et al., 2019) (rezultati realizovanog istraživanja razlika između inicijalnog i finalnog merenja u kinetičkim parametrima koncentrične faze NJ skoka kod E1 i E2 grupe detaljnije su prikazane u Figura 7 i Tabela 62).

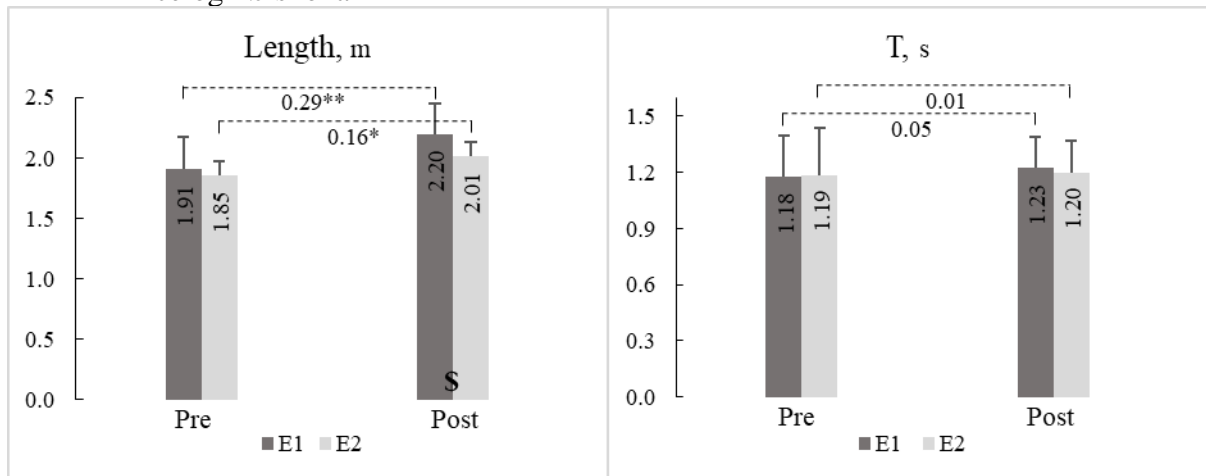
Figura 7. Razlike između E1 i E2 grupe na inicijalnom i na finalnom merenju i razlike između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe u kinetičkim parametrima koncentrične faze NJ skoka



Legenda: * – statistički značajna razlika između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe rezultat, $p < .05$; ** – statistički značajna razlika između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe rezultat, $p < .001$; Pre – inicijalno merenje; Post – finalno merenje.

Kraći pliometrijski program vežbanja od dve nedelje takođe doprinosi značajnom poboljšanju dužine horizontalnog skoka u dalj (Mackala & Fostiak, 2015). Pozitivan napredak od 2,2% je nešto manji u odnosu na realizovanu studiju. Razlog tome je dužina trajanja pliometrijskog vežbanja kao i zbog ispitanika koji su sprinteri elitnog ranga u juniorskoj kategoriji što nije slučaj sa ispitanicama realizovane studije. Napredak kod CMJ skoka od 10,2%, takođe u studiji (Mackala & Fostiak, 2015), pokazuje rezultate koji su u skladu sa realizovanim istraživanjem (Figura 8 i 9, i Tabela 60 i 63). Još jedna studija (Mackala et al., 2019), sa kraćim pliometrijskim programom od tri nedelja pokazala je značajne rezultate u skladu sa realizovanim studijom. Potvrđen je značajan napredak kod obe grupe juniorskih sprintera u CMJ skoku od 7,9% ili šest cm i kod horizontalnog skoka iz mesta od 2,5% i 5,3%, odnosno sedam i osam cm (rezultati realizovanog istraživanja razlika između inicijalnog i finalnog merenja kod ceo NJ skoka kod E1 i E2 grupe detaljnije su prikazane u Figura 8 i Tabela 63).

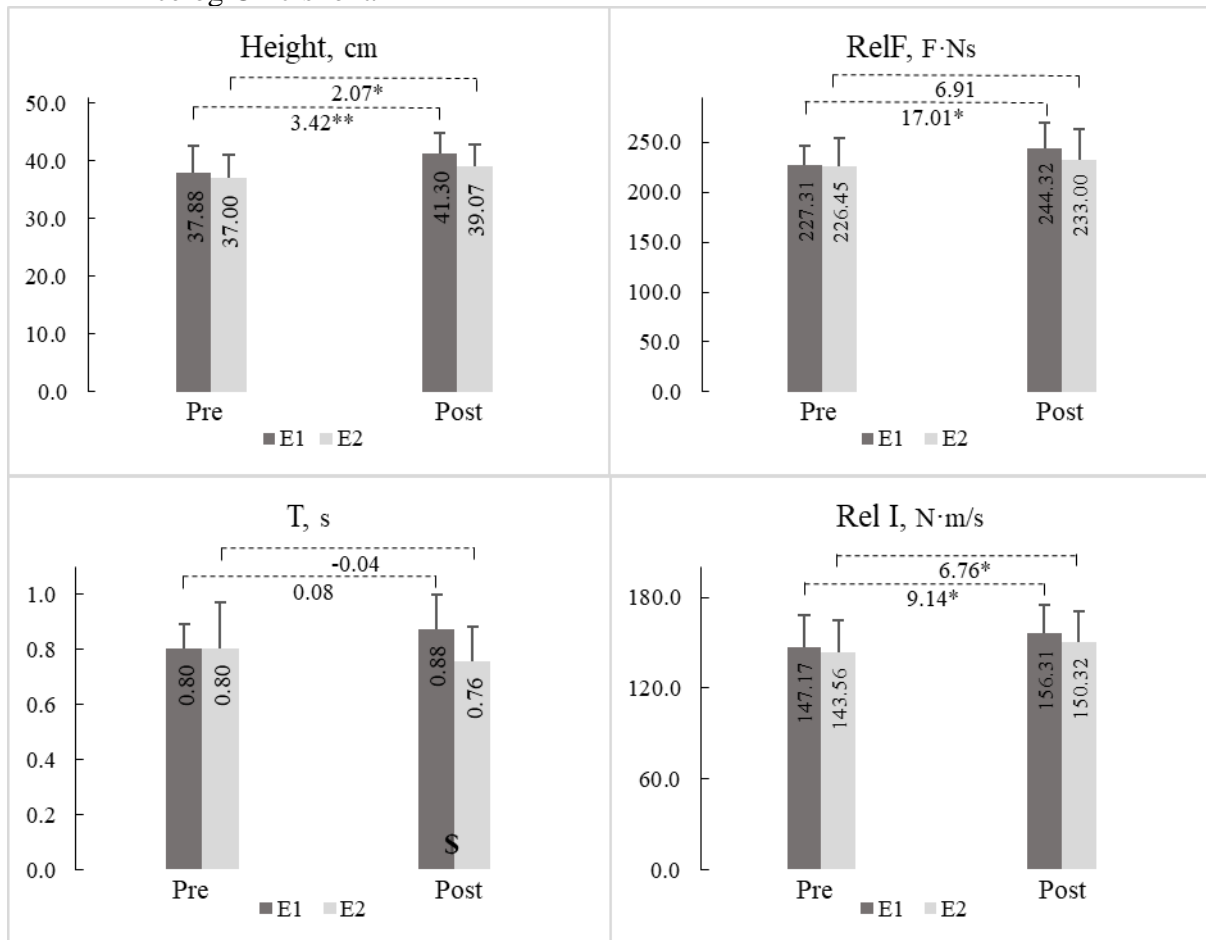
Figura 8. Razlike između E1 i E2 grupe na inicijalnom i na finalnom merenju i razlike između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe u kinetičkim parametrima celog NJ skoka



Legenda: * – statistički značajna razlika između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe rezultat, $p < .05$; ** – statistički značajna razlika između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe rezultat, $p < .001$; \$ – statistički značajna razlika između E1 i E2 grupe na finalnom merenju; Pre – inicijalno merenje; Post – finalno merenje.

Rezultati visine skoka CMJ testa u studiji (Lyttle et al., 1996), potvrđuje značajne razlike i napredak između inicijalnog i finalnog merenja koji su u skladu sa realizovanom studijom. Košarkaši juniorskog uzrasta pokazali su značajne razlike i napredak između inicijalnog i finalnog merenja od 6% kod CMJ testa (Arede et al., 2019). Značajan napredak između inicijalnog i finalnog merenja kod CMJ testa zabeležen je takođe u studiji (Fontenay et al., 2013). Istraživači su dobili značajne efekte sa duplo većim napretkom od 12% kod košarkašica juniorskog uzrasta. Prikazano je da kinetički parametar vreme CMJ skoka nema značajne razlike što je u skladu sa rezultatima realizovanog istraživanja. Za razliku od rezultata vreme CMJ skoka, kinetički parametar sile nije pokazao značajne razlike i nije u skladu sa rezultatima realizovanog istraživanja (Fontenay et al., 2013) (rezultati realizovanog istraživanja razlika između inicijalnog i finalnog merenja kod celog CMJ skoka kod E1 i E2 grupe detaljnije su prikazane u Figura 9 i Tabela 60).

Figura 9. Razlike između E1 i E2 grupe na inicijalnom i na finalnom merenju i razlike između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe u kinetičkim parametrima celog CMJ skoka



Legenda: * – statistički značajna razlika između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe rezultat, $p < .05$; ** – statistički značajna razlika između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe rezultat, $p < .001$; \$ – statistički značajna razlika između E1 i E2 grupe na finalnom merenju; Pre – inicijalno merenje; Post – finalno merenje.

Jedan od najvećih zabeleženih napretka između inicijalnog i finalnog merenja u dosadašnjim istraživanjima kod CMJ testa prikazan je u studiji (Idrizovic et al., 2018). Istraživači su dobili značajne efekte posle 12 nedelja vežbanja pliometrijskog programa od 16,9% kod odbojkašica juniorskog uzrasta. Postojanje značajnih razlika i efekata primećeni su i u studiji (Martel et al., 2005), koja je isto ispitivala odbojkašice juniorskog uzrasta. Sa duplo kraćim trajanjem pliometrijskog programa od šest nedelja, istraživači su dobili rezultate napretka od 11% koji su u skladu sa rezultatima realizovanog istraživanja. Još jedna potvrda uspešnosti pliometrijskog vežbanja viđena je kod juniorskih odbojkaša u (Newton et al., 1999). Autori su dobili značajane razlike i napredak od 5,9% kod CMJ testa. Uočene su i nešto manje vrednosti napretka od 2,1% za kinetičke parametre sile u odnosu na rezultate realizovane studije. U studiji Krističević et al. (2016), autori su ispitivali odbojkašice juniorskog uzrasta i dobili značajne razlike između inicijalnog i finalnog merenja kod CMJ skoka. Značajani efekti uočeni su i u studiji (Usman & Shenoy, 2015), koja je pokazala i da

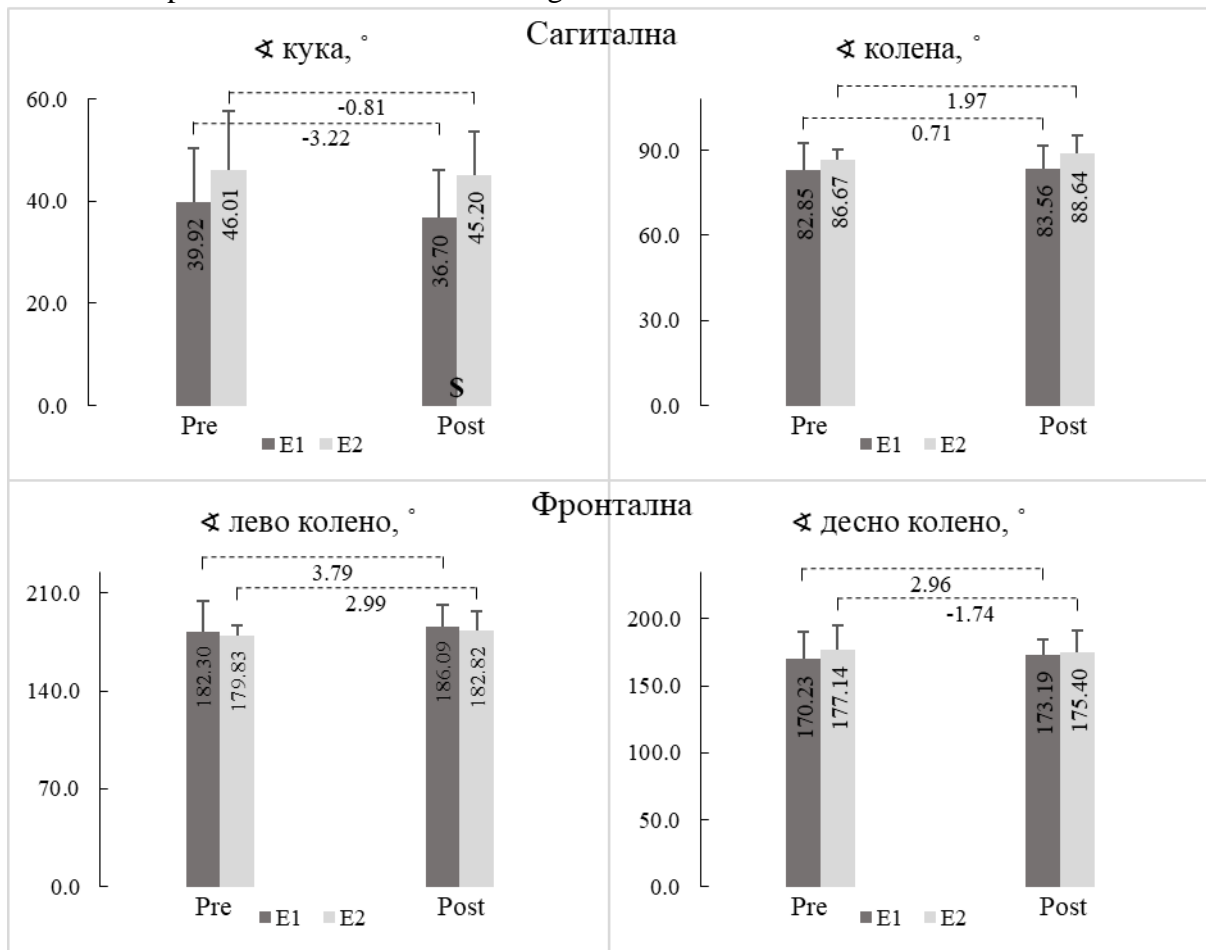
odbojkaši imaju veće vrednosti napretka u CMJ skoku u odnosu na napredak odbojkašica (Figura 6 i 9 i Tabela 59 i 60).

Studija čiji rezultati nisu u skladu sa realizovanim istraživanjem i rezultatima dosadašnjih istraživanja viđena je u radu (Bouterra et al., 2020). Autori su sproveli pliometrijski program vežbanja u trajanju od osam nedelja na košarkašima juniorskog uzrasta i nisu dobili značajne razlike niti efekte između inicijalnog i finalnog merenja kod CMJ testa. Moguće objašnjenje ovakvih rezultata jeste što se istraživanje odvijalo u sezoni kada su ispitanice imale košarkaške utakmice i imale dodatne košarkaške treninge (Bouterra et al., 2020). Još jedna studija koja nije imala značajne razlike i efekte između inicijalnog i finalnog merenja je (Meszler & Vaczi, 2019). Košarkašice nisu imale napretka u CMJ testu zbog kratkog pliometrijskog treninga od svega 20 min (Moran, Clark, Ramirez-Campillo, Davies, & Drury, 2019). Dva različita pliometrijska programa sa jednom vrstom vežbe, skokove u dubinu, i jednom razlikom u vremenu kontakta sa podlogom nisu dovele do značajnih efekata u visini skoka (Young et al., 1999). Visina postolja skoka u dubinu koja je dostizala 75 cm dovodi do prevelike sile i nemogućnosti izvođenja pliometrijske akcije što može objasniti ovakve rezultate (Bobbert et al., 1987).

Rezultati kinematičkih parametara CMJ testa iz sagitalne i iz frontalne ravni nisu pokazali značajne rezultate ni na multivarijantnom ni na univarijantnom nivou kod nijedne grupe (Figura 10 i Tabela 64). Dok su rezultati između inicijalnog i finalnog merenja za kinematičke parametre NJ skoka pokazali značajnu razliku i veliki uticaj kod samo E1 grupe na multivarijantnom nivou. Na univarijantnom nivou E1 grupa pokazala je jedan značajan rezultat za ugao kuka (Figura 11 i Tabela 65).

U studiji (McErlain-Naylor, King, & Pain, 2014), bili su uključeni 18 starijih ispitanika različitih sportova koji su imali srednje vrednosti visine skoka od 55 cm. Autori su upoređivali kinetičke i kinematičke parametre u različitim zglobovima i trenucima CMJ skoka i dobili vrednosti ugla kolena od 81° iz sagitalne ravni. Rezultati ugla kolena poklapaju se sa vrednostima realizovanog istraživanja kod ugla kolena ispitanica E1 grupe ali ne i kod E2 grupe (rezultati realizovanog istraživanja razlika između inicijalnog i finalnog merenja u kinematičkim parametrima CMJ skoka kod E1 i E2 grupe detaljnije su prikazane u Figura 10 i Tabela 64).

Figura 10. Razlike između E1 i E2 grupe na inicijalnom i na finalnom merenju i razlike između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe u kinematičkim parametrima CMJ skoka iz sagitalne i frontalne ravni

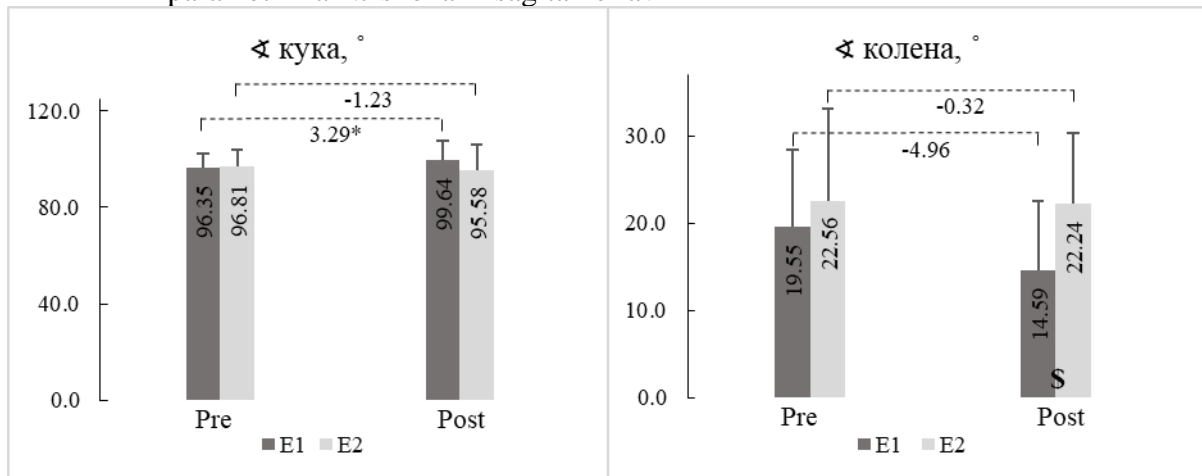


Legenda: \$ – statistički značajna razlika između E1 i E2 grupe na finalnom merenju; Pre – inicijalno merenje; Post – finalno merenje.

Stariji ispitanici različitih sportova i uzrasta od 20 godina učestvovali su u detaljnoj studiji sa tri različita programa vežbanja (Arabatzi, Kellis, & De Villarreal, 2010). Svi programi doprineli su različitim rezultatima. Pliometrijski program poboljšava visinu CMJ skoka, kinetički parametar snage u ekscentričnoj fazi, i uzrokuje značajnu promenu u kinematičkom parametru iz sagitalne ravni. Rezultati između inicijalnog i finalnog merenja u CMJ skoka delimično se poklapaju sa rezultatima realizovanog istraživanja. Nepostojanje značajnih razlika i efekata kod ugla kuka (Arabatzi et al., 2010), poklapaju se sa rezultatima realizovane studije, dok značajne razlike kod ugla kolena su u suprotnosti. Još jedno istraživanje sa starijim ispitanicima i nešto kraćim pliometrijskim programom vežbanja od šest nedelja prikazano je u (Azreh, Oskouei, & Shirazi, 2020). Sa značajnim napretkom visine CMJ skoka predstavljeni su i značajni rezultati razlika između inicijalnog i finalnog merenja za dva kinematička parametra iz sagitalne ravni. Rezultati ugla kolena i kuka ne poklapaju se sa rezultatima realizovane studije (Figura 3, 9 i 10, i Tabela 58, 60 i 64).

U nedostatku istraživanja koja su ispitivala efekte pliometrijskog programa vežbanja na kinematičke parametre sa CMJ skoka, diskutovane su studije koje su ispitivale kinematičke parametre sa skokom u dubinu sa različitim visinama postolja. Princip CMJ skoka i skoka u dubinu razlikuje se u većoj ekscentričnoj sili koja se proizvodi u zavisnosti od visine postolja od kojeg se vrši skok (Bosco, 1982). Iskorišćenje veće sile iz ekscentričnih kontrakcija i ekscentrične faze doprinosi i do veće sile u koncentričnoj fazi odnosno koncentričnoj kontrakciji gde se direktno utiče na visinu odskoka (Gehri et al., 1998; Ramirez-Campillo et al., 2020b). Rezultati realizovane studije imaju veće vrednosti uglova kolena iz frontalne i sagitalne ravni CMJ skoka u odnosu na rezultate studija (Coh & Mackala, 2013) (Figura 10 i 11, i Tabela 64 i 65). Takođe, treba napomenuti da uglovi kolena iz frontalne ravni se koriste za određivanje dinamičkog valgusa kolena koji je rezultat prekomerne adukcije kuka i unutrašnje rotacije. Pošto je stopalo fiksirano za pod, prekomerno kretanje u frontalnoj i poprečnoj ravni u kuku može izazvati medijalno pomeranje zgloba kolena, abdukciju tibije i pronaciju stopala (Cooke, Sled, & Scudamore, 2007; Powers, 2010). Iz sagitalne ravni pomeranje trupa u sagitalnoj ravni može uticati na momente u kuku i kolenu. Pozicija tela sa trupom napred povećava moment u kuku dok smanjuje moment u kolenu, a pozicija tela sa uspravljenim trupom povećava moment u kolenu dok smanjuje moment u kuku što se dalje zove "kompenzovani Trendelenburgov znak" (Powers, 2010). Studija sa skokom u dubinu (Fontenay et al., 2013), ispitivala je kinematičke parametre CMJ skoka iz frontalne ravni. Rezultati pokazuju značajne razlike i efekte između inicijalnog i finalnog merenja kod juniorskih košarkašica koji nisu u skladu sa realizovanim istraživanjem. Juniorske košarkašice u studiji Herrington (2010), pokazale su da nakon šest nedelja pliometrijskog programa postoje značajne razlike i smanjenja ugla kolena iz frontalne ravni, kod leve noge za 9,8 °, i kod desna noge za 12,3 °. Rezultati se ne poklapaju sa rezultatima realizovane studije (rezultati realizovanog istraživanja razlika između inicijalnog i finalnog merenja u kinematičkim parametrima NJ skoka kod E1 i E2 grupe detaljnije su prikazane u Figura 11 i Tabela 65).

Figura 11. Razlike između E1 i E2 grupe na inicijalnom i na finalnom merenju i razlike između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe u kinematičkim parametrima NJ skoka iz sagitalne ravni



Legenda: * – statistički značajna razlika između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe rezultat, $p < .05$; \$ – statistički značajna razlika između E1 i E2 grupe na finalnom merenju; Pre – inicijalno merenje; Post – finalno merenje.

Kod rezultata TMG analize pokazano je postojanje značajnih razlika i efekata na multivarijantnom nivou grupi za dva mišića leve noge, Vastus medialis i Gastrocnemius medialis. Značajni rezultati na multivarijantnom nivou uočeni su i kod tri mišića desne noge ispitanica u E1 grupi, Vastus lateralis, Gastrocnemius lateralis i Gastrocnemius medialis.

Na univarijantnom nivou 11 vremenska TMG parametra pokazala su značajne razlike i efekte kod mišića leve noge u E1 grupi, kod mišića Vastus lateralis-a, Vastus medialis-a, Biceps femoris-a, Semitendinosus-a, Gastrocnemius lateralis-a i Gastrocnemius medialis-a. Dok kod mišića desne noge na univarijantnom nivou primećuju se osam vremenska TMG parametra sa značajnim rezultatima, kod mišića Vastus lateralis-a, Biceps femoris-a, Gastrocnemius lateralis-a, i Gastrocnemius medialis-a.

Na univarijantnom nivou u E1 grupi za metrički Dm parametar TMG analize ustanovljeni su značajni rezultati i efekti za tri mišića leve noge, Vastus lateralis, Biceps femoris, i Gastrocnemius medialis. Rezultati kod mišića desne noge pokazuju značajne rezultate za četiri mišića Vastus lateralis-a, Biceps femoris-a, Gastrocnemius lateralis-a i Gastrocnemius medialis-a (Figura 4a i 4b, 12–17, i Tabela 66 i 67).

Kod rezultata TMG analize prikazano je postojanje značajnih razlika i efekata na multivarijantnom nivou za jedan mišić leve noge ispitanica u E2 grupi, Gastrocnemius lateralis. Dok rezultati kod mišića desne noge u E2 grupi pokazuju značajne razlike i efekte za pet mišića, oba opružača potkolenice Vastus medialis i Vastus lateralis, oba pregibača

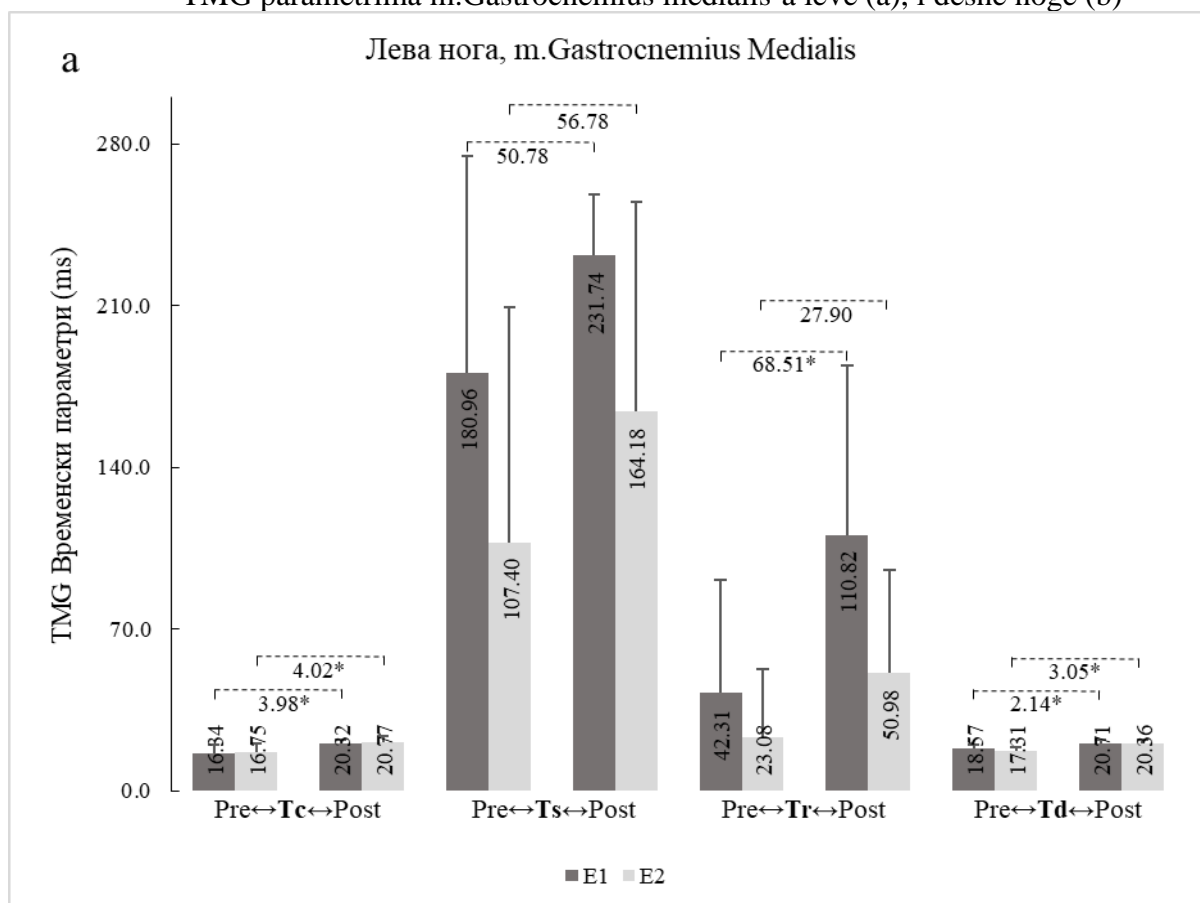
podkolenice, Biceps femoris i Semitendinosus, i jedan mišić opružača stopala Gastrocnemius lateralis.

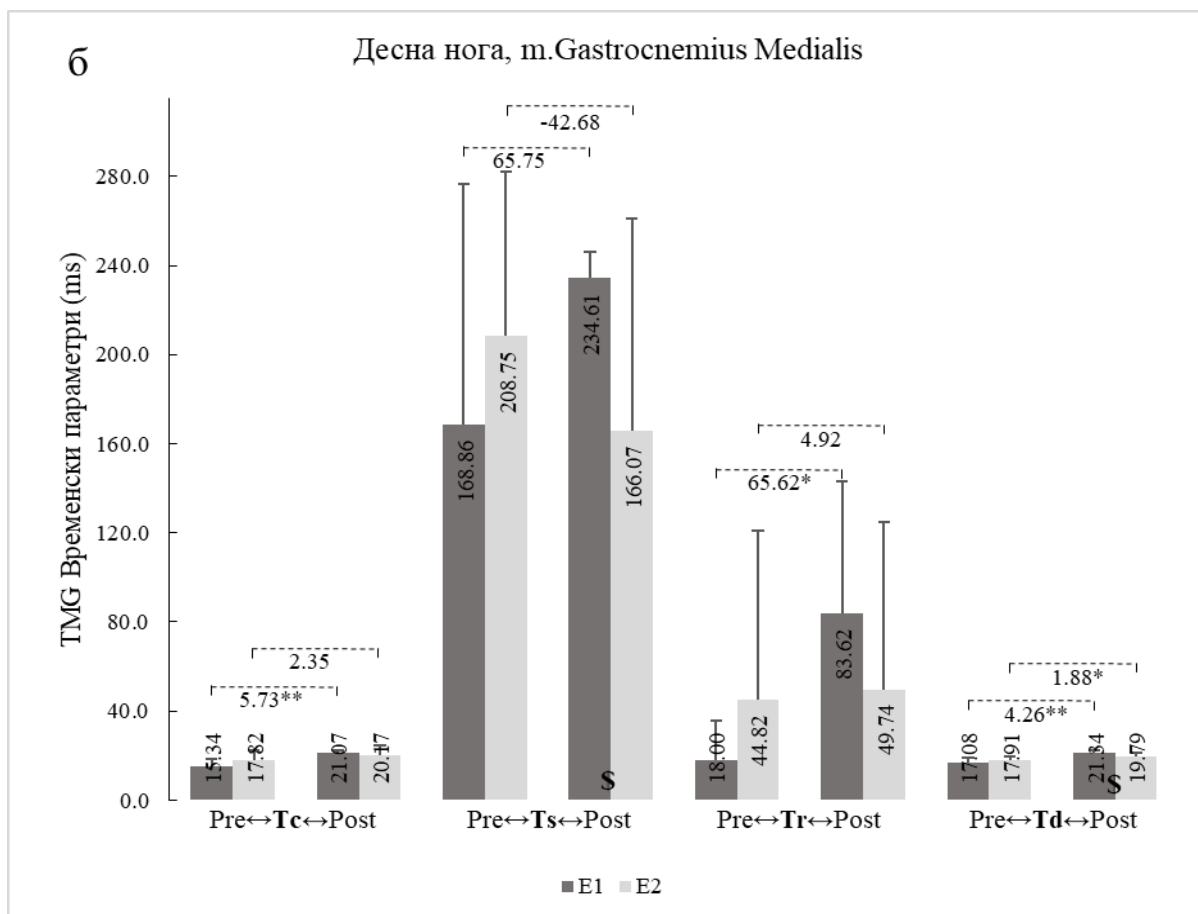
Na univarijantnom nivou četiri vremenska TMG parametra pokazala su značajne razlike i efekte kod mišića leve noge u E2 grupi, kod mišića Semitendinosus-a, Gastrocnemius lateralis-a i Gastrocnemius medialis-a. Kod mišića desne noge primećuju se na univarijantnom nivou osam vremenska TMG parametra sa značajnim rezultatima, kod mišića Vastus lateralis-a, Vastus medialis-a, Biceps femoris-a, Gastrocnemius lateralis-a i Gastrocnemius medialis-a.

U E2 grupi na univarijantnom nivou za metrički Dm parametar TMG analize prikazani su značajni rezultati i efekti za dva mišića leve noge, kod mišića Biceps femoris-a i Gastrocnemius medialis-a. Rezultati kod mišića desne noge pokazuju značajne rezultate za četiri mišića Vastus lateralis-a, Biceps femoris-a, Gastrocnemius lateralis-a i Gastrocnemius medialis-a (Figura 4a i 4b, 12–17, i Tabela 66 i 67).

Jedina studija koja je ispitivala efekte pliometrijskog programa vežbanja na sportistima i TMG analize je (Zubac & Šimunic, 2017). Autori su primenili osmonedeljni pliometrijski program vežbanja kod starijih ispitanika iz kolektivnih sportova. Sa značajnim poboljšanjem CMJ skoka došlo je do značajnog smanjenja Ts i smanjenja mišićnog tonusa. Visina CMJ skoka značajno se povećala za 12.2%, dok se kod mišića VL vrednosti vremenskog TMG parametra Ts smanjila za 8.7%. Takođe kod mišića BF zabeleženo je značajno smanjenje od 26.7%, i kod mišića GL za 25.8%. Rezultati kod mišića GM nisu pokazali značajne rezultate (Zubac & Šimunic, 2017). Istraživači su takođe dobili za metrički Dm TMG parametar značajno smanjenje kod mišića BF za 26.5%, kod mišića GM za 14.9%, i kod mišića GL za 31.5%. Jedino nepostojanje značajnih rezultata primećeno je kod mišića VL (Zubac & Šimunic, 2017). Rezultati realizovane studije se ne poklapaju sa rezultatima vremenskog TMG parametra Ts kod mišića VL, kod mišića BF, i kod mišića GL. Iako postoji statistički značajna razlika kod mišića GM rezultati realizovane studije pokazali su značajno povećanje a ne smanjenje (rezultati realizovanog istraživanja razlika između inicijalnog i finalnom merenja u vremenskim TMG parametrima mišića GM kod E1 i E2 grupe detaljnije su prikazane u Figura 12a i 12b, i i Tabela 66 i 67).

Figura 12a i 12b. Razlike između E1 i E2 grupe na inicijalnom i na finalnom merenju i razlike između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe u vremenskim TMG parametrima m.Gastrocnemius medialis-a leve (a), i desne noge (b)

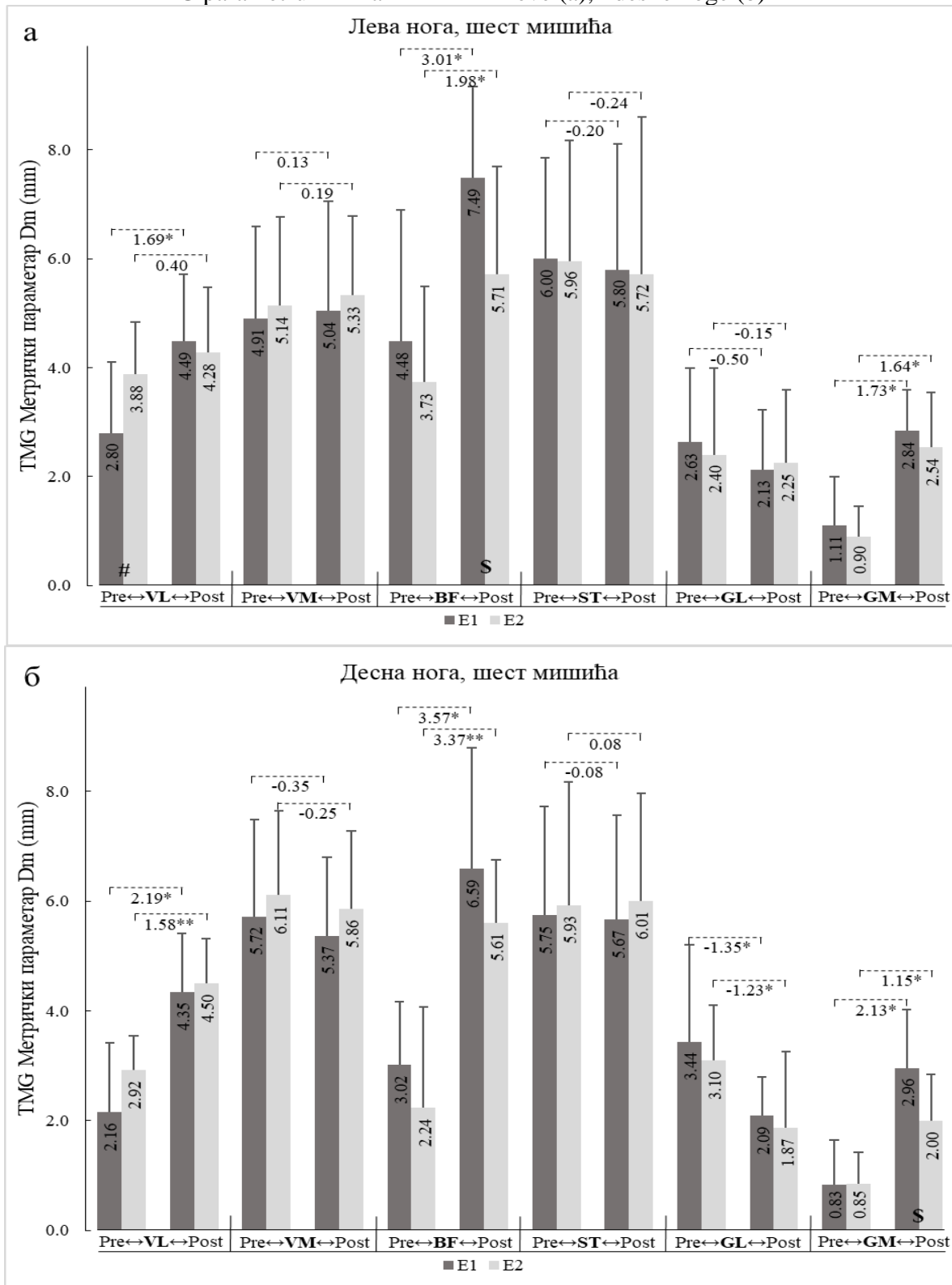




Legenda: * – statistički značajna razlika između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe rezultat, $p < .05$; ** – statistički značajna razlika između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe rezultat, $p < .001$; \$ – statistički značajna razlika između E1 i E2 grupe na finalnom merenju; Pre – inicijalno merenje; Post – finalno merenje; Tc – vreme kontrakcije; Ts – vreme održavanja kontrakcije; Tr – vreme opuštanja; Dm – maksimalna amplituda radijalnog pomeranja; Td – početno vreme kašnjenja.

Kada se posmatraju rezultati metričkog Dm TMG parametra, ne primećuje se poklapanje sa rezultatima realizovanog istraživanja za mišić BF, a poklapaju se za mišić GL i GM, s tim da su rezultati realizovane studije pokazali značajno povećanje a ne smanjenje (rezultati realizovanog istraživanja razlika između inicijalnog i finalnom merenja u metričkom TMG parametru svih merenih mišića kod E1 i E2 grupe detaljnije su prikazane u Figura 13a i 13b, i Tabela 66 i 67).

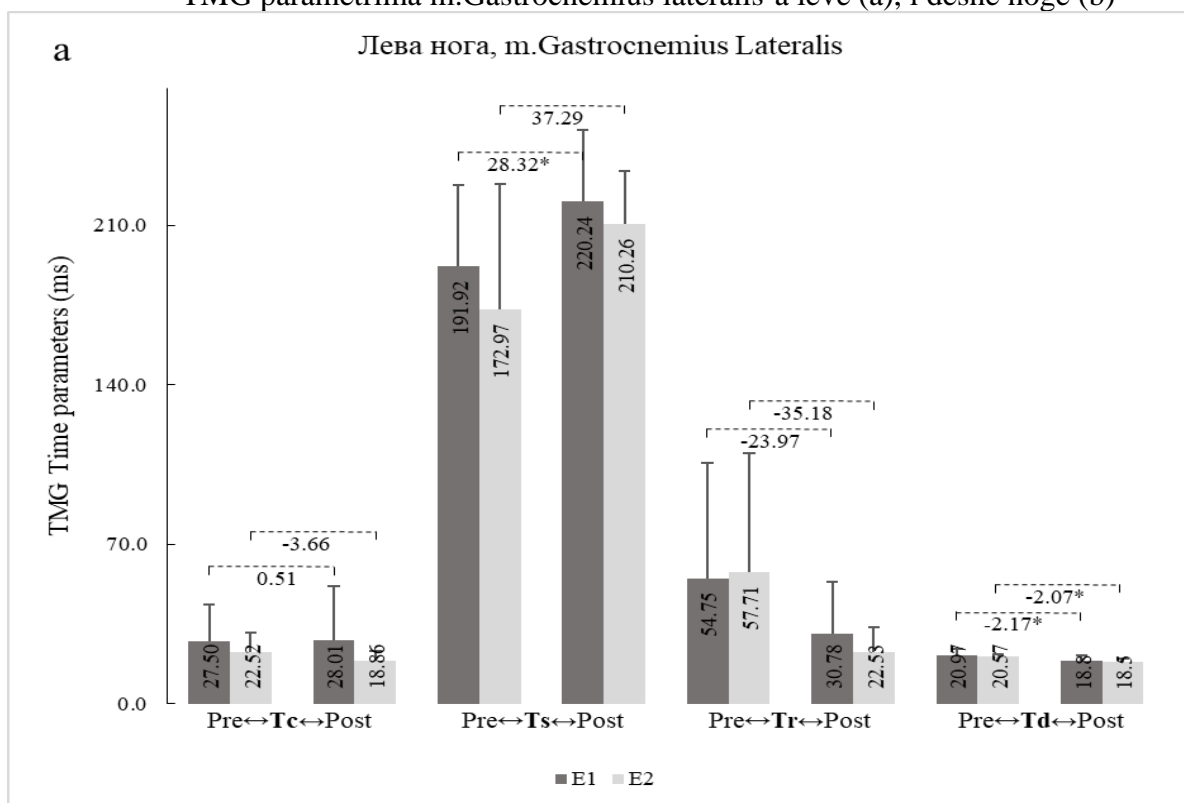
Figura 13a i 13b. Razlike između E1 i E2 grupe na inicijalnom i na finalnom merenju i razlike između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe u metričkom TMG parametru Dm za šest mišića leve (a), i desne noge (b)

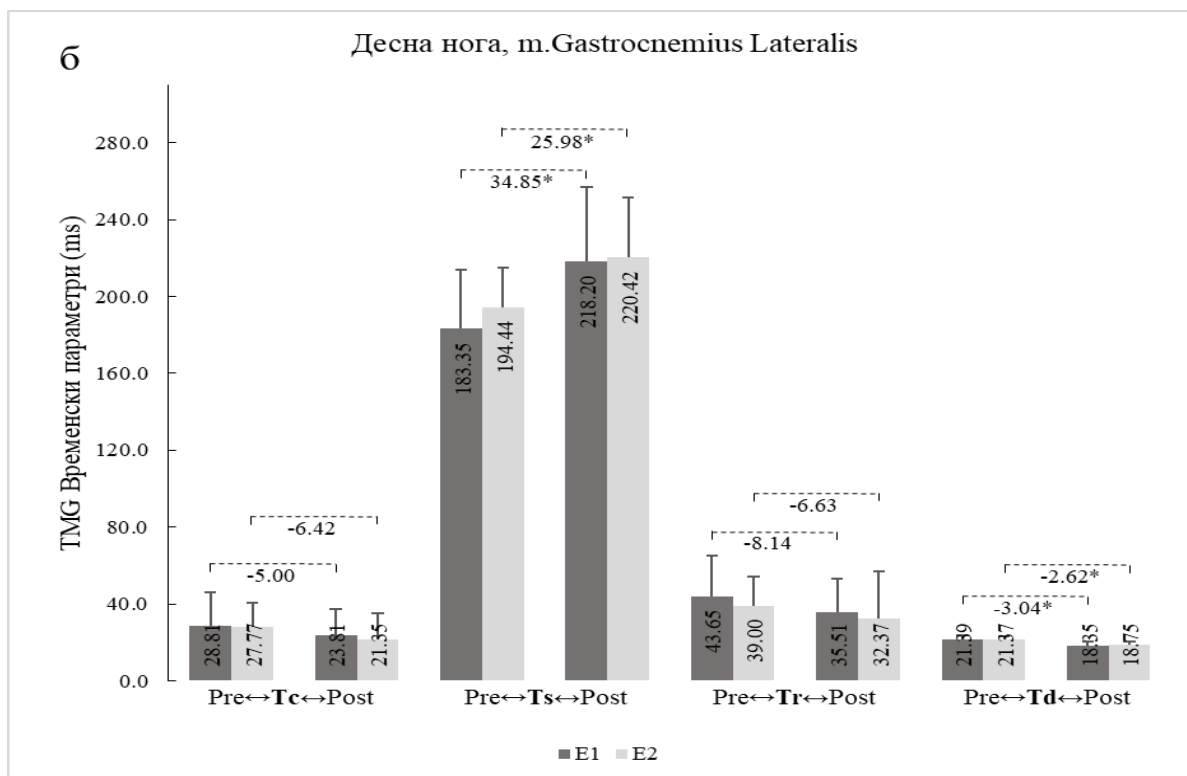


Legenda: * – statistički značajna razlika između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe rezultat, $p < .05$; ** – statistički značajna razlika između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe rezultat, $p < .001$; # – statistički značajna razlika između E1 i E2 grupe na inicijalnom merenju; \$ – statistički značajna razlika između E1 i E2 grupe na finalnom merenju; Pre – inicijalno merenje; Post – finalno merenje; Tc – vreme kontrakcije; Ts – vreme održavanja kontrakcije; Tr – vreme opuštanja; Dm – maksimalna amplituda radijalnog pomeranja; Td – početno vreme kašnjenja.

Zbog nedostatka studija sa TMG analizom koje su ispitivale efekte pliometrijskog načina vežbanja na mišiće donjih ekstremiteta juniorskih ispitanica predstavljena su istraživanja sa starijim ispitanicima. Studija sa detaljnom TMG analizom više mišića donjih ekstremiteta Zubac et al. (2019), ispitivala je efekte pliometrijskog vežbanja na starijim rekreativcima. Sa značajnim poboljšanjem između inicijalnog i finalnog merenja u CMJ skoku od 8,2% vremenski parametri TMG analize pokazali su značajno smanjenje vremena. Uočen je opseg od 5.7% do 28.9% kod mišića GM, i BF, dok kod mišića GL nije ustanovljena značajna razlika. Rezultati se delimično poklapaju sa rezultatima realizovanog istraživanja (rezultati realizovanog istraživanja razlika između inicijalnog i finalnom merenja u vremenskim TMG parametrima mišića GL kod E1 i E2 grupe detaljnije su prikazane u Figura 14a i 14b, i Tabela 66 i 67).

Figura 14a i 14b. Razlike između E1 i E2 grupe na inicijalnom i na finalnom merenju i razlike između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe u vremenskim TMG parametrima m.Gastrocnemius lateralis-a leve (a), i desne noge (b)

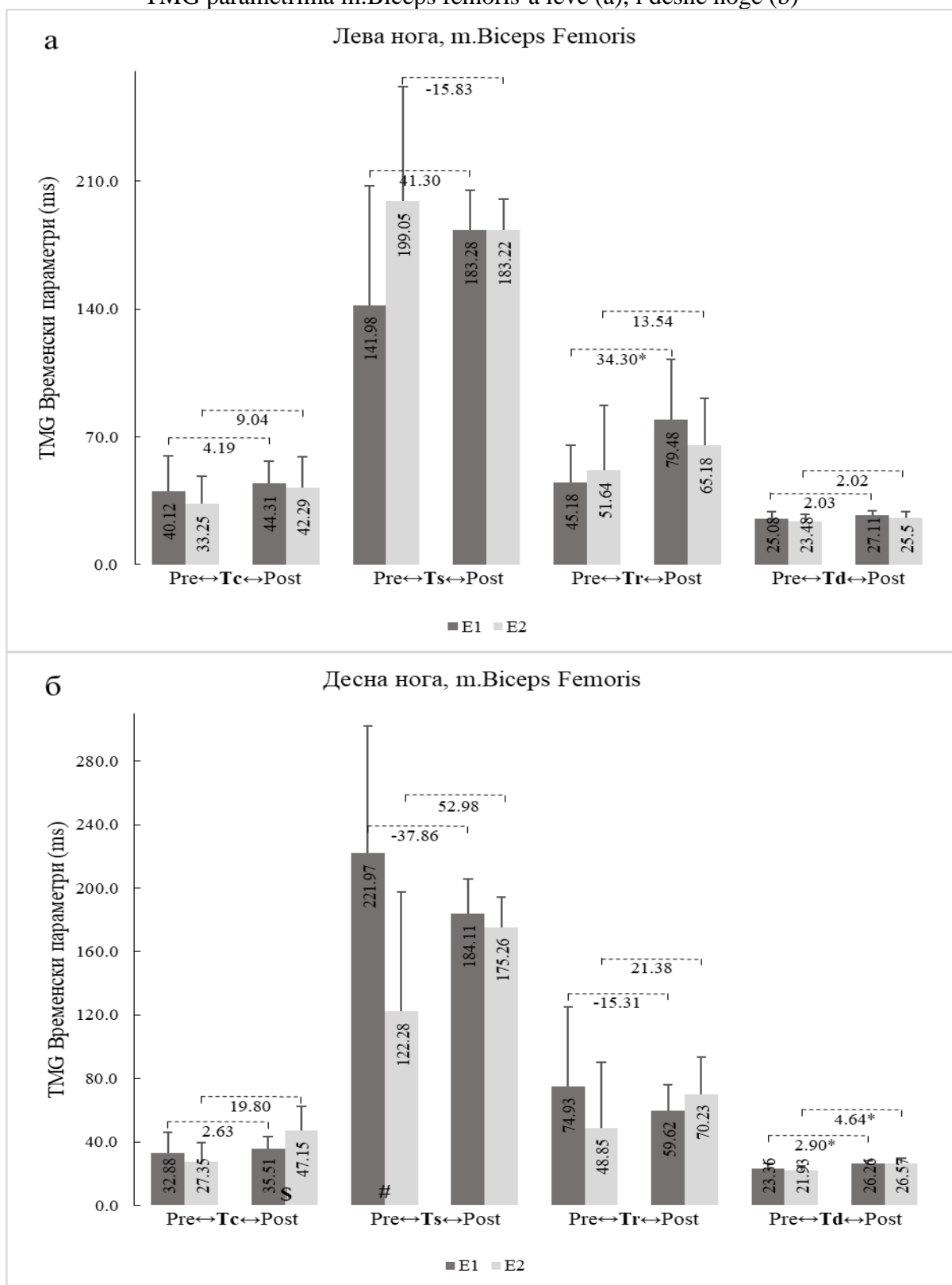




Legenda: * – statistički značajna razlika između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe rezultat, $p < .05$; Pre – inicijalno merenje; Post – finalno merenje; Tc – vreme kontrakcije; Ts – vreme održavanja kontrakcije; Tr – vreme opuštanja; Dm – maksimalna amplituda radijalnog pomeranja; Td – početno vreme kašnjenja.

Uočeno je značajno smanjenje za vrednosti Ts kod mišića GM od 9.6%, koje se poklapa sa realizovanom studijom. Kod mišića BF smanjenje od 5.7% delimično se poklapa. Nepostojanje značajnih razlika i smanjenja vremena kod mišića GL i VL takođe su u skladu sa rezultatima realizovanog istraživanja (Zubac et al., 2019). Rezultati metričkog Dm parametra TMG analize kod merenih mišića i značajna smanjenja nisu u skladu sa rezultatima realizovanog istraživanja. Treba napomenuti da su značajna smanjenja manja od zabeleženih u realizovanoj studiji (Figura 13a i 13b, i Tabela 66 i 67). Razlog je što su ispitanici u studiji bili stariji rekreativci (Zubac et al., 2019) (rezultati realizovanog istraživanja razlika između inicijalnog i finalnom merenja u vremenskim TMG parametrima mišića BF kod E1 i E2 grupe detaljnije su prikazane u Figura 15a i 15b, i Tabela 66 i 67).

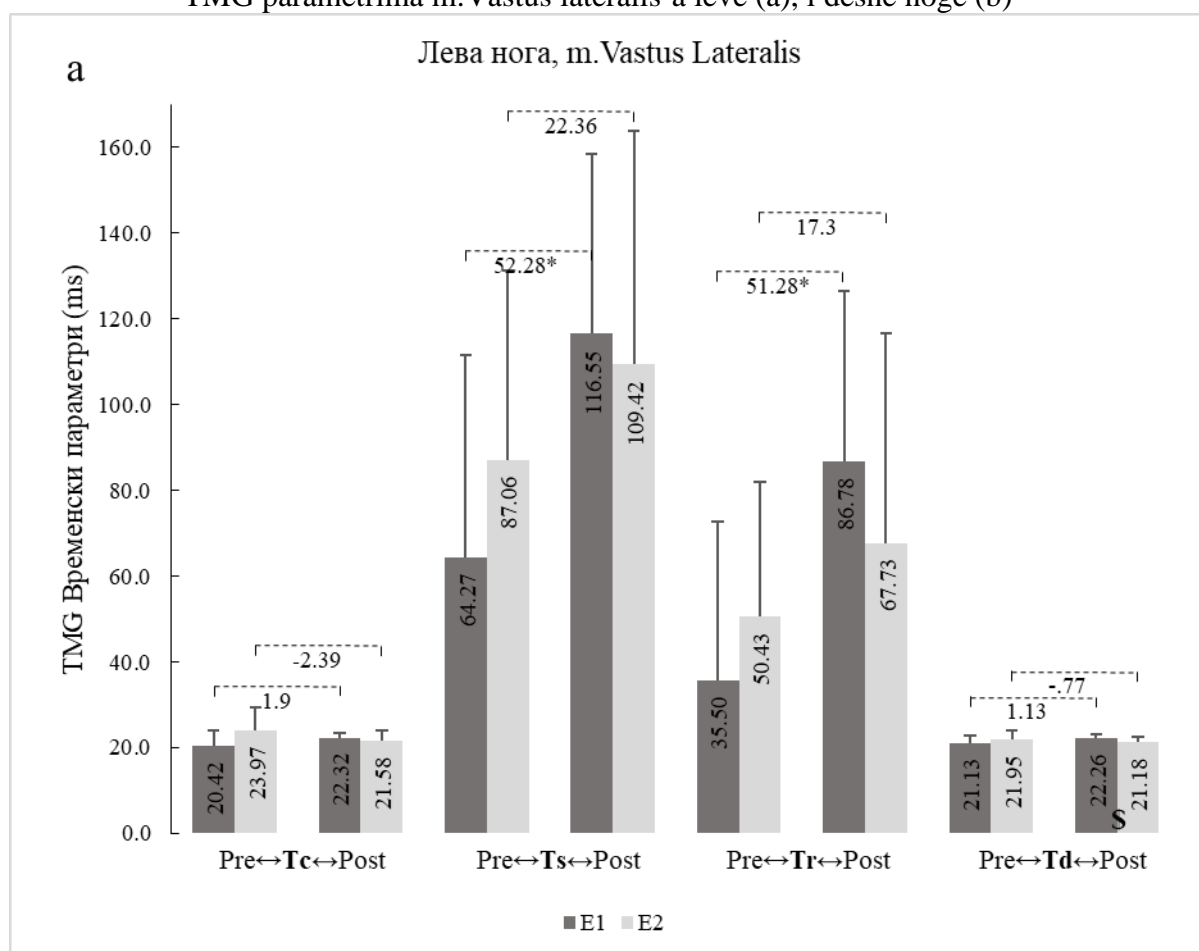
Figura 15a i 15b. Razlike između E1 i E2 grupe na inicijalnom i na finalnom merenju i razlike između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe u vremenskim TMG parametrima m.Biceps femoris-a leve (a), i desne noge (b)

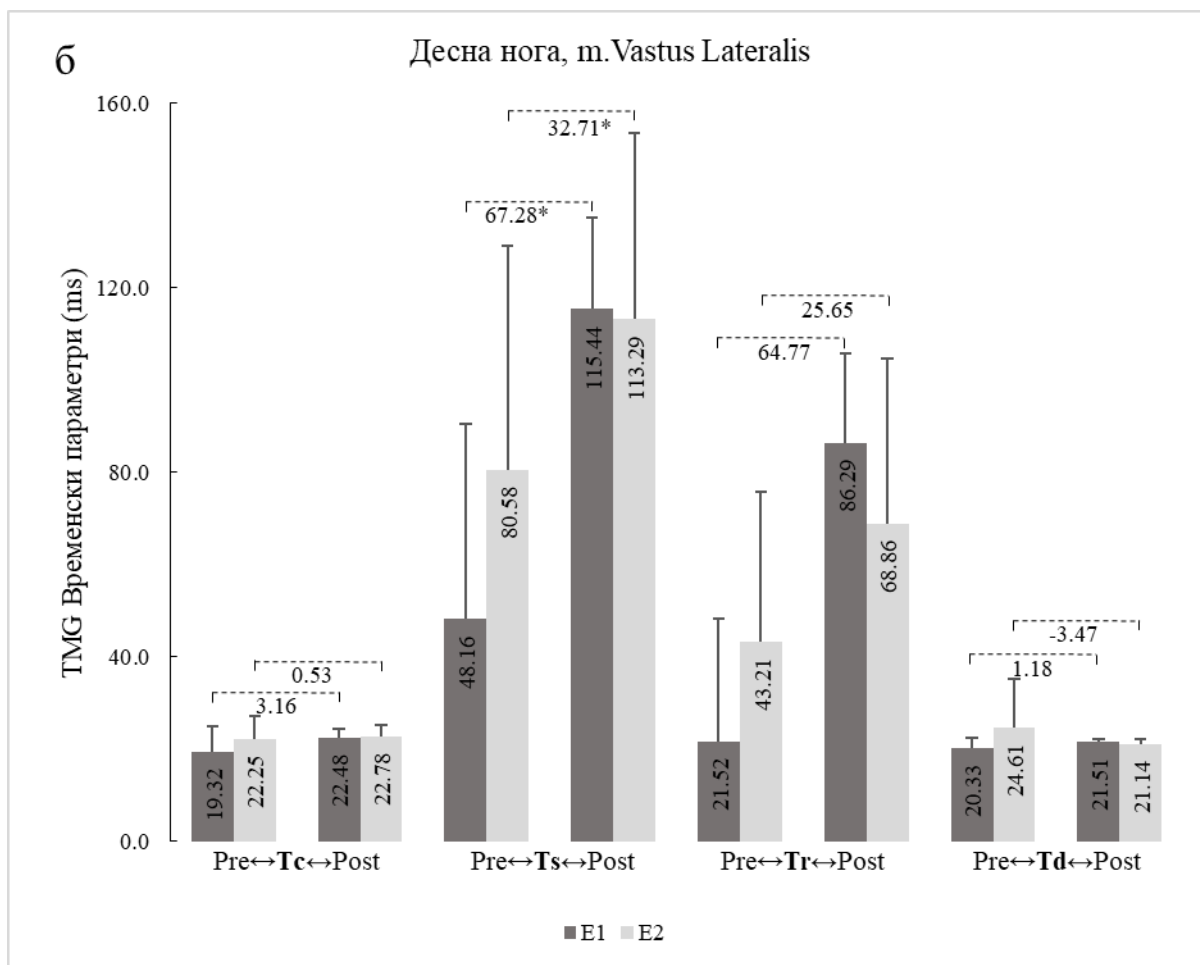


Legenda: * – statistički značajna razlika između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe rezultat, $p < .05$; # – statistički značajna razlika između E1 i E2 grupe na inicijalnom merenju; \$ – statistički značajna razlika između E1 i E2 grupe na finalnom merenju; Pre – inicijalno merenje; Post – finalno merenje; Tc – vreme kontrakcije; Ts – vreme održavanja kontrakcije; Tr – vreme opuštanja; Dm – maksimalna amplituda radijalnog pomeranja; Td – početno vreme kašnjenja.

U studiji de Paula Simola et al. (2016), ispitivana su dva suprotna programa vežbanja, jedan koji je baziran na vežbama sa ekscentričnim kontrakcijama i drugi sa sprinterskim vežbama. Kraći program vežbanja od 11 treninga u jednoj nedelji i umereno visokim intezitetom doprineli su značajnom smanjenju metričkog Dm parametra mišića VL. Obe grupe ispitanika pokazale su značajne rezultate što je u suprotnosti od rezultata realizovanog istraživanja (de Paula Simola et al., 2016) (Figura 13a i 13b, i Tabela 66 i 67). Razlog leži u strukturi treninga i kraćem trajanju programa koji je imao mali procenat pliometrijskih vežbi. Rezultati vremenskog Ts parametra TMG analize kod mišića VL pokazali su nepostojanje značajnih razlika između inicijalnog i finalnog merenja koje se delimično poklapa sa rezultatima realizovanog istraživanja (de Paula Simola et al., 2016) (rezultati realizovanog istraživanja razlika između inicijalnog i finalnom merenja u vremenskim TMG parametrima mišića VL kod E1 i E2 grupe detaljnije su prikazane u Figura 16a i 16b, i Tabela 66 i 67).

Figura 16a i 16b. Razlike između E1 i E2 grupe na inicijalnom i na finalnom merenju i razlike između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe u vremenskim TMG parametrima m.Vastus lateralis-a leve (a), i desne noge (b)

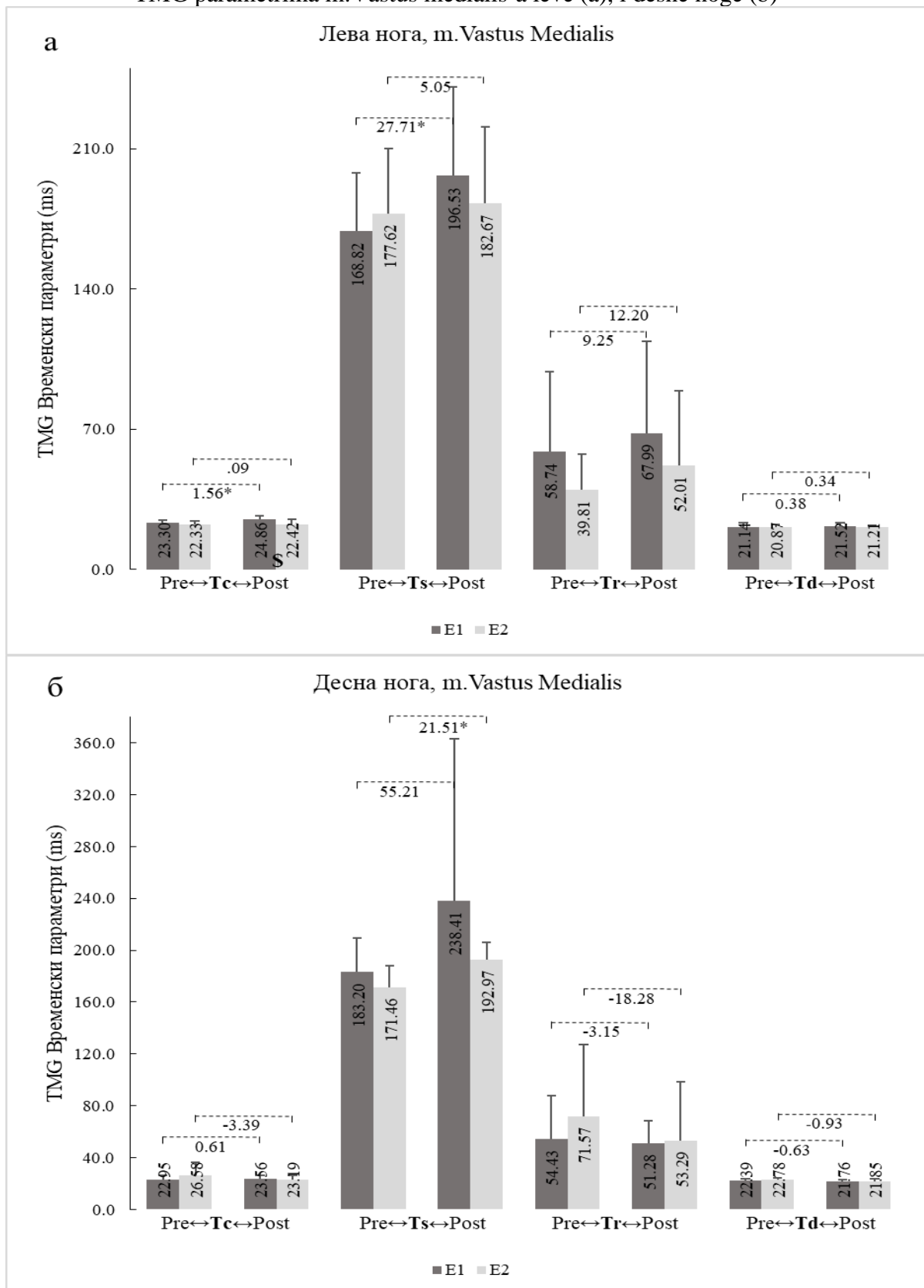




Legenda: * – statistički značajna razlika između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe rezultat, $p < .05$; \$ – statistički značajna razlika između E1 i E2 grupe na finalnom merenju; Pre – inicijalno merenje; Post – finalno merenje; Tc – vreme kontrakcije; Ts – vreme održavanja kontrakcije; Tr – vreme opuštanja; Dm – maksimalna amplituda radijalnog pomeranja; Td – početno vreme kašnjenja.

Stariji ispitanici muškog pola iz kolektivnih sportova učestovali su u detaljnom istraživanju uticaja šestonedelnog ekscentričnog programa (Núñez et al., 2018). Autori su koristili magnetnu rezonancu za prikupljanje podataka povećanja poprečnog preseka mišića donjih ekstremiteta za razliku od TMG analize realizovanog istraživanja. Sa očekivanim većim vrednostima usled drugog mernog aparata prikazani rezultati imali su veće vrednosti razlike između inicijalnog i finalnog merenja. Sa značajnim poboljšanjem između inicijalnog i finalnog merenja u CMJ skoku od 4.7% i 5.1% kod obe grupe ali ne i kod sprint testa na 10 m, zabeleženo je i povećanje poprečnog preseka mišića VM od 12.6% i mišića VL od 9.9% (Núñez et al., 2018). Rezultati su u skladu sa realizovanom studijom (rezultati realizovanog istraživanja razlika između inicijalnog i finalnog merenja u vremenskim TMG parametrima mišića VM kod E1 i E2 grupe detaljnije su prikazane u Figura 17a i 17b, i Tabela 66 i 67).

Figura 17a i 17b. Razlike između E1 i E2 grupe na inicijalnom i na finalnom merenju i razlike između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe u vremenskim TMG parametrima m.Vastus medialis-a leve (a), i desne noge (b)



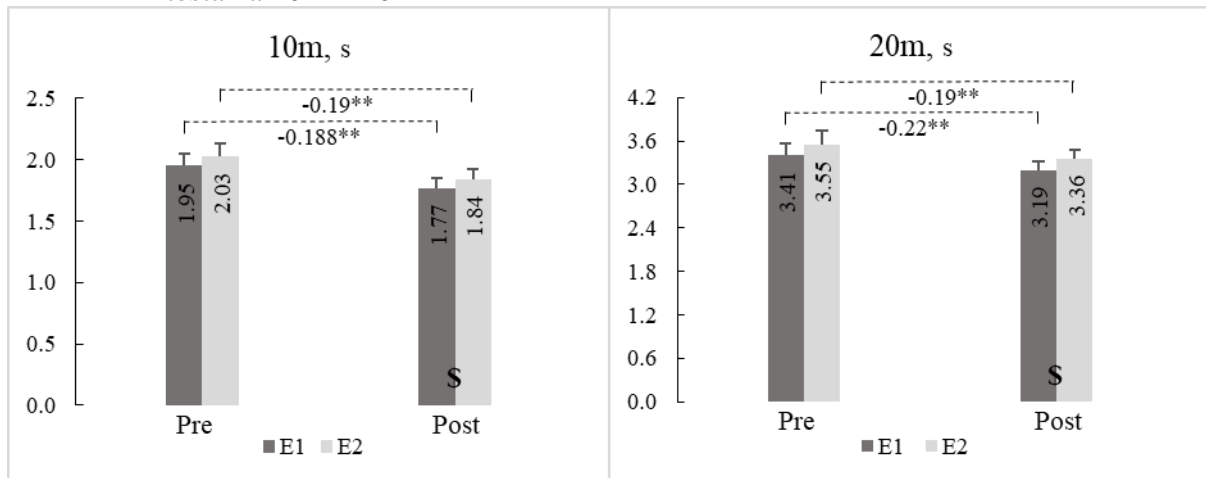
Legenda: * – statistički značajna razlika između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe rezultat, $p < .05$; Pre – inicijalno merenje; Post – finalno merenje; Tc – vreme kontrakcije; Ts – vreme održavanja kontrakcije; Tr – vreme opuštanja; Dm – maksimalna amplituda radijalnog pomeranja; Td – početno vreme kašnjenja.

Studija koje je analizirala efekte nepliometrijske programe vežbanja sa opterećenjem kod starijih ispitanika je (Wilson et al., 2019). Autori su takođe ispitivali mišić VL i nisu dobili značajne razlike kod Dm parametra što je u suprotnosti od rezultata realizovanog istraživanja. Rezultati koji su u skladu uočeni su za vremenski Ts parametar koji isto tako nije imao značajne razlike između inicijalnog i finalnog merenja (Figura 4a i 4b, 12–17, i Tabela 66 i 67).

Uočeno je da su svi mereni parametri testova procene brzine na 10 m i 20 m i na multivarijantnom i na univarijantnom nivou pokazali značajne razlike i efekte između inicijalnog i finalnog merenja kod obe grupe ispitanica.

U istraživanju (Chelly et al. 2015), autori su potvrdili značajne razlike i efekte između inicijalnog i finalnog merenja kod atletičara mlađeg uzrasta. Uočena su značajna poboljšanja u vremenima na kraćem sprint testa od 5 m koji su u skladu sa rezultatima realizovane studije. U sličnoj studiji (Chelly, Ghenem, Abid, Hermassi, Tabka, & Shephard, 2010), autori su dobili značajne efekte pliometrijskog vežbanja za tri različite brzine trčanja, u prvom startnom koraku, na 5 m, i između 35 m i 40 m. Takođe, istraživanje atletičara juniorskog uzrasta u (El-Ashker et al., 2019), pokazuje značajne rezultate koji su u skladu sa realizovanim istraživanjem. Autori su na nešto dužoj distanci sprint testa na 30 m dobili značajne razlike i efekte između inicijalnog i finalnog merenja. Dva različita pliometrijska programa u studiji (Arazi & Asadi, 2011), ispitivali su košarkaše juniorskog uzrasta. U skladu sa rezultatima realizovanog istraživanja autori su dobili značajne razlike i efekte između inicijalnog i finalnog merenja na nešto dužoj distanci sprint testa od 36,5 m i 60 m. Još jedna studija koja je ispitivala košarkaše juniorskog uzrasta, pokazala je značajne razlike između inicijalnog i finalnog merenja i napredak od 5% u sprint testu na 10 m (Arede et al., 2019). Kao kod košarkaša i atletičara tako i ispitanici iz odbojke juniorskog uzrasta pokazuju značajne rezultate nakon pliometrijskog načina vežbanja (Idrizovic et al., 2018). Autori su dobili značajno sniženje vremena na 20 m sprint testa od 5,7% što je u skladu sa rezultatima realizovanog istraživanja (rezultati realizovanog istraživanja razlika između inicijalnog i finalnom merenja u vremenima sprint testa na 10 m i 20 m kod E1 i E2 grupe detaljnije su prikazane u Figura 18 i Tabela 68).

Figura 18. Razlike između E1 i E2 grupe na inicijalnom i na finalnom merenju i razlike između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe u parametrima sprint testa na 10 m i 20 m



Legenda: * – statistički značajna razlika između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe rezultat, $p < .05$; ** – statistički značajna razlika između inicijalnog i finalnog merenja kod E1 i E2 grupe rezultat, $p < .001$; \$ – statistički značajna razlika između E1 i E2 grupe na finalnom merenju; Pre – inicijalno merenje; Post – finalno merenje.

Studija autora Mackala and Fostiak (2015), pokazala je da iako kraći pliometrijski program vežbanja od dve nedelje značajno poboljšava vreme sprint testa na 20 m iz letećeg starta kao i testa na 60 m. Iako manji napredak od 2,1% on je u skladu sa rezultatima realizovane studije. Razlog manjeg napretka ogleda se u testu letećeg sprinta koji se izvodi sa već maksimalnom postignutom brzinom što nije slučaj sa standardnim testom iz visokog starta. Pored toga autori su ispitivali elitne juniorske sprintere koji su imali i kraći period vežbanja od dve nedelje i šest treninga (Mackala & Fostiak, 2015). Još jedna studija sa juniorskim sprinterima i kraćim pliometrijskim programom pokazala je značajne rezultate u skladu sa realizovanom studijom (Mackala et al., 2019). Nešto manja razlika zabeležena je kod obe grupe od 11 i šest ms u odnosu na rezultate realizovanog istraživanja.

Rezultati koji su u suprotnosti sa realizovanom studijom viđeni su u radu (Lyttle et al., 1996), koji nije pokazao značajne razlike između inicijalnog i finalnog merenja. Istraživači su ispitivali ispitanike različitih sportova na dužoj distanci sprint testa od 40 m i testa na 20 m iz letećeg starta. Moguće objašnjenje ovakvih rezultata ogleda se u dužini i tipu sprint testa koji prati već dostignutu maksimalnu brzinu koja se koristi u sprint testu letećeg starta. Još jedna studija čiji rezultati nisu u skladu sa realizovanim istraživanjem viđena je u radu (Bouteraa et al., 2020). Košarkaši juniorskog uzrasta nisu pokazali značajne rezultate niti razlike između inicijalnog i finalnog merenja na 10 m i na 20 m sprint testa. Istraživanje se odvijalo u sezoni kada su ispitanice imale košarkaške utakmice i imale dodatne košarkaške treninge što može objasniti ovakve rezultate (Figura 18 i Tabela 68).

Dokazane činjenice i uticaj pliometrijskog načina treninga datira još sa početka prošlog veka i otkrivanja takvog načina treniranja od strane kreatora Verhoškanskog (Verkhoshansky & Siff, 2009). Razlog napretka je u objašnjenju dejstva pliometrijskog načina treniranja koji je sačinjen od vežbi sa pliometrijskom akcijom. Ključ razumevanja pliometrijske akcije nalazi se u trećoj fazi, fazi amortizacije, odnosno u vremenu spajanja (Chu & Meyer, 2013). Nakon ekscentrične kontrakcije mišića dolazi do kratke eksplozivne izometrijske kontrakcije koja prelazi u koncentričnu fazu odnosno kontrakciju, i taj period definiše efikasnost pliometrijskog pokreta. Što je kraća faza amortizacije to se skladištena energija koristi efikasnije u tranziciji (Davies & Matheson, 2001; Zatsiorsky, 2008). Ako je vreme tranzicije između faza duže od 15 ms, kod zgloba kolena (Siff, 2001), akcija se smatra običnim skakanjem (Zatsiorsky, 2008; Verkhoshansky & Siff, 2009; Chu & Meyer, 2013).

Da bi do napretka došlo potrebno je trenirati program vežbanja određeni vremenski period. Očekivane razlike između inicijalnog i finalnog merenja zabeležene su i zbog dužine trajanja istraživanja (de Villarreal et al., 2009). Studije koje su u skladu sa dužinom trajanja realizovanog istraživanja od šest nedelja su (Martel et al., 2005; Núñez et al., 2018; Wilson, et al., 2019), dok su neke bile i kraće (Rusu et al., 2013; de Paula Simola et al., 2015a; de Paula Simola et al., 2015b; de Paula Simola et al., 2016). Postoje studija koje su dale napredak sa kratkim trajanjem programa vežbanja, od jedne nedelje i tri treninga (Duffield, Cannon, & King, 2010; Moreno, Brown, Coburn, & Judelson, 2014), dve nedelje i šest treninga (Mackala & Fostiak, 2015) i tri nedelja i 12 treninga (Fowler, Trzaskoma, Wit, Iskra, & Lees, 1995).

Takođe postoje i istraživanja sa dužim vremenskim trajanjem pliometrijskih programa vežbanja od osam do 12 nedelja (Lyttle et al., 1996; Newton et al., 1999; Fontenay et al., 2013; Arazi & Asadi, 2011; Usman & Shenoy, 2015; Arede et al., 2018; Idrizovic et al., 2018; El-Ashker et al., 2019; Zubac et al., 2019; Bouteraa et al., 2020). Isto tako postoje istraživanja koja su trajala duže, od 16 nedelja (Clutch, Wilton, McGown, & Bryce, 1983), od 20 nedelja (Cossor, Blanksby, & Elliott, 1999), od 24 nedelja (Kato, Terashima, Yamashita, Hatanaka, Honda, & Umemura, 2006), i od 36 nedelja (Witzke & Snow, 2000), koje su kao i prethodne studije sa kraćim trajanjem pokazale značajne razlike između grupa između inicijalnog i finalnog merenja. U svima navedenim istraživanjima učestalost treninga u toku nedelje je od dva do tri puta i dužini trajanja treninga od 45 do 80 min što je u okviru realizovanog istraživanja, postoje studije koje su imale veću učestalost od četiri puta u toku nedelje ali sa kraćim trajanjem pliometrijskog treninga od 35 min (Arede et al., 2018). U zavisnosti od vrste i cilja programa vežbanja, kao i statusa ispitanika, opseg učestalosti treninga kreće se od

jednog do pet treninga u toku nedelje (de Villarreal, González-Badillo, & Izquierdo, 2008). Rezultati meta analiza i drugih istraživanja (Chu, 1998; Verkhoshansky & Siff, 2009; Ramirez-Campillo et al., 2020), preporučuju pliometrijske programe vežbanja od šest do osam nedelja koji imaju visok intezitet treninga i koje su dovoljne za napredak u snazi i brzini ispitanika. Mišićna brza vlakna tipa IIb su glavna odgovorna za razvoj snage i aktiviraju se pri 70-80% od maksimalnog inteziteta odnosno u visokom intezitetu (Davies et al., 2015).

Postoje i izuzeci kod studija sa dužinom trajanja programa vežbanja od četiri do osam nedelja koje nisu pokazale promene između inicijalnog i finalnog merenja. Rezultati studije Miller et al. (2002), mogu se objasniti da je jedan broj ispitanika u kontrolnoj grupi samostalno počeo neki vid treninga koji nije bio kontrolisan. U drugoj studiji (Turner, Owings, & Schwane, 2003), razlog rezultata može se pripisati da je kontrolna grupa imala neki vid pliometrijskog treninga koji nije bio kontrolisan u slobodnom vremenu ispitanika. Objašnjenje rezultata u studiji Herrero, Izquierdo, Maffiuletti & Garcia-Lopez, (2006), ogleda se u činjenici da su grupe imale nejadnaki broj treninga između grupa.

Najbolja potvrda uspešnosti pliometrijskog načina treniranja vidi se i u rezultatima različitih meta analiza koje potvrđuju pozitivne efekte i razlike između inicijalnog i finalnog merenja. Meta analiza de Villarreal et al. (2009), pokazala je značajan napredak u visini odskoka kod pliometrijskog načina treniranja od približno četiri cm ($ES = .84$) u odnosu na kontrolnu grupu. Visoki intezitet treninga ima takođe značajan uticaj i napredak od pet cm ($ES = 1.22$), pokazana je i značajna pozitivna korelacija umerene jačine kod dužine programa, broj ukupnih treninga, i slabe korelacije kod broja ukupnih skokova (de Villarreal et al. 2009). Sportska aktivnost ispitanika nema značajnih rezultata, tako da napredak od četiri cm kod ispitanika iz atletike, odbojke i košarke nema statističku značajnost (de Villarreal et al. 2009). Isključivo pliometrijski način treninga ($ES = .68$), i pliometrijski način treninga sa elektostimulacijom ($ES = .94$) daju najbolje rezultate u odnosu na druge načine treninga i različite kombinacije pliometrijskih programa vežbanja (de Villarreal et al. 2009). Značajni rezultati uticaja inteziteta treninga na performanse snage i brzine vidljivi su za visoki intezitet treniranja, za razliku od umerenog i niskog inteziteta. Još jedna potvrda viđena je u rezultatima meta analize (Markovic, 2007), koja pokazuje pozitivne efekte pliometrijskog načina treninga na visinu odskoka kod vertikalnih skokova za skok iz čučnja i napretka od 4.7%, i za CMJ i napretka od 8.7%. Rezultati meta analize ne pokazuju značajne rezultate za dužinu treninga kao ni učestalost tokom nedelje ali pokazuju značajne rezultate korelacije umerene jačine za dužinu programa, ukupnog broja treninga, i ukupnog broja skokova.

Takođe, nema razlika između programa sa dodatnim opterećenjem ili bez opterećenja (de Villarreal et al., 2009). Razlog tome je u povećanom vremenu kontakta koji menja pliometrijsku akciju koja postaje običan skok (Bobbert et al., 1987). To je potvrđeno i u studiji (Tomlinson et al., 2020), koja je ispitivala uticaj dodatnog pliometrijskog treninga sa opterećenjem na sprinterima koji nisu pokazali značajne rezultate niti efektima na sprint testovima.

Druga meta analiza pokazala značajne efekte pliometrijskog načina vežbanja kod isključivo mlađih ispitanica uzrasta od 15 godina ($ES = .78$), u odnosu na starije ($ES = .31$), kao i da treninzi koji traju duže od 30 min ($ES = 1.16$), efektivniji su od onih koji su kraći ($ES = 0.33$) (Moran et al., 2019). Za razliku od rezultata meta analize autora (Moran et al., 2019) dužinu trajanja programa ispod i iznad osam nedelja nema statistički značajan uticaj u (Ramirez-Campillo et al., 2020). Slični rezultati potvrđeni su i u (De Villarreal et al., 2009). Takođe nepostojanje značajnih rezultata viđeno je i za učestalost ispod i iznad dva treninga u toku nedelje, ukupnog broja treninga za ispod i iznad 16 treninga, pola, uzrasta ispod i iznad 19 godina, i obima treninga ispod i iznad 2000 skokova. Značajan napredak u visini odskoka kod pliometrijskog načina treniranja iznosi ($ES = .82$) u meta analizi autora (Ramirez-Campillo et al., 2020).

U meta analizi Ramirez-Campillo et al. (2022), pliometrijski trening ima značajne efekte na vertikalni skok ($ES = .45$), CMJ ($ES = 1.24$), skok iz čučnja ($ES = .80$), skoka u dubinu ($ES = .53$), horizontalnog skoka ($ES = .65$), sprinta na 10 m ($ES = 1.67$) i preko 10 m ($ES = .92$). Dužina trajanja treninga, učestalost i ukupan broj skokova ne predviđaju efekte pliometrijskog treninga. Stariji od 17 godina košarkaši napredovali su više u horizontalnim skokovima ($ES = 2.11$), u odnosu na mlađe od 17 godina, ($ES = .10$). Veći napredak horizontalnog skoka primećen je kod ispitanika sa više od dva treninga nedeljno ($ES = 2.12$), u odnosu na dva ili jedan trening ($ES = .39$).

Ključ napretka tokom nekog pliometrijskog programa vežbanja je u ponavljanju vežbi različitih inteziteta odnosno stalno pripremanje CNS sistema za prestojeće vežbe (Challis, 2000; Zatsiorsky, 2008; Verkoshansky & Siff, 2009; Taube et al., 2012). Jedna od glavnih uloga CNS je odbrana organizma i adaptacija na spoljna optrećenja ili vežbe koje iziskuju protok velikih sila (Zatsiorsky, 2008; Verkoshansky & Siff, 2009). Proizvod vežbanja vidljiv je u mišićima kao fenomen hipertrofije (Hakkinen, 1985), oba tipa, sarkoplazmatska hipertrofija i hipertrofija sarkomera (Nikituk & Samoilov, 1990), povećanog skaldištenja

energije u CNS (Taube et al., 2012), kao i većeg tonusa u mišićima (Cavagna, 1977). Posmatrajući dublje, na ćelijskom nivou, objašnjenje napretka ogleda se u povećanom broju mitohondrija koje su direktno odgovorne za nivo održavanja performansi i veću apsorpciju ATP, osnovne energetske jedinice delovanja čovečjeg organizma (Verkhoshansky & Siff, 2009). Produkt hipertrofije, većeg obima poprečnog preseka mišića, kao i većeg broja mitohondrija usled vežbanja vidljiv je kroz poboljšanje rezultata različitih vertikalnih ili horizontalnih skokova, sprint testova i testova snage (Komi, 1986). Neizbežan proces u napretku usled pliometrijskog vežbanja, je stvaranje mikro trauma u mišićnim vlaknima koje se tokom odmora regenerišu i postaju otpornija i pripremljena za naredni trening odnosno silu (Grabiner, 2000; Nosaka, Sakamoto, Newton, & Sacco, 2001).

8.4. Efekti različitih pliometrijskih programa vežbanja

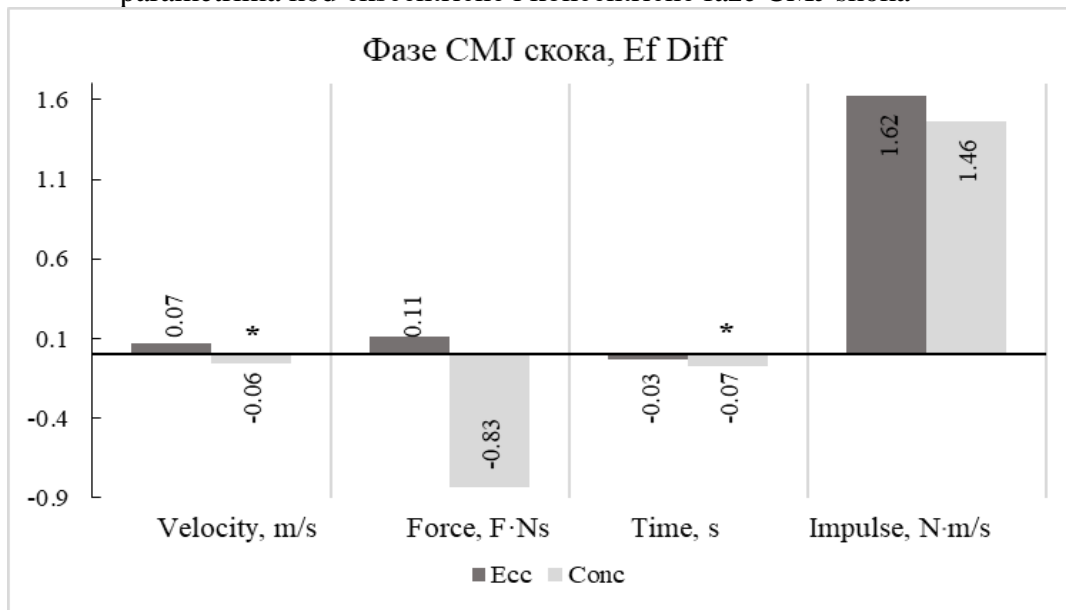
Nakon multivarijantne analize kovarijanse i uključivanja rezultata na inicijalnom merenju kao kovarijata za utvrđivanje realnih efekata različitih pliometrijskih programa vežbanja na biomehantičke parametre, ukazano je da postoje značajne razlike efekata i veliki uticaj vremena između grupa na multivarijantnom i na univarijantnom nivou. Dobijene vrednosti korigovanih aritmetičkih sredina, nakon neutralizacije i parcijalizacije rezultata na inicijalnom merenju, pokazale su da su u eksperimentalnom periodu ispitanice E1 grupe, postigli bolje rezultate u odnosu na E2 grupu u kinetičkim parametrima koncentrične faze i celog skoka CMJ, u kinetičkim parametrima ceo skok NJ, i u TMG anlizi mišića Vastus medialis-a leve noge. Takođe bolji rezultati potvrđeni su i na univarijantnom nivou u korist E1 grupe, odnosno pliometrijskog programa vežbanja koji je bio baziran vežbama sa ekscentričnim kontrakcijama. Postoje 12 značajna rezultata, kod kinetičkih parametra koncentrične faze CMJ skoka ConcV i ConcT, kod celog CMJ skoka, Height i T, kod ceo NJ skok Length, kod kinematičkog parametra iz sagitalne ravni kod CMJ skoka, ugao kuka, kod vremenskih TMG parametara mišića Vastus lateralis-a leve noge, Td, mišića Vastus medialis-a, Ts, mišića Biceps femoris-a desne noge, Tc i mišića Gastrocnemius medialis-a, Ts i Td i kod parametra brzine na 20 m (Figura 19–26 i Tabela 69–79).

Drugi deo programa vežbanja realizovanog istraživanja isti je kod obe grupe i sačinjen od plometrijskih vežbi. Dokazani pozitivni efekti pliometrijskog načina vežbanja drugačije iskorišćavaju skladištenu sile u mišićima, tetivama i ligamentima (Cavagna, 1977; Kirkendall & Garrett, 1997; Komi, 1984), prouzrokavanim iz prvog glavnog dela treninga. To se potvrđuje u različitim istraživanjima koji su ispitivali dva ili više različita pliometrijska

programa vežbanja sa drugačijim vežbama. Rezultati meta analize najbolje predstavljaju efekte različitih vežbi na visinu odskoka. Postoje značajne razlike za tipove vežbi odnosno skokova, skok iz čučnja doprinosi napretku od tri cm (ES= .54), skok u dubinu četiri cm (ES= .66), CMJ nešto ispod tri cm (ES= .41), dok kombinacija različitih skokova daje najbolje efekte (de Villarreal et al., 2009).

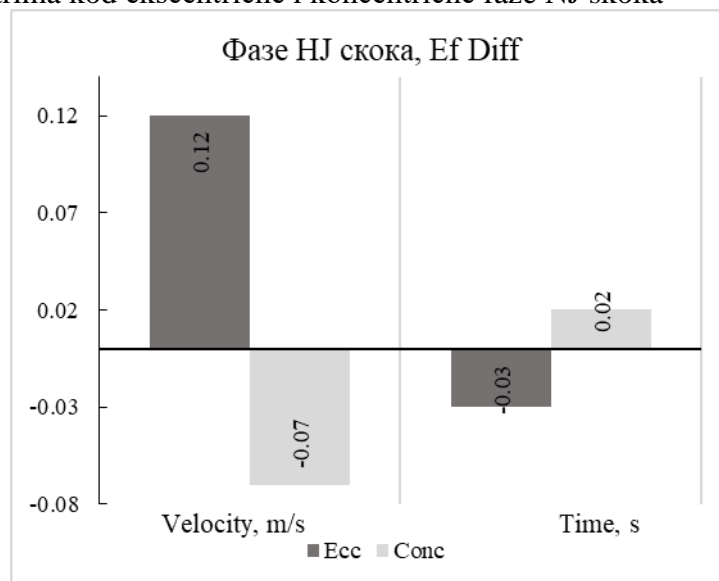
Rezultati koji pokazuju razlike između efekata programa vežbanja i koji su u skladu sa rezultatima realizovanim istraživanjem predstavljeni su u studiji (Fatouros et al., 2000). Autori su primenili tri programa vežbanja. Prvi program vežbanja sadržao je pored različitih vežbi opterećenja i skokove iz čučnja sa opterećenjem, a drugi program bio je isključivo baziran sa pliometrijskim vežbama, skokovima iz čučnja i skokova u dubinu sa većih visina od 30 cm i 80 cm. Treći program vežbanja bio je kombinacija prva dva. Primenjen je visoki intezitet vežbanja od 70–80% koji je odgovoran za aktivacije brzih mišićnih vlakana tipa IIB i u skladu sa preporukama (Davies et al., 2015). Rezultati su pokazali da postoje razlike u efektima između eksperimentalnih grupa u korist trećeg programa vežbanja u visini skoka, kinetičkim parametrima snage i vremenu skoka (Fatouros et al., 2000). Još jedna detaljna studija sa tri različita programa vežbanja predstavljena je u (Arabatzi et al., 2010). Prvi pliometrijski program vežbanja sadržao je skokove iz polučučnja i ostale pliometrijske vežbe, drugi program sadržao je isključivo vežbe sa opterećenjem bez skokova, a treći program je bio kombinacija prva dva. Autori su ispitivali dve vrste vertikalnog skoka, skok iz čučnja i CMJ skok koji su podelili na ekscentričnu i koncentričnu fazu kao u realizovanoj studiji. Sva tri programa imala su različite efekte. U kinetičkim parametrima snage ekscentrične faze CMJ skoka postoje razlike za sva tri programa, u koncentričnoj fazi ne postoje značajne razlike (Arabatzi et al., 2010), što nije u skladu sa rezultatima realizovane studije (rezultati realizovanog istraživanja razlika u efektima CMJ i NJ skoka u pojedinačnim fazama detaljnije su prikazane u Figura 19 i 20, i Tabela 69 i 70, 72 i 73).

Figura 19. Razlika efekata između eksperimentalnih programa 1 i 2 u kinetičkim parametrima kod ekscentrične i koncentrične faze CMJ skoka



Legenda: Ef Diff – Razlika u efektima između dva pliometrijska programa u E1 i E2 grupi; * – statistički značajan rezultat razlike efekata između eksperimentalnog programa 1 i 2, $p < .05$; Ecc – Ekscentrična faza; Conc – koncentrična faza; Velocity – brzina; Force – sila; Time – vreme; Impulse – impuls.

Figura 20. Razlika efekata između eksperimentalnih programa 1 i 2 u kinetičkim parametrima kod ekscentrične i koncentrične faze NJ skoka

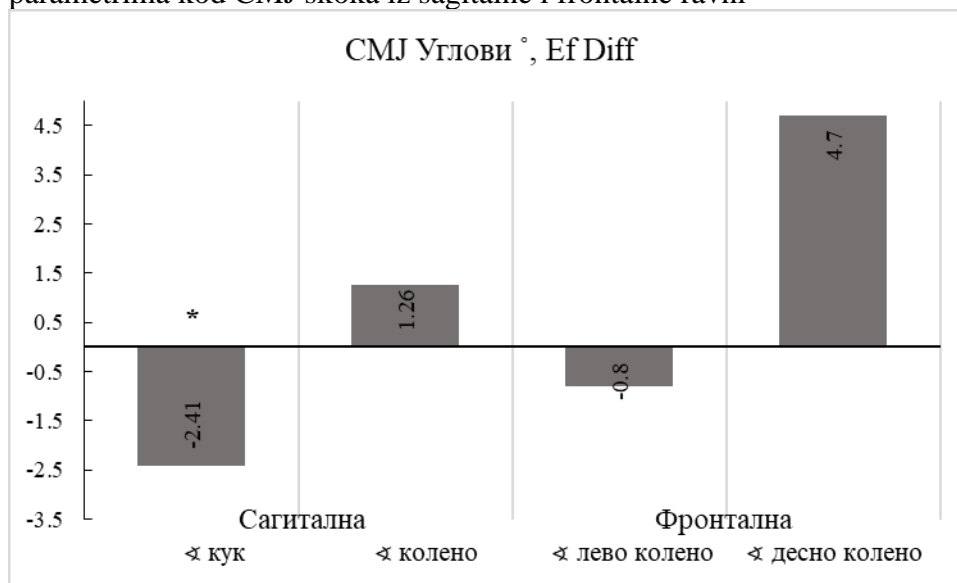


Legenda: Ef Diff – Razlika u efektima između dva pliometrijska programa u E1 i E2 grupi; Ecc – Ekscentrična faza; Conc – koncentrična faza; Velocity – brzina; Time – vreme. Napomena: Nema značajnih rezultata za Ef Diff.

Ovo se može objasniti zato što su autori koristili vežbe sa koncentričnim kontrakcijama i nisu imali suprotno koncipirane programe vežbanja, kao i zbog premalih ili suviše sličnih stimulansa treninga ili preopterećeni procesi adaptacije koji se javljaju usled vežbi opterećenja, skokova iz čučnja ili polučučnja (Newton, K. Häkkinen, A. Häkkinen, McCormick, Volek, & Kraemer, 2002). Potvrđeno je i značajno smanjenje kinematičkog parametra ugla kuka u trećoj grupi (Arabatzi et al., 2010), što se poklapa sa rezultatima

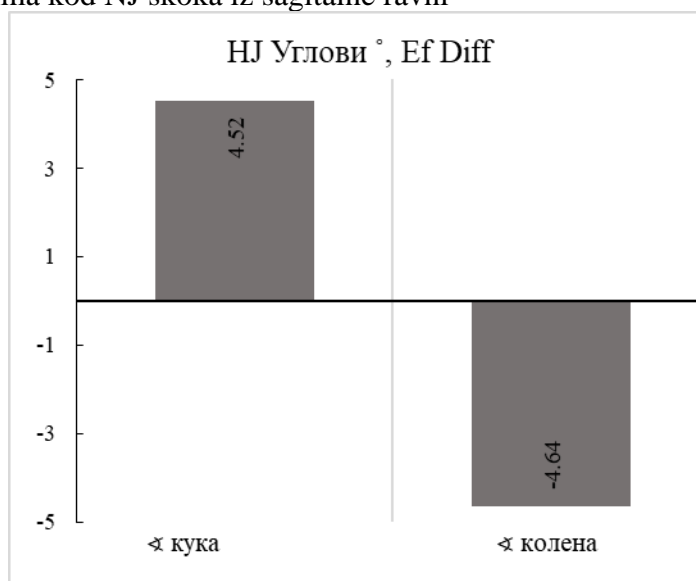
realizovanog istraživanja. Druga grupa sa samo pilometrijski programom vežbanja doprinela je i značajnim razlikama u zglobu kolena što se ne poklapa sa rezultatima realizovanog istraživanja (rezultati realizovanog istraživanja razlika u efektima CMJ i NJ skoka u kinematičkim parametrima iz sagitalne i frontalne ravni detaljnije su prikazane u Figura 21 i 22 i Tabela 75 i 76).

Figura 21. Razlika efekata između eksperimentalnih programa 1 i 2 u kinematičkim parametrima kod CMJ skoka iz sagitalne i frontalne ravni



Legenda: Ef Diff – Razlika u efektima između dva pliometrijska programa u E1 i E2 grupi; ∠ – ugao; ° – stepen. * – statistički značajan rezultat razlike efekata između eksperimentalnog programa 1 i 2, $p < .05$.

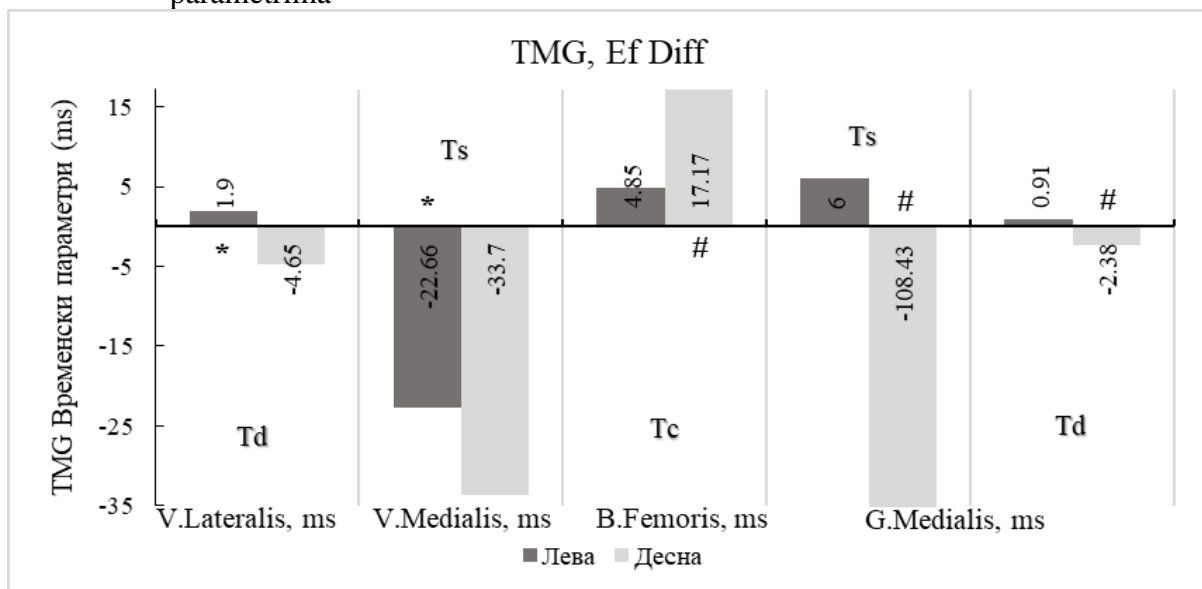
Figura 22. Razlika efekata između eksperimentalnih programa 1 i 2 u kinematičkim parametrima kod NJ skoka iz sagitalne ravni



Legenda: Ef Diff – Razlika u efektima između dva pliometrijska programa u E1 i E2 grupi; ∠ – ugao; ° – stepen. Napomena: Nema značajnih rezultata za Ef Diff.

Rezultati dejstva pliometrijskih programa vežbanja na mišić Rectus femoris koji sudeluje u opružanju potkolenice sa još tri mišića, može se delimično uporediti sa rezultatima realizovanog istraživanja koje je ispitivalo druga dva mišića opružaća potkolenice, Vastus lateralis i Vastus medialis. Treći program vežbanja doveo je do značajno smanjenje dejstva mišića Rectus femoris-a u ekscentričnoj fazi CMJ skoka (Arabatzi et al., 2010), što se delimično poklapa sa rezultatima realizovanog istraživanja. Drugi program vežbanja koji je imao skokove iz polučučnja i ostale pliometrijske vežbe doveo je do značajnog smanjenja dejstva mišića Rectus femoris-a u koncentričnoj fazi CMJ skoka što se takođe delimično poklapa sa rezultatima realizovane studije. Posmatrajući dejstvo mišića Gastrocnemius medialis-a tokom ekscentrične faze CMJ skoka, drugi program vežbanja prouzrokovao je značajno povećanje a treći program značajno smanjenje (Arabatzi et al., 2010), što se ne poklapa sa rezultatima realizovane studije. Posmatrajući dejstvo mišića Gastrocnemius medialis-a tokom koncentrične faze CMJ skoka, drugi i treći program vežbanja prouzrokovali su značajna smanjenja (Arabatzi et al., 2010), što se takođe ne poklapa sa rezultatima realizovane studije (rezultati realizovanog istraživanja razlika u efektima u TMG parametrima detaljnije su prikazane u Figura 23 i Tabela 77 i 78).

Figura 23. Razlika efekata između eksperimentalnih programa 1 i 2 u tenziomiografskim parametrima



Legenda: Ef Diff – Razlika u efektima između dva pliometrijska programa u E1 i E2 grupi; * – statistički značajan rezultat razlike efekata između eksperimentalnog programa 1 i 2, $p < .05$; Tc – vreme kontrakcije; Ts – vreme održavanja kontrakcije; Td – početno vreme kašnjenja.

Još jedna studija čiji su rezultati u skladu sa rezultatima realizovanog istraživanja prikazani su u studiji (Wagner & Kocak, 1997). Autori su vršili ispitivanje pliometrijskog programa vežbanja na muškim ispitanicima sa intezitetom treninga koji se vremenom

povećavao. Jedna grupa imala je samo pliometrijski program vežbanja i skokovi u dubinu sa visina postolja od 30 cm i 35 cm, a druga i dodatni trening različitih skokova (Wagner & Kocak, 1997). Rezultati multivarijantne analize anaerobne snage pokazali su postojanje razlika u efektima između dve grupe (Wagner & Kocak, 1997). Pliometrijski program vežbanja skokova u dubinu sa dodatnim vežbama pokazao je bolje rezultate.

Rezultati koji pokazuju da ne postoje značajne razlike u efektima između programa vežbanja i što nije u skladu sa rezultatima realizovane studije predstavljeni su u radu (Arazi & Asadi, 2011). Autori su upoređivali efekte dva pliometrijska programa i koristili su skok iz čučnja kao glavnu vežbu u programu vežbanja. Razlika između dva programa ogledala se u dodatnom opterećenju vode koja je pokrivala 70% tela ispitanika u jednoj grupi a u drugoj grupi ne. Nepostojanje značajnih razlika između efekata dva pliometrijska programa predstavljeno je i u radu (Lyttle et al., 1996). Skokove iz čučnja sa i bez opterećenja koji su primenjivani u jednoj grupi ispitanika, nisu doveli do značajnih razlika u efektima u odnosu drugu grupu koja je vežbala sa skokovima u dubinu sa postepenim povećanje visine postolja od 20 cm do 60 cm. Rezultati takođe nisu u skladu sa rezultatima realizovane studije. U studiji Holcomb et al. (1996), ispitivane su razlike u efektima između pliometrijskim programima vežbanja sa kombinaciju skoka iz čučnja i CMJ skoka u odnosu na program vežbanja sa skokom u dubinu sa postepenim povećanje visine postolja od 40 cm do 60 cm i trećim programom sa tri različita skoka u dubinu, sa fokusom na skočni zglob, zglob kolana i kuka. Rezultati ne pokazuju značajne razlike između efekata kod nijedne grupe (Figura 19 i 20, 25 i 26 i Tabela 69 i 70, 71, 72 i 73 i 74).

Rezultati pliometrijskih programa vežbanja koji su obuhvatali različite skokove u dubinu takođe ne pokazuju značajne razlike u efektima između programa (Young et al., 1999). Autori su analizirali dva pliometrijska programa vežbanja sa jednom razlikom, skokovi u dubinu u što kraćem vremenu kontakta sa podlogom i bez kontrole kontakta sa podlogom. Rezultati se ne poklapaju sa rezultatima realizovane studije. Ispitivanje na juniorskim košarkašicama i pliometrijskim programima vežbanja različitih vežbi sa skokovima u dubinu takođe ne pokazuje razlike između efekata (Fontenay et al., 2013). Ispitivanje na juniorskim košarkašima u (Matavulj et al., 2001), predstavilo je dva pliometrijska programa koja su se razlikovala u visinama postolja skoka u dubinu. Prvi pliometrijski program je vežbao sa visine od 50 cm a drugi sa visine od 100 cm. Rezultati nisu pokazali značajne razlike u efektima između dva programa vežbanja (Matavulj et al., 2001), što nije u skladu sa rezultatima realizovane studije. Upoređenje efekata između pliometrijskog programa vežbanja sa

isključivo skokom u dubinu sa postolja visine od 40 cm u odnosu na program sa isključivo CMJ skokom vršeno je u (Gehri et al., 1998). Duže trajanje od 12 nedelja nije dovelo da značajnih razlika između efekata dva različita pliometrijska programa vežbanja. Rezultati takođe nisu u skladu sa rezultatima realizovane studije (Figura 19 i 20, 25 i 26, i Tabela 69 i 70, 71, 72 i 73 i 74).

Postoje studije koje su ispitivale efekte vežbi sa posebno ekscentričnim i posebno koncentričnim kontrakcijama (Komi & Buskirk, 1972; Hakkinen, 1985; Jones & Rutherford, 1987; Colliander & Tesch, 1990; Hortobagyi et al., 1996a; Núñez et al., 2018; Guadagnin, Stoelben, Carpes, & Vaz, 2022), dok postoje malo studija koje su ispitivale pseudopliometrijske vežbe doskoka (Tupa et al., 1980; Hyoku, Shibukawa, Ae, Hashihara, Yokoi, & Kawabata, 1984; Nigg, 1985; Panzer, Wood, Bates, & Mason, 1988; Dufek & Bates, 1990; McNitt-Gray, 1991; DeVita & Skelly, 1992; McNitt-Gray, 1993; Requejo et al., 1998; Brüggemann, 2000; Prilutsky, 2000; Zhang, Bates, & Dufek, 2000; Seegmiller, & McCaw, 2003). Samo je jedna studija ispitivala efekte doskoka sa ekstremnih visina od 2 m do 3,2 m na razvoj eksplozivne snage i brzine sportista (Dursenev & Raevsky, 1978). Dve grupe atletičara odnosno skakača trenirale su dva programa vežbanja. U prvoj grupi bilo je dovoljno da nakon 475 doskoka za 12 nedelja treniranja postignu značajno bolje rezultate u odnosu na drugi program vežbanja i 1472 različita pliometrijska skoka, skoka iz čučnja i ostalih vežbi sa opterećenjem. Rezultati pokazuju značajne efekte na razvoj i povećanje ekscentrične i koncentrične snage. Dejstvo mišića usled doskoka u periodu od 28-61 ms postiže se sila 20 puta težine tela koja se skladištenjem u neuromišićnom sklopu pretvara daljim vežbanjem u funkcionalnu silu vidljivu u eksplozivnoj snazi i brzini (Dursenev & Raevsky, 1978; Verkhoshansky & Siff, 2009). Vremenski okvir kontakta je suviše kratak i sile su suviše velike da bi neuromišićni sklop mogao da modifikuje odgovor a svaki pokušaj smanjenja spoljašne sile se dešava pripremom CNS pre kontakta sa površinom (Lees, 1981). U nekim studijama vremenski okvir delovanja maksimalnih sila je kraći i iznosi od 12-50 ms u zavisnosti od visina doskoka (DeVita & Skelly, 1992). Što je veća sila prilikom doskoka to se veća količina energije apsorbuje u ostalim delovima skeletnih mišića celog tela (DeVita & Skelly, 1992) (Figura 25 i 26 i Tabela 71 i 74).

Detaljna analiza uticaja tri različita programa vežbanja koja su zasnovana isključivo na efekte vežbi sa različitim kontrakcijama predstavljena je u radu (Hakkinen, 1985). Autori su ispitivali isključivo vežbe sa koncentričnim kontrakcijama, vežbe sa redosledom kontrakcija koncentrična pa ekscentrična, i vežbe sa ekscentričnom pa koncentričnom kontrakcijom. Tok

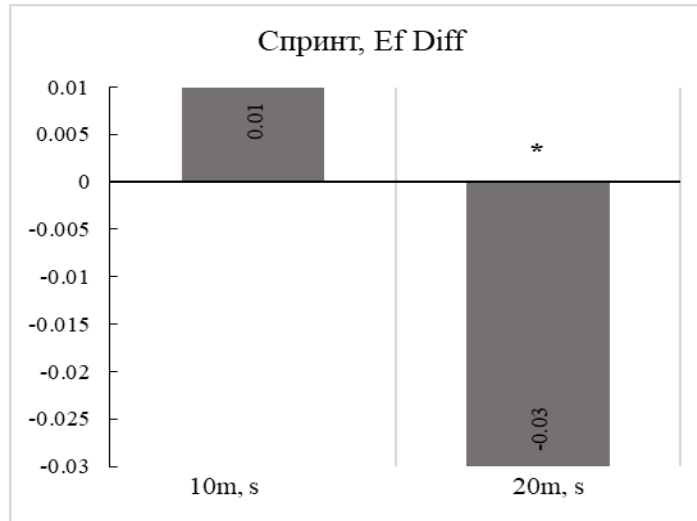
napretka prikazali su sa presekom stanja na četiri nedelja u ukupnom trajanju od 12 nedelja. U prvom preseku nakon četiri nedelja razlike u efektima nisu postojale, a nakon osam nedelja najbolji napredak u snazi i brzini pokazao je program sa ekscentričnim pa koncentričnim kontrakcijama nakon kojeg sledi program sa prvo koncentričnim pa ekscentričnim kontrakcijama. Oba programa imala su značajne razlike u efektima u odnosu na poslednji program sa isključivo koncentričnim kontrakcijama. Prva dva programa vežbanja zamenila su mesta nakon 12 nedelja gde je najbolji napredak zabeležen kod programa sa koncentričnim pa ekscentričnim kontrakcijama. Na poslednjem mestu je i dalje ostao program sa isključivo koncentričnim kontrakcijama (Hakkinen, 1985). Još potvrda ovih rezultata prikazana je u (Hakkinen & Komi, 1981; Colliander & Tesch, 1990). Autori su predstavili značajne razlike u efektima i duplo brži napredak na nedeljnom nivou za maksimalnu silu i uglovnu brzinu prilikom koncentričnih faza test skoka u korist ekscentrično pa koncentričnih vežbi u odnosu na samo koncentrični program vežbanja (Colliander & Tesch, 1990). Ukupan duplo brži napredak zabeležen je i u studiji (Seger, Arvidsson, Thorstensson, & Seger., 1998) (Figura 19, 20, 25 i 26 i Tabela 69 i 70, 71, 72 i 73 i 74).

Saznanja meta analize kod starijih ispitanika pokazuju da koncentrični trening poboljšava snagu, silu i koaktivacija mišićnih antagonista, a koncentrični i ekscentrični trening poboljšava izometričku, koncentričnu i ekscentričnu snagu u zglobov kolena (Guadagnin et al., 2022). Takođe način treniranja kada se prvo upražnjavaju vežbe sa ekscentričnim pa koncentričnim kontrakcijama dovodi do najvećeg napretka u hipertrofiji, nervnoj aktivaciji i snazi vežbanih mišića (Hakkinen, 1981; Hather et al., 1991; Hortobagyi et al., 1996a). Mišić Vastus lateralis ima veću aktivnost nakon ekscentričnog treninga za ekscentričnu kontrakciju nego isti mišić nakon koncentričnog treninga za koncentričnu kontrakciju (Hortobagyi et al., 1996a), što se poklapa sa rezultatima realizovanog istraživanja. Aktivnost mišića Biceps femoris-a nema značajnih razlika (Hortobagyi et al., 1996a), i rezultati se poklapaju sa realizovanim istraživanjem (Figuri 23 i Tabela 77 i 78).

Koncentrični trening u poređenju sa ekscentričnim treningom povećava ugao kosine treniranih mišića zbog paralelnog dodavanja sarkomera (Reeves, Maganaris, Longo, & Narici, 2009). S druge strane, ekscentričan trening dovodi do većih poboljšanja u dužinu mišićnih vlakana, zbog dodavanja sarkomera u seriji (Reeves, et al., 2009), što dalje dovodi do poboljšanja sprinterskih performansi (Kumagai, Abe, Brechue, Ryushi, Takano, & Mizuno, 2000), što se poklapa sa rezultatima realizovanog istraživanja (rezultati realizovanog

istraživanja razlika u efektima sprint testu na 10 i 20 detaljnije su prikazane u Figura 24 i Tabela 79).

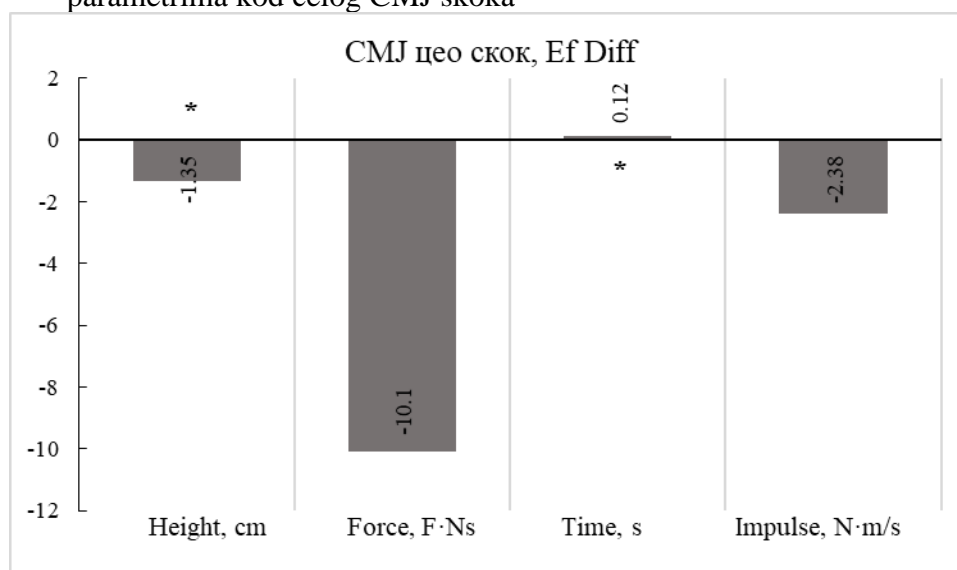
Figura 24. Razlika efekata između eksperimentalnih programa 1 i 2 u tenziomiografskim parametrima



Legenda: Ef Diff – Razlika u efektima između dva pliometrijska programa u E1 i E2 grupi; * – statistički značajan rezultat razlike efekata između eksperimentalnog programa 1 i 2, $p < .05$;

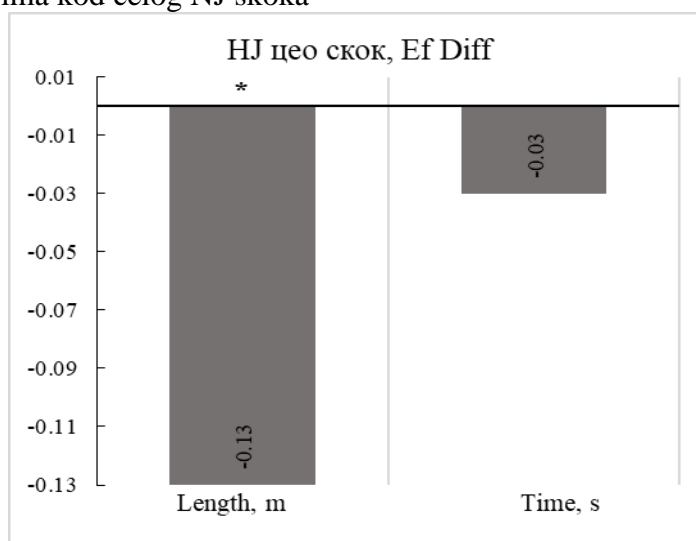
Na osnovu dejstva protoka sila prilikom doskoka u neuromišićnom sklopu i kinetičkim i kinematičkim parametrima tri zglobova donjih ekstremiteta, zgloba kuka, kolena i skočnog zgloba, moguće je izvesti zaključake efekata takvog tipa vežbi na razvoj snage i brzine. Jedna takva studija prikazala je rezultate efekata visine doskoka sa visina 32 cm, 72 cm, i 128 cm, sa kojih je moguće kontrolisati pokrete u zglobovima donjih ekstremiteta kod gimnastičara i ragbista (McNitt-Gray, 1993). Sa povećanjem visine doskoka obe grupe pokazale su značajno povećanje u kinetičkim parametrima sile (McNitt-Gray, 1993), i impulsa (McNitt-Gray, 1991), u mišićima opružaća potkolenice (rezultati realizovanog istraživanja razlika u efektima CMJ skoka celog skoka detaljnije su prikazane u Figuri 25 i 26 i Tabela 71 i 74).

Figura 25. Razlika efekata između eksperimentalnih programa 1 i 2 u kinetičkim parametrima kod celog CMJ skoka



Legenda: Ef Diff – Razlika u efektima između dva pliometrijska programa u E1 i E2 grupi; * – statistički značajan rezultat razlike efekata između eksperimentalnog programa 1 i 2, $p < .05$; Height – visina odskoka; Force – sila; Time – vreme; Impulse – impuls.

Figura 26. Razlika efekata između eksperimentalnih programa 1 i 2 u kinetičkim parametrima kod celog NJ skoka



Legenda: Ef Diff – Razlika u efektima između dva pliometrijska programa u E1 i E2 grupi; * – statistički značajan rezultat razlike efekata između eksperimentalnog programa 1 i 2, $p < .05$; Length – dužina skoka; Time – vreme.

Značajne razlike predstavljene su i u kinematičkim parametarima i pokretima u zglobovima kuka, kolena i skočnog zgloba. Postoji značajna razlika u brzini pokreta zgloba kuka i skočnog zgloba ali ne i u zglobu kolena (McNitt-Gray, 1993). Ovi rezultati potkrepljuju rezultate realizovanog istraživanja u kinematičkim parametrima ugla kuka u korist E1 grupe (Figura 21 i 22 i Tabela 75 i 76). Ispitanici koji vežbaju neki vid doskoka imaju veću aktivaciju i stabilizaciju u mišićima zgloba kuka, a to se oslikava sa drugačijom pozicijom trupa prilikom izvođenja vertikalnih skokova u poziciji tela prelaska ekscentrične u koncentričnu fazu skoka (McNitt-Gray, 1993; Zatsiorsky, 2008). Takođe, kod gimnastičara

koji vežbaju doskoke primećuje se bolje iskorišćenje i protok sile kroz sva tri zgloba, počevši od skočnog pa preko zgloba kolena i na kraju zgloba kuka u odnosu na ragbiste. To potvrđuje bolji sklad u iskorišćenju sile negativnog smera (McNitt-Gray, 1993; Zatsiorsky, 2008).

Isti razlog zbog kojeg su ustanovljene razlike između grupa na finalnom merenju kod biomehaničkih parametara odgovoran je za razlike u efektima između dva pliometrijska programa vežbanja. Pliometrijski programi vežbanja bazirani su na vežbama sa suprotnim kontrakcijama, ekscentričnim i koncentričnim. Ekscentrične kontrakcije imaju posebna dejstva na neuromišićni sistem čoveka kao i koncentrične kontrakcije (Hakkinen, 1981; Enoka, 1996; Taube et al., 2012; Franchi, Reeves, & Narici, 2017). Glavna razlika između dva načina vežbanja je ujedno i glavni razlog boljeg napretka prvog programa a to je količina sile koja se proizvodi prilikom ekscentričnih kontrakcija tokom doskoka (Komi & Buskirk, 1972; Dursenev & Raevsky, 1978; Jones & Rutherford, 1987). Ekscentrični trening proizvodi veću ekscentričnu, koncentričnu i izometričku snagu i silu za 45% u odnosu na koncentrični trening koji samo povećava ekscentričnu i koncentričnu snagu (Komi & Buskirk, 1972; Jones & Rutherford, 1987; Colliander & Tesch, 1990; Higbie, Cureton, Warren III, & Prior, 1996). Nivo mišićne aktivacije prilikom maksimalne voljne kontrakcije je manji kod vežbi sa ekscentričnim kontrakcijama u odnosu na koncentrične kontrakcije, ali sa izvođenjem većeg broja uzastopnih ponavljanja ekscentrične vežbe dovode do manjeg zamora mišića u odnosu na isti princip prilikom izvođenja koncentričnih vežbi (Enoka, 1996; Higbie et al., 1996). Paradoksalno sa ovim saznanjem je da je maksimalna voljna sila prilikom ekscentričnih kontrakcija veća u odnosu na koncentrične kontrakcije (Colliander & Tesch, 1990; Higbie et al., 1996). Ekscentrične kontrakcije kao stimulans neophodne su za stvaranje mišićne hipertrofije (Hakkinen, & Komi, 1981; Higbie et al., 1996), kod mišićnih vlakana tipa II čak 10 puta više nego usled koncentričnog treninga (Hortobágyi et al., 1996a). Maksimalno voljne koncentrične kontrakcije se vežbanjem smanjuju do 40% u odnosu na isti intezitet i obim vežbanja ekscentričnih vežbi, to je potvrđeno ispitivanjem mišića opružača kolena (Gray & Chandler, 1989; Tesch, Dudley, Duvoisin, Hather, & Harris, 1990; Crenshaw, Karlsson, Styf, Bäcklund, & Fridén, 1995; Hortobágyi, Tracy, Hamilton, & Lambert, 1996b). Vežbanjem je moguće uticati na povećanje nervne aktivacije kod oba tipa kontrakcija (Hortobágyi, Barrier, Beard, Braspeninx, et al., 1996c). Sportisti koji su vežbanjem adaptirali svoje mišiće na ekscentrične vežbe visokih inteziteta pokazuju manja oštećenja na mišićnim vlaknima, utrnulost mišića, nivo kreatina kinase, a veći napredak u snazi i brzini (Clarkson &

Tremblay, 1988; Ebbeling & Clarkson, 1990; Nosaka, Clarkson, McGuiggin, & Byrne, 1991; de Villarreal et al., 2009).

Nevoljne ekscentrične kontrakcije prilikom doskoka koriste se kao jedinstven način treninga koje imaju značajne efekte na razvoj i povećanje ekscentrične i koncentrične snage (Dursenev & Raevsky, 1978; Enoka, 1996). Takođe nevoljne maksimalne kontrakcije moguće je jedino izvesti prilikom ekscentričnih vežbi što direktno dovodi do prednosti u odnosu na vežbe sa koncentričnim kontrakcijama (Enoka, 1996). Još jedna prednost doskoka jeste da u prvih 50% ekscentrične kontrakcije izvrši se većina negativnog rada mišića i zglobova pa se sa povećanjem visine doskoka i brzine udara smanjuje i vreme potrebno za rad. Time se ubrzava dejstvo neuromišićnog sklopa koji apsorbuje kinetičku energiju (Hyoku et al., 1984; McNitt-Gray, 1991; McNitt-Gray, 1993; Zatsiorsky, 2008). Nevoljene ekscentrične kontrakcije predstavljaju i veći rizik od povreda u odnosu na voljne ekscentrične i koncentrične kontrakcije i zbog količine sile koje se proizvodi prilikom doskoka ali i zbog mehanizma izvođenja (Grabiner, 2000). Upravo je to razlog postojećih blokada CNS sistema prilikom ekscentričnih vežbi koje time štiti organizam od povreda ali i sprečavaju veći napredak u snazi i brzini (Owings & Grabiner, 1998a; Owings & Grabiner, 1998b).

Koncept koji nosi veće mogućnosti napretka ali i rizika od povrede je uvek prisutan prilikom stvaranja vrhunskih sportistkih dostignuća (Chu, 1998; Zatsiorsky, 2008). Pseudopliometrijska vežba doskoka i takav način treniranja je nedovoljno istražen (Dursenev & Raevsky, 1978; Verkhoshansky & Siff, 2009).

Veća sila tokom nevoljnih maksimalnih ekscentričnih kontrakcija prilikom doskoka u E1 grupi prouzrokovala je bolje rezultate realizovanog istraživanja visine CMJ skoka i NJ skoka. Rezultati kinetičkih parametra ConcV i ConcT odnosno veća koncentrična brzina i duže dejstvo kod CMJ skoka idu u prilog većoj skladištenoj sili u mišićima donjih ekstremiteta (Figura 19 i 20, 25 i 26 i Tabela 69, 70, 71, 72, 73, i 74).

Nadovezujući se sa značajnim rezultatima ugla kuka iz sagitalne ravni kod CMJ skoka, potvrđuje se da se usled većih sila prilikom doskoka menja tonus mišića koji dovodi do manjeg ugla odnosno niže pozicije tela prilikom prelaska ekscentrične u koncentričnu fazu, a sa tim i duže delovanje koje je direktno povezana sa većom visinom odskoka CMJ i dužinom NJ skoka (Malatesta, Cattaneo, Dugnani, & Maffiuletti, 2003) (Figura, 19–22, 25 i 26 i Tabela 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75 i 76). Isti koncept potvrđen je kod rezultata sprint testa na dužoj deonici od 20 m ali ne i na 10 m. Sa većim tonusem i skladištenom silom u mišićima

donjih ekstremiteta moguće je proizvesti veću brzinu trčanja i duže aktivirati kontraktivna svojstva mišićnih vlakana u odnosu na koncentričnu grupu (Kumagai et al., 2000; Guadagnin et al., 2022) (Figura 24 i Tabela 79).

Mišići kuka najviše utiču na ubrzanje gornjeg dela tela (DeVita & Skelly, 1992). Mišići pregibača potkolenice služe kao potpora dublje pozicije tela u ekscentričnoj fazi skoka iz koje se duže i brže ubrzava gornji deo tela što prouzrokuje veću visinu odskoka (Hakkinen, & Komi, 1981). Mišići opružača kolena odgovorni su za najveće preusmerenje sile ka ostalim mišićima gornjeg dela tela (Zhang et al., 2000). To je potvrđeno sa značajnim razlikama u efektima ugla kuka u E1 grupi realizovanog istraživanja (Figura 21 i 22 i Tabela 75 i 76), kao i kod rezultata TMG analize mišića opružača potkolenice, Vastus lateralis i Vastus medialis, ali ne i za mišiće pregibače potkolenice obe noge, Biceps femoris-a i Semitendinosus-a.

Mišići opružača leve potkolenice Vastus lateralis i Vastus medialis, mišić pregibača desne potkolenice, Biceps femoris kao i mišić opružača desnog stopala Gastrocnemius medialis, imaju značajne rezultate u efektima TMG parametara (Figura 23 i Tabela 77 i 78). Razlog ovakvim rezultatima nije u potpunosti jasan.

Limitiranost realizovanog istraživanja je nedostatak podataka o dominantnoj odskočnoj nozi i ruci ispitanica. U zavisnosti sa kojom rukom se izvodi šut iz dvokoraka ili smeč i servis to može odrediti odskočnu nogu zbog specifičnosti izvođenja tehničkih elemenata (Burns, & Dunning, 2009; Azimovna, 2021). U slučaju da većina ispitanica ima levu dominantnu nogu ili da su desnoruke može se izvesti hipoteza da pliometrijski program vežbanja sa ekscentričnim kontrakcijama u E1 grupi značajno poboljšava motoričku reakciju i tonus mišića leve noge kao odskočne. Takođe, dodatno se unapređuje već postojeće stanje eksplozivne snage i brzine mišića ispitanica odnosno stvaranje veće hipertrofije i aktivacije brzih mišićnih vlakana tipa II (Hakkinen, & Komi, 1981; Hakkinen, 1985; Higbie et al., 1996; Hortobagyi et al., 1996a).

Još se ne zna sa sigurnošću da li su doskoci sa većih visina doprineli boljim rezultatima zbog nervne adaptacije i većeg skaldištenja sile u neuromišićom sklopu ili zbog razvoja brzih mišićnih vlakana tipa IIa ili IIb koje se najviše aktiviraju tokom ekscentričnog treninga. Preporučuje se da dalja istraživanja ispituju biopsiju mišićnih vlakana nakon programa vežbanja.

9. ZAKLJUČAK

Cilj istraživanja bio je da se utvrde efekti šestonedeljnih pliometrijskih programa vežbanja (bazirana na ekscentričnim odnosno koncentričnim kontrakcijama) na biomehaničke parametre sportistkinja, kao i utvrđivanje razlika između efekata. Oba eksperimentalna pliometrijska programa bila su iste dužine trajanja, a izvodili su se dva puta sedmično u trajanju od po 45-60 minuta. Uzorak mernih instrumenata činili su testovi za procenu morfoloških karakteristika, telesne kompozicije, biomehaničkih parametara (kinetički, kinematički i tenziomiografski), eksplozivne snage i brzine. Za utvrđivanje morfoloških karakteristika i telesne kompozicije korišćena su parametri BH, BM, BMI, Lean body mass, SMM, FFM, i InBodyScore. Za utvrđivanje biomehaničkih parametara i eksplozivne snage korišćeni su vertikalni CMJ i horizontalni NJ skok test. Analizirani su kinetički parametri u pojedinačnim fazama skoka, ekscentrična i koncentrična faza, i tokom trajanja celog skoka. Korišćeni su kinetički parametri brzine kretanja težišta tela, relativna sila, relativni impuls, vreme, i visina CMJ skoka odnosno dužina NJ skoka. Procenjeni kinematički parametri su ugao kuka i ugao kolena iz sagitalne ravni kod oba testa, CMJ i NJ skoka, kao i ugao levog i desnog kolena iz frontalne ravni samo kod vertikalnog CMJ skoka. Takođe, za procenu biomehaničkih parametara korišćeni su i pet TMG parametra, četiri vremenska (Tc, Ts, Tr i Td), i jedan metrički parametar (Dm). Analizirana su šest mišića donjih ekstremiteta obe noge, (mišić Vastus lateralis (VL), mišić Vastus medialis (VM), mišić Biceps femoris (BF), mišić Semitendinosus (ST), Gastrocnemius lateralis mišić (GL) i mišić Gastrocnemius medialis (GM)). Parametri procene brzine bila su rezultati vremena sprint testa na 10 m i 20 m. Za utvrđivanje razlika između inicijalnog i finalnog merenja za svaku pojedinačnu grupu korišćen je Studentov T-test, kao i multivarijantna analiza varijanse ponovljenih merenja (repeated measures MANOVA) za procenu razlika grupa (E1 i E2), i vremena (pre i nakon primenjenog programa). Takođe, metoda multivarijantna analiza kovarijanse (MANCOVA), za utvrđivanje efekta.

Na osnovu dobijenih rezultata istraživanja i postavljenih hipoteza, izvedeni su sledeći zaključci:

Na osnovu rezultata studentov T-test i multivarijantna analiza varijanse na inicijalnom merenju utvrđeno je da ne postoje statistički značajne razlike između grupa. Hipoteza H1.1

koja glasi “*Ne postoje značajne razlike u biomehaničkim parametrima između ispitanika grupa E1 i E2 na inicijalnom merenju*”, **u potpunosti se prihvata.**

Na osnovu rezultata studentov T-test i multivarijantna analiza varijanse na finalnom merenju utvrđeno je da postoji statistički značajna razlika između grupa. Xipoteza H1.2 koja glasi “*Postoji značajna razlika u biomehaničkim parametrima između ispitanika grupa E1 i E2 na finalnom merenju*”, **delimično prihvata.**

Na osnovu rezultata multivarijantna analiza varijanse ponovljenih merenja u grupi E1 utvrđeno je da postoji statistički značajna razlika između inicijalnog i finalnog merenja. Xipoteza H2.1 koja glasi “*Postoje značajne razlike u biomehaničkim parametrima u grupa E1 između inicijalnog i finalnog merenja*”, **delimično prihvata.**

Na osnovu rezultata multivarijantna analiza varijanse ponovljenih merenja u grupi E1 utvrđeno je da postoji statistički značajna razlika između inicijalnog i finalnog merenja. Xipoteza H2.2 koja glasi “*Postoje značajne razlike u biomehaničkim parametrima u grupa E2 između inicijalnog i finalnog merenja*”, **delimično prihvata.**

Na osnovu rezultata multivarijantna analiza kovarijanse utvrđeno je da postoji statistički značajni efekti oba pliometrijska programa. Xipoteza H3 koja glasi “*Postoje pozitivni efekti dva razičita pliometrijska programa vežbanja na biomehaničke parametre sportsikinja*”, **delimično prihvata.**

10. ZNAČAJ ISTRAŽIVANJA

Cilj bržeg i boljeg unapređenja motoričkih sposobnosti i sportskih performansi direktno je povezan sa usavršavanjem i planiranjem trenažnog procesa (Zatsiorsky, 2008; Verkhoshansky & Siff, 2009). Naučna saznanja sa kompleksnim biomehaničkim parametrima doprinose najboljem doziranju, korekciji i pripremi programa vežbanja (Chu, 1998; Čoh, 2008).

Uspešnost pliometrijskog načina vežbanja uveliko je potvrđena kako kod starijeg tako i kod mlađeg uzrasta ispitanika različitih sportova (Markovic, 2007; de Villarreal et al., 2009; Ramirez-Campillo et al., 2020a; Ramirez-Campillo et al., 2020b). Prednosti i razlike treninga sa ekscentričnim vežbama u odnosu na trening sa koncentričnim vežbama potvrđene su takođe u istraživanjima (Komi & Buskirk, 1972; Colliander & Tesch, 1990; Higbie et al., 1996; Guadagnin et al., 2022). Prostor za dalja usavršavanja i primenu pliometrijskog načina vežbanja ogleda se u velikom broju kombinacija vežbi koje mogu imati manji ili veći napredak u razvoju snage i brzine. Originalni naučno-teorijski doprinos i praktična primena ogleda se u novom pristupa aktivacije neuromišićnog sklopa ekscentričnim vežbama sa nevoljnim maksimalnim kontrakcijama usled pseudopliometrijske vežbe doskoka u kombinaciji sa pliometrijskim načinom vežbanja. Sa druge strane iako su efekti vežbi baziranih na koncentričnim kontrakcijama u pliometriji ispitavane, rezultati realizovane studije upotpunjuju dosadašnja saznanja posebno na juniorskom uzrastu kod devojaka.

Doprinos rezultata realizovane studije nudi široki spektar primene, dalje smernice i polazne tačke ka budućim istraživanjima koja će usavršavati pliometrijski način vežbanja, pogotovo sa jasnom razlikom dva suprotna tipa vežbi. Takođe, omogućava istraživačima bolji prilaz prilikom individualnog rada sa sportistima.

Pliometrijski način vežbanja ima primenu kod velikog broja sportova sa direktnom ili indirektnom vezom sa sportskim dostignućima i razvojem eksplozivne snage i brzine. Na osnovu rezultata realizovane studije koje je obuhvatilo tri različite grupe sportistkinja, košarkašice, odbojkašice i atletičarke, preporučuje se da primena i dalja istraživanja bude na drugim sportistima i muškog pola.

11. REFERENCE

1. Abernethy, P. J., Jürimäe, J., Logan, P. A., Taylor, A. W., & Thayer, R. E. (1994). Acute and chronic response of skeletal muscle to resistance exercise. *Sports Medicine*, 17(1), 22-38.
2. Andersen, J. L., & Aagaard, P. (2000). Myosin heavy chain IIX overshoot in human skeletal muscle. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*, 23(7), 1095-1104.
3. Andersen, J. L., Schjerling, P., & Saltin, B. (2000). Muscle, genes and athletic performance. *Scientific American*, 283(3), 48-55.
4. Arabatzi, F., Kellis, E., & De Villarreal, E. S. S. (2010). Vertical jump biomechanics after plyometric, weight lifting, and combined (weight lifting+ plyometric) training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(9), 2440-2448.
5. Arazi, H., & Asadi, A. (2011). The effect of aquatic and land plyometric training on strength, sprint, and balance in young basketball players. *Journal of Human Sport and Exercise*, 6(1), 101-111.
6. Arede, J., Vaz, R., Franceschi, A., Gonzalo-Skok, O., & Leite, N. (2018). Effects of a combined strength and conditioning training program on physical abilities in adolescent male basketball players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 59(8), 1298-1305.
7. Armstrong, R. B., Warren, G. L. & Lowe, D. A. (1995). Mechanisms in the initiation of contraction-induced skeletal muscle injury. In: S.L. Gordon, S.J. Blair & L.J. Fine (Eds.), *Repetitive Motion Disorders of the Upper Extremity* (pp. 339–349). Rosemont, IL: American Academy of Orthopaedic Surgeons.
8. Armstrong, R. B., Warren, G. L., & Warren, J. A. (1991). Mechanisms of exercise-induced muscle fibre injury. *Sports Medicine*, 12(3), 184-207.
9. Azimovna, F. M. (2021). The quality assessment technology and development techniques in volleyball players. *Web of Scientist: International Scientific Research Journal*, 2(4), 242-248.
10. Azreh, R., Oskouei, A. H., & Shirazi, S. A. E. (2020). Effects of Short-term Plyometric Training on Countermovement Vertical Jump Height and Kinematics of Take-Off. *Thrita*, 9(2), e108054.
11. Babić, V. (2008). Reaction time and sprint results in athletics. In M. Čoh (Ed.), *Biomechanical Diagnostic Methods in Athletic Training* (pp. 183-193). Ljubljana: University of Ljubljana.
12. Babić, V., Harasin, D., & Dizdar, D. (2007). Relations of the variables of power and morphological characteristics to the kinematic indicators of maximal speed running. *Kinesiology*, 39(1), 28–39.
13. Ballreich, R. (1976). Model for estimating the influence of stride length and stride frequency on the time in sprint events. In P.V. Komi (Ed.), *Biomechanics V-B* (pp. 208-212). Baltimore, MD: University Park Press.

14. Barnes, W. S. (1981). Isokinetic fatigue curves at different contractile velocities. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 62(2), 66-69.
15. Bartlett, R. (2014). *Introduction to sports biomechanics: Analysing human movement patterns (2nd ed)*. New York, NY: Routledge.
16. Benjanuvatra, N., Lay, B. S., Alderson, J. A., & Blanksby, B. A. (2013). Comparison of ground reaction force asymmetry in one-and two-legged countermovement jumps. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(10), 2700-2707.
17. Bobbert, M. F. (1990). Drop jumping as a training method for jumping ability. *Sports Medicine*, 9(1), 7-22.
18. Bobbert, M. F., Huijing, P. A., & van Ingen Schenau, G. J. (1987). Drop jumping. I. The influence of jumping technique on the biomechanics of jumping. *Medicine and Science in Sports Exercise*, 19(4), 332-8.
19. Bosco, C. (1982). Physiological considerations of strength and explosive power and jumping drills (plyometric exercise). In *Proceedings of Conference '82: Planning for Elite Performance, Canadian Track and Field Association* (pp. 27–37). August, 1–5, 1982, Ottawa, ON: Canadian Track & Field Association.
20. Bosco, C., & Komi, P. V. (1979). Potentiation of the mechanical behavior of the human skeletal muscle through prestretching. *Acta Physiologica Scandinavica*, 106(4), 467-472.
21. Bosco, C., Ito, A., Komi, P. V., Luhtanen, P., Rahkila, P., Rusko, H., & Viitasalo, J. T. (1982). Neuromuscular function and mechanical efficiency of human leg extensor muscles during jumping exercises. *Acta Physiologica Scandinavica*, 114(4), 543-550.
22. Bosco, C., Komi, P. V., Tihanyi, J., Fekete, G., & Apor, P. (1983). Mechanical power test and fiber composition of human leg extensor muscles. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 51(1), 129-135.
23. Bosco, C., Tihanyi, J., Komi, P. V., Fekete, G., & Apor, P. (1982). Store and recoil of elastic energy in slow and fast types of human skeletal muscles. *Acta Physiologica Scandinavica*, 116(4), 343-349.
24. Bouteraa, I., Negra, Y., Shephard, R. J., & Chelly, M. S. (2020). Effects of combined balance and plyometric training on athletic performance in female basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(7), 1967-1973.
25. Brenner, B. (1991). Rapid dissociation and reassociation of actomyosin cross-bridges during force generation: a newly observed facet of cross-bridge action in muscle. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 88(23), 10490-10494.
26. Brenner, B. (1993). Dynamic actin interaction of cross-bridges during force generation: implications for cross-bridge action in muscle. In: H. Sugi, & G.H. Pollack (Eds.), *Mechanism of Myofilament Sliding in Muscle Contraction* (pp. 531-543). Boston, MA: Springer.

27. Brenner B, Eisenberg, E. (1987). The mechanism of muscle contraction. Biochemical, mechanical, and structural approaches to elucidate cross-bridge action in muscle. *Basic Research in Cardiology*, 82(Suppl 2), 3–16.
28. Brewer, C. (2017). *Athletic Movement Skills: training for sports performance*. Champaign, IL: Human Kinetics.
29. Brown, S. J., Child, R. B., Day, S. H., & Donnelly, A. E. (1997). Exercise-induced skeletal muscle damage and adaptation following repeated bouts of eccentric muscle contractions. *Journal of Sports Sciences*, 15(2), 215-222.
30. Brüggemann G. (2000). Sport-related spinal injuries and their prevention. In: V.M. Zatsiorsky (Ed.), *Biomechanics in Sport* (pp. 550–576). Oxford: Blackwell Science.
31. Buczek, F. L., & Cavanagh, P. R. (1990). Stance phase knee and ankle kinematics and kinetics during level and downhill running. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 22(5), 669-677.
32. Burns, B., & Dunning, M. (2009). *Basketball Step-by-step*. The Rosen Publishing Group, Inc.
33. Cabri, J. M. H. (1991). Isokinetic strength aspects in human joints and muscles. *Applied Ergonomics*, 22(5), 299-302.
34. Castagna, C., Chaouachi, A., Rampinini, E., Chamari, K., & Impellizzeri, F. (2009). Aerobic and explosive power performance of elite Italian regional-level basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(7), 1982-1987.
35. Cavagna, G. A. (1977). Storage and utilization of elastic energy in skeletal muscle. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 5(1), 89-130.
36. Cavagna, G. A., Komarek, L., & Mazzoleni, S. (1971). The mechanics of sprint running. *The Journal of Physiology*, 217(3), 709-721.
37. Cavagna, G. A., Saibene, F. P., & Margaria, R. (1965). Effect of negative work on the amount of positive work performed by an isolated muscle. *Journal of Applied Physiology*, 20(1), 157-158.
38. Cavanagh, P. R., & Komi, P. V. (1979). Electromechanical delay in human skeletal muscle under concentric and eccentric contractions. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 42(3), 159-163.
39. Cavanagh, P.R. & Komi, P.V. (1979). Electromechanical delay in human skeletal muscle under concentric and eccentric contractions. *European Journal of Applied Physiology*, 42(3), 159–163.
40. Chaitow, L., & Crenshaw, K. (2006). *Muscle energy techniques (3th ed)*. Elsevier Health Sciences.
41. Challis, J. H. (2000). Muscle-tendon architecture and athletic performance. In: V.M. Zatsiorsky (Ed.), *Biomechanics in Sport (Olympic Encyclopaedia of Sports Medicine Vol. IX)* (pp. 33-55). Oxford: Blackwell Science Ltd.
42. Chang, H. Y., Hsu, C. Y., Chen, J. L., & Lin, P. C. (2005). The effect of plyometric training for lower extremities strength and power in highschool female basketball players. In. Q. Wang (Ed), *ISBS - Conference Proceedings Archive*,

- 23rd International Symposium on Biomechanics in Sports (pp. 177-180). August 22–27, 2005, Beijing: International Society of Biomechanics in Sport.
43. Chelly, M. S., Ghenem, M. A., Abid, K., Hermassi, S., Tabka, Z., & Shephard, R. J. (2010). Effects of in-season short-term plyometric training program on leg power, jump-and sprint performance of soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(10), 2670-2676.
 44. Chelly, M. S., Hermassi, S., & Shephard, R. J. (2015). Effects of in-season short-term plyometric training program on sprint and jump performance of young male track athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(8), 2128-2136.
 45. Chu, D. A. (1998). *Jumping into plyometrics (2nd ed)*. Champaign, IL: Human Kinetics.
 46. Chu, D. A., & Meyer, G. C. (2013). *Plyometrics*. Champaign, IL: Human Kinetics.
 47. Clarkson, P. M., & Tremblay, I. (1988). Exercise-induced muscle damage, repair, and adaptation in humans. *Journal of Applied Physiology*, 65(1), 1-6.
 48. Clutch, D., Wilton, M., McGown, C., & Bryce, G. R. (1983). The effect of depth jumps and weight training on leg strength and vertical jump. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 54(1), 5-10.
 49. Čoh, M. (2008). *Biomechanical diagnostic methods in athletic training*. Ljubljana: Institute of Kinesiology, Faculty of Sport.
 50. Čoh, M., & Tomažin, K. (2005). Biodynamic characteristics of female sprinters. In D. Milanović, & F. Prot (Eds.), *4th International Scientific Conference on Kinesiology: Science and Profession-Challenge for the Future: Proceedings Book* (pp. 441-444). September 7-11, 2005, Zagreb: University of Zagreb, Faculty of Kinesiology.
 51. Colliander, E. B., & Tesch, P. A. (1990). Effects of eccentric and concentric muscle actions in resistance training. *Acta Physiologica Scandinavica*, 140(1), 31-39.
 52. Cooke, T. D. V., Sled, E. A., & Scudamore, R. A. (2007). Frontal plane knee alignment: a call for standardized measurement. *Journal of Rheumatology*, 34(9), 1796-1801.
 53. Copenolle, H., & Delecluse, C. (1989). Technology and development of speed. *Athletics Coach*, 23(1), 82-90.
 54. Cossor, J. M., Blanksby, B. A., & Elliott, B. C. (1999). The influence of plyometric training on the freestyle tumble turn. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 2(2), 106-116.
 55. Costill, D. L., Daniels, J., Evans, W., Fink, W., Krahenbuhl, G., & Saltin, B. (1976). Skeletal muscle enzymes and fiber composition in male and female track athletes. *Journal of Applied Physiology*, 40(2), 149-154.
 56. Crenshaw, A. G., Karlsson, S., Styf, J., Bäcklund, T., & Fridén, J. (1995). Knee extension torque and intramuscular pressure of the vastus lateralis muscle during eccentric and concentric activities. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 70(1), 13-19.

57. Dahmane, R., Đorđević, S., Šimunič, B., & Valenčič, V. (2005). Spatial fiber type distribution in normal human muscle: histochemical and tensiomyographical evaluation. *Journal of Biomechanics*, 38(12), 2451-2459.
58. Davies, G. J., & Matheson, J. W. (2001). Shoulder plyometrics. *Sports Medicine and Arthroscopy Review*, 9(1), 1-18.
59. Davies, G., Riemann, B. L., & Manske, R. (2015). Current concepts of plyometric exercise. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 10(6), 760-786.
60. de Paula Simola, R. Á., Harms, N., Raeder, C., Kellmann, M., Meyer, T., Pfeiffer, M., & Ferrauti, A. (2015a). Tensiomyography reliability and prediction of changes in muscle force following heavy eccentric strength exercise using muscle mechanical properties. *Sports Technology*, 8(1-2), 58-66.
61. de Paula Simola, R. Á., Harms, N., Raeder, C., Kellmann, M., Meyer, T., Pfeiffer, M., & Ferrauti, A. (2015b). Assessment of neuromuscular function after different strength training protocols using tensiomyography. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(5), 1339-1348.
62. de Paula Simola, R. Á., Raeder, C., Wiewelhove, T., Kellmann, M., Meyer, T., Pfeiffer, M., & Ferrauti, A. (2016). Muscle mechanical properties of strength and endurance athletes and changes after one week of intensive training. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 30(5), 73-80.
63. de Villarreal, E. S. S., González-Badillo, J. J., & Izquierdo, M. (2008). Low and moderate plyometric training frequency produces greater jumping and sprinting gains compared with high frequency. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(3), 715-725.
64. de Villarreal, E. S. S., Kellis, E., Kraemer, W. J., & Izquierdo, M. (2009). Determining variables of plyometric training for improving vertical jump height performance: a meta-analysis. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(2), 495-506.
65. 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.
66. Devasahayam, S. R. (2019). Skeletal Muscle Contraction: Force and Movement. In: S.R. Devasahayam (Ed.), *Signals and Systems in Biomedical Engineering: Physiological Systems Modeling and Signal Processing* (pp. 321-351). Singapore: Springer.
67. DeVita, P., & Skelly, W. A. (1992). Effect of landing stiffness on joint kinetics and energetics in the lower extremity. *Medicine and Science in Sports Exercise*, 24(1), 108-115.
68. Dintiman, Dž. B. (2010). Brzina i ubrzanje. In: B. Forlan (Ed.), *Vrhunski Kondicioni Trening* (pp. 169-194). Beograd: Data Status.
69. Duda, M. (1988). Plyometrics: a legitimate form of power training?. *The Physician and Sportsmedicine*, 16(3), 212-218.
70. Dufek, J. S., & Bates, B. T. (1990). The evaluation and prediction of impact forces during landings. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 22(3), 370-377.

71. Dufek, J. S., & Bates, B. T. (1991). Biomechanical factors associated with injury during landing in jump sports. *Sports Medicine*, 12(5), 326-337.
72. Duffield, R., Cannon, J., & King, M. (2010). The effects of compression garments on recovery of muscle performance following high-intensity sprint and plyometric exercise. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(1), 136-140.
73. Dursenev, L., & Raevsky, L. (1978). Strength training of jumpers. *Teoriya i Praktika Fizescheskoi Kultury*, 10, 62.
74. Dyhre-Poulsen, P., Simonsen, E. B., & Voigt, M., (1991). Dynamic control of muscle stiffness and H reflex modulation during hopping and jumping in man. *The Journal of Physiology*, 437(1), 287-304.
75. Ebbeling, C. B., & Clarkson, P. M. (1990). Muscle adaptation prior to recovery following eccentric exercise. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 60(1), 26-31.
76. Edström, L., & Grimby, L. (1986). Effect of exercise on the motor unit. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*, 9(2), 104-126.
77. El-Ashker, S., Hassan, A., Taiar, R., & Tilp, M. (2019). Long jump training emphasizing plyometric exercises is more effective than traditional long jump training: A randomized controlled trial. *Journal of Human Sport and Exercise*, 14(1), 215-224.
78. Enoka, R. M. (1988). Muscle strength and its development. *Sports Medicine*, 6(3), 146-168.
79. Enoka, R. M. (1996). Eccentric contractions require unique activation strategies by the nervous system. *Journal of Applied Physiology*, 81(6), 2339-2346.
80. Enoka, R. M. (2002). *Neuromechanics of Human Movement* (3rd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
81. Enoka, R.M., Gandevia, S.C., McComas, A.J., Stuart, D.G., & Thomas, C.K. (1996). Neural and neuromuscular aspects of muscle fatigue. *Muscle & Nerve*, 4(Suppl.), S1-S37.
82. Ercolessi, D. (1999). La caduta dal salto. *Super Volley*, 1, 79-82.
83. Erčulj, F., Dežman, B., & Vučković, G. (2004). Differences between three basic types of young basketball players in terms of height and contact time in various jumps. *Kinesiologia Slovenica*, 10(1), 5-15.
84. Faigenbaum, A. D., and Chu, D. A. (2017). *Plyometric Training for Children and Adolescents*. Indianapolis, IL: American College of Sports Medicine (ACSM) - Current Comment.
85. Fatouros, I. G., Jamurtas, A. Z., Leontsini, D., Taxildaris, K., Aggelousis, N., Kostopoulos, N., & Buckenmeyer, P. (2000). Evaluation of plyometric exercise training, weight training, and their combination on vertical jumping performance and leg strength. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 14(4), 470-476.
86. Fleck, S. J., & Kraemer, W. J. (1996). *Periodization breakthrough!: the ultimate training system*. New York: Advanced Research Press.

87. Fontenay, B., Lebon, F., Champely, S., Argaud, S., Blache, Y., Collet, C., & Monteil, K. (2013). ACL injury risk factors decrease & jumping performance improvement in female basketball players: a prospective study. *International Journal of Kinesiology & Sports Science*, *1*(2), 2201–6015.
88. Fowler, N. E., Trzaskoma, Z., Wit, A., Iskra, L., & Lees, A. (1995). The effectiveness of a pendulum swing for the development of leg strength and counter-movement jump performance. *Journal of Sports Sciences*, *13*(2), 101-108.
89. Franchi, M. V., Reeves, N. D., & Narici, M. V. (2017). Skeletal muscle remodeling in response to eccentric vs. concentric loading: morphological, molecular, and metabolic adaptations. *Frontiers in Physiology*, *447*(8), 1-15.
90. Friden, J., Sjöström, M., & Ekblom, B. (1981). A morphological study of delayed muscle soreness. *Experientia*, *37*(5), 506-507.
91. Friden, J., Sjöström, M., & Ekblom, B. (1983). Myofibrillar damage following intense eccentric exercise in man. *International Journal of Sports Medicine*, *4*(03), 170-176.
92. Frontera, W. R., & Ochala, J. (2015). Skeletal muscle: a brief review of structure and function. *Calcified Tissue International*, *96*(3), 183-195.
93. Fuchs, P. X., Menzel, H. J. K., Guidotti, F., Bell, J., von Duvillard, S. P., & Wagner, H. (2019). Spike jump biomechanics in male versus female elite volleyball players. *Journal of Sports Sciences*, *37*(21), 2411-2419.
94. Fung, Y. C. (1981). *Mechanical Properties of Living Tissues*. New York: Springer Verlag
95. Gabbett, T. J. (2016). The training—injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder?. *British Journal of Sports Medicine*, *50*(5), 273-280.
96. Gabbett, T., & Georgieff, B. (2007). Physiological and anthropometric characteristics of Australian junior national, state, and novice volleyball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *21*(3), 902-908.
97. García-de-Alcaraz, A., Ramírez-Campillo, R., Rivera-Rodríguez, M., & Romero-Moraleda, B. (2020). Analysis of jump load during a volleyball season in terms of player role. *Journal of Science and Medicine in Sport*, *23*(10), 973-978.
98. García-de-Alcaraz, A., Valadés, D., & Palao, J. M. (2017). Evolution of game demands from young to elite players in men's volleyball. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *12*(6), 788-795.
99. Gehri, D. J., Ricard, M. D., Kleiner, D. M., & Kirkendall, D. T. (1998). A comparison of plyometric training techniques for improving vertical jump ability and energy production. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *12*(2), 85-89.
100. Goldspink, G. (1992). The brains behind the brawn. *New Scientist*, *135*(1832), 28–33.
101. Gottlieb, G. L., Corcos, D. M., & Agarwal, G. C. (1989). Strategies for the control of voluntary movements with one mechanical degree of freedom. *Behavioral and Brain Sciences*, *12*(2), 189-210.

102. Grabiner, M. D. (2000). Neuromechanics of the Initial Phase of Eccentric Contraction-Induced. In: V.M. Zatsiorsky (Ed.), *Biomechanics in Sport* (pp. 588–608). Oxford: Blackwell Science.
103. Gray, J. C., & Chandler, J. M. (1989). Percent decline in peak torque production during repeated concentric and eccentric contractions of the quadriceps femoris muscle. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 10(8), 309-314.
104. Grotmol, S., Totland, G. K., & Kryvi, H. (1988). A general, computer-based method for study of the spatial distribution of muscle fiber types in skeletal muscle. *Anatomy and Embryology*, 177(5), 421-426.
105. Guadagnin, E. C., Stoelben, K. J., Carpes, F. P., & Vaz, M. A. (2022). Neuromuscular and functional responses to concentric and eccentric strength training in older adults: A systematic review. *Kinesiology*, 54(2), 357-367.
106. Hagl, S. (2003). *Untersuchung verschiedener sprungkraftfördernder Übungen*. Retrieved April 3, 2004. from <http://www.hausarbeiten.de/faecher/hausarbeit/spc/23805.html>
107. Hakkinen, K. (1981). Effect of combined concentric and eccentric strength training and detraining on force-time, muscle fiber and metabolic characteristics of leg extensor muscles. *Scandinavian Journal of Sports Sciences*, 3(2), 50-58.
108. Häkkinen, K. (1985). Research overview: Factors influencing trainability of muscular strength during short term and prolonged training. *Strength & Conditioning Journal*, 7(2), 32-37.
109. Hakkinen, K., & Komi, P. V., (1981). Effect of different combined concentric and eccentric muscle work regimens on maximal strength development. *Journal of Human Movement Studies*, 7(1), 33-44.
110. Hather, B. M., Tesch, P. A., Buchanan, P., & Dudley, G. A. (1991). Influence of eccentric actions on skeletal muscle adaptations to resistance training. *Acta Physiologica Scandinavica*, 143(2), 177-185.
111. Herrero, J. A., Izquierdo, M., Maffiuletti, N. A., & Garcia-Lopez, J. (2006). Electromyostimulation and plyometric training effects on jumping and sprint time. *International journal of sports medicine*, 27(7), 533-539.
112. Herrington, L. (2010). The effects of 4 weeks of jump training on landing knee valgus and crossover hop performance in female basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(12), 3427-3432.
113. Herzog, W. (2000). Mechanical properties and performance in skeletal muscles. In V. Zatsiorsky (Ed.), *The Encyclopaedia of Sports Medicine: Biomechanics in Sport Vol. 9 of Encyclopaedia of Sports Medicine* (pp. 21–32). Oxford, UK: Blackwell Science.
114. Higbie, E. J., Cureton, K. J., Warren III, G. L., & Prior, B. M. (1996). Effects of concentric and eccentric training on muscle strength, cross-sectional area, and neural activation. *Journal of Applied Physiology*, 81(5), 2173-2181.
115. Holcomb, W. R., Lander, J. E., Rutland, R. M., & Wilson, G. D. (1996). The effectiveness of a modified plyometric program on power and the vertical jump. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 10(2), 89-92.

116. Holden, S., Boreham, C., Doherty, C., Wang, D., & Delahunt, E. (2015). Clinical assessment of countermovement jump landing kinematics in early adolescence: sex differences and normative values. *Clinical Biomechanics*, 30(5), 469-474.
117. Hortobágyi, T., Barrier, J., Beard, D., Braspeninx, J., Koens, P., Devita, P., & Lambert, J. (1996c). Greater initial adaptations to submaximal muscle lengthening than maximal shortening. *Journal of Applied Physiology*, 81(4), 1677-1682.
118. Hortobágyi, T., Hill, J. P., Houmard, J. A., Fraser, D. D., Lambert, N. J., & Israel, R. G. (1996a). Adaptive responses to muscle lengthening and shortening in humans. *Journal of Applied Physiology*, 80(3), 765-772.
119. Hortobágyi, T., Tracy, J., Hamilton, G., & Lambert, J. (1996b). Fatigue effects on muscle excitability. *International Journal of Sports Medicine*, 17(6), 409-414.
120. Houk, J. C., & Rymer, W. Z. (1981). Neural control of muscle length and tension. In V. B. Brooks (Ed.), *Handbook of Physiology. Section 1: The Nervous System, Vol. II, Part 2: Motor Control* (pp. 257-323). Bethesda, MD: American Physiological Society.
121. Huijing, P. A. (1985). Architecture of the human gastrocnemius muscle and some functional consequences. *Cells Tissues Organs*, 123(2), 101-107.
122. Hull, M. L., & Jorge, M. (1985). A method for biomechanical analysis of bicycle pedalling. *Journal of Biomechanics*, 18(9), 631-644.
123. Hunter, A. M., Galloway, S. D., Smith, I. J., Tallent, J., Ditroilo, M., Fairweather, M. M., & Howatson, G. (2012). Assessment of eccentric exercise-induced muscle damage of the elbow flexors by tensiomyography. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 22(3), 334-341.
124. Hunter, J. P., Marshall, R. N., & McNair, P. J. (2004). Interaction of step length and step rate during sprint running. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(2), 261-271.
125. Huxley, A. F. (1957) Muscle structure and theories of contraction. *Progress in Biophysics and Biophysical Chemistry*, 7, 255–318.
126. Huxley, A. F. (1974). Muscular contraction. *The Journal of physiology*, 243(1), 1-43.
127. Huxley, A. F., & Niedergerke, R. (1954). Structural changes in muscle during contraction: interference microscopy of living muscle fibres. *Nature*, 173(4412), 971-973.
128. Huxley, A. F. & Simmons, R. M. (1971). Mechanical properties of cross bridges of frog striated muscle. *Journal of Physiology*, 218(Suppl), 59P–60P.
129. Huxley, H. & Hanson, J. (1954). Changes in cross-striations of muscle during contraction and stretch and their structural interpretation. *Nature*, 173(4412), 973–976.
130. Hyoku, C., Shibukawa, K., Ae, M., Hashihara, Y., Yokoi, T., & Kawabata, A. (1984). Effect of dropping height on a buffer action in landing. *Japanese Society of Biomechanics*, 15(3), 203-207
131. Idrizovic, K., Gjinovci, B., Sekulic, D., Uljevic, O., João, P. V., Spasic, M., & Sattler, T. (2018). The effects of 3-month skill-based and plyometric conditioning

- on fitness parameters in junior female volleyball players. *Pediatric Exercise Science*, 30(3), 353-363.
132. Ito, M., Kawakami, Y., Ichinose, Y., Fukashiro, S., & Fukunaga, T. (1998). Nonisometric behavior of fascicles during isometric contractions of a human muscle. *Journal of Applied Physiology*, 85, 1230–1235.
 133. Јаковљевић, С., Каралејић, М., Пајић, З., & Мандић, Р. (2011). Убрзање и брзина промене смера и начина кретања квалитетних кошаркаша. *Физичка Култура*, 65(1), 16-23.
 134. Janmey, P. A., Hvidt, S., Oster, G. F., Lamb, J., Stossel, T. P., & Hartwig, J. H. (1990). Effect of ATP on actin filament stiffness. *Nature*, 347(6288), 95-99.
 135. Jones, D. A., & Rutherford, O. M. (1987). Human muscle strength training: the effects of three different regimens and the nature of the resultant changes. *The Journal of Physiology*, 391(1), 1-11.
 136. Joyce, G. C., & Rack, P. M. H. (1969). Isotonic lengthening and shortening movements of cat soleus muscle. *The Journal of Physiology*, 204(2), 475.
 137. Jürimäe, J., Abernethy, P. J., Quigley, B. M., Blake, K., & McEniery, M. T. (1997). Differences in muscle contractile characteristics among bodybuilders, endurance trainers and control subjects. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 75(4), 357-362.
 138. Kato, T., Terashima, T., Yamashita, T., Hatanaka, Y., Honda, A., & Umemura, Y. (2006). Effect of low-repetition jump training on bone mineral density in young women. *Journal of Applied Physiology*, 100(3), 839-843.
 139. Katz, B. (1939). The relation between force and speed in muscular contraction. *The Journal of Physiology*, 96(1), 45.
 140. Kearney, R. E., & Hunter, I. W. (1982). Dynamics of human ankle stiffness: variation with displacement amplitude. *Journal of Biomechanics*, 15(10), 753-756.
 141. Kernell, D. (1998). Muscle regionalization. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 23(1), 1-22.
 142. Kirkendall, D. T., & Garrett, W. E. (1997). Function and biomechanics of tendons. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 7(2), 62-66.
 143. Kocić, M., Berić, D., Radovanović, D., & Simović, S. (2012). Differences in mobility, situational, motor and functional abilities of basketball players at different levels of competition. *Facta universitatis-series: Physical Education and Sport*, 10(1), 23-32.
 144. Komi, P. V. (1973a). Measurement of the force–velocity relationship in human muscle under concentric and eccentric contraction. In: S. Cerquidlini, A. Venerando & J. Wartenweiler (Eds.), *Medicine and Sport, Biomechanics III* (pp. 224–229). Basel: Karger.
 145. Komi, P. V. (1973b). Relationship between muscle tension, EMG and velocity of contraction under concentric and eccentric work. In: J.E. Desmedt (Ed.), *New Concepts of the Motor Unit, Neuromuscular Disorders, Electromyographic Kinesiology* (pp. 596-606). Basel: Karger Publishers.

146. Komi, P. V. (1984). Physiological and biomechanical correlates of muscle function: effects of muscle structure and stretch—shortening cycle on force and speed. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 12(1), 81-122.
147. Komi, P. V. (1986). Training of muscle strength and power: interaction of neuromotoric, hypertrophic, and mechanical factors. *International Journal of Sports Medicine*, 7(Suppl. 1), 10-15.
148. Komi, P. V. (1992). Stretch-shortening cycle. In P.V. Komi, (Ed.), *Strength and Power in Sport* (pp. 169–179). Oxford, UK: Blackwell Science.
149. Komi, P. V., & Buskirk, E. R. (1972). Effect of eccentric and concentric muscle conditioning on tension and electrical activity of human muscle. *Ergonomics*, 15(4), 417-434.
150. Komi, P. V., & Gollhofer, A. (1997). Stretch reflexes can have an important role in force enhancement during SSC exercise. *Journal of Applied Biomechanics*, 13(4), 451-460.
151. Komi P. V., & Nicol, C. (2000). Shortening cycle of muscle function. In V. M. Zatsiorsky (Ed.), *Biomechanics in Sport* (pp. 87-102). Oxford, UK: Blackwell Science.
152. Kovanen, V., Suominen, H., & Heikkinen, E. (1984). Mechanical properties of fast and slow skeletal muscle with special reference to collagen and endurance training. *Journal of Biomechanics*, 17(10), 725-735.
153. Krističević, T., Krakan, I., & Baić, M. (2016). Effects of short high impact plyometric training on jumping performance in female volleyball players. *Acta Kinesiologica*, 10(1), 25-29.
154. Križaj, D., Šimunič, B., & Žagar, T. (2008). Short-term repeatability of parameters extracted from radial displacement of muscle belly. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 18(4), 645-651.
155. Kubo, K., Morimoto, M., Komuro, T., Yata, H., Tsunoda, N., Kanehisa, H., & Fukunaga, T. (2007). Effects of plyometric and weight training on muscle-tendon complex and jump performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(10), 1801-1810.
156. Kumagai, K., Abe, T., Brechue, W. F., Ryushi, T., Takano, S., & Mizuno, M. (2000). Sprint performance is related to muscle fascicle length in male 100-m sprinters. *Journal of Applied Physiology*, 88(3), 811–816.
157. Kurelić, N. (1954). *Atletika*. Beograd: Sportska knjiga.
158. Laffaye, G., Wagner, P. P., & Tomblason, T. I. (2014). Countermovement jump height: Gender and sport-specific differences in the force-time variables. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(4), 1096-1105.
159. Latash, M. L. (2018). Muscle coactivation: definitions, mechanisms, and functions. *Journal of Neurophysiology*, 120(1), 88-104.
160. Lees, A. (1981). Methods of impact absorption when landing from a jump. *Engineering in Medicine*, 10(4), 207-211.
161. Lehmann, F., & Voss, G. (1997). Innovationen für den Sprint und Sprung:“ziehende” 47. *Gestaltung der Stützphasen. Leistungssport*, 6, 20-5.

162. Lehnert, M., Hůlka, K., Malý, T., Fohler, J., & Zahálka, F. (2013). The effects of a 6 week plyometric training programme on explosive strength and agility in professional basketball players. *Acta Gymnica*, 43(4), 7-15.
163. Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P., & Moher, D. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *Journal of Clinical Epidemiology*, 62(10), e1-e34.
164. Lieber, R. L., Thornell, L. E., & Fridén, J. (1996). Muscle cytoskeletal disruption occurs within the first 15 min of cyclic eccentric contraction. *Journal of Applied Physiology*, 80(1), 278-284.
165. Lindstedt, S. L., McGlothlin, T., Percy, E., & Pifer, J. (1998). Task-specific design of skeletal muscle: balancing muscle structural composition. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 120(1), 35-40.
166. Luhtanen, P., & Komi, P. V. (1978). Mechanical factors influencing running speed. *Biomechanics VI-B*, 2, 23-28.
167. Lyttle, A. D., Wilson, G. J., & Ostrowski, K. J. (1996). Enhancing performance: Maximal power versus combined weights and plyometrics training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 10, 173-179.
168. Mackala, K., & Fostiak, M. (2015). Acute effects of plyometric intervention—Performance improvement and related changes in sprinting gait variability. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(7), 1956-1965.
169. Mackala, K., Fostiak, M., Schweyen, B., Osik, T., & Coch, M. (2019). Acute effects of a speed training program on sprinting step kinematics and performance. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(17), 3138-3151.
170. Malatesta, D., Cattaneo, F., Dugnani, S., & Maffiuletti, N. A. (2003). Effects of electromyostimulation training and volleyball practice on jumping ability. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 17(3), 573-579.
171. Maly, T., Zahalka, F., Mala, L., & Cech, P. (2015). The bilateral strength and power asymmetries in untrained boys. *Open Medicine*, 10(1), 224-232.
172. Mann, R., & Sprague, P. (1980). A kinetic analysis of the ground leg during sprint running. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 51(2), 334-348
173. Manojlović, V., & Erčulj, F. (2013). Uticaj usmeravanja pažnje na postignuće kod vertikalnog skoka mladih košarkaša. *Fizička Kultura*, 67(1), 61-67.
174. Marfell-Jones, M., Olds, T., Stewart, A., & Carter, L. (2006). *International standards for anthropometric assessment: ISAK Accreditation Handbook*. Potchefstroom: International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK).
175. Markovic, G. (2007). Does plyometric training improve vertical jump height? A meta-analytical review. *British journal of sports medicine*, 41(6), 349-355.
176. Martel, G. F., Harmer, M. L., Logan, J. M., & Parker, C. B. (2005). Aquatic plyometric training increases vertical jump in female volleyball players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(10), 1814-1819.

177. Mashima, H. (1984). Force-velocity relation and contractility in striated muscles. *The Japanese journal of Physiology*, 34(1), 1-17.
178. Matavulj, D., Kukulj, M., Ugarkovic, D., Tihanyi, J., & Jaric, S. (2001). Effects of plyometric training on jumping performance in junior basketball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41(2), 159-164.
179. McErlain-Naylor, S., King, M., & Pain, M. T. G. (2014). Determinants of countermovement jump performance: a kinetic and kinematic analysis. *Journal of Sports Sciences*, 32(19), 1805-1812.
180. McLaughlin, E. J. (2001). A comparison between two training programs and their effects on fatigue rates in women. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 15(1), 25-29.
181. McNitt-Gray, J. L. (1991). Kinematics and Impulse Characteristics of Drop Landing From Three Heights. *International Journal of Sport Biomechanics*, 7(2), 201-224.
182. McNitt-Gray, J. L. (1993). Kinetics of the lower extremities during drop landings from three heights. *Journal of Biomechanics*, 26(9), 1037-1046.
183. McNitt-Gray, J. L. (2000). Musculoskeletal loading during landing. In V. Zatsiorsky (Ed.), *Biomechanics in Sport* (pp. 523–550). Oxford, UK: Blackwell Science.
184. McNitt-Gray, J. L., Eagle, J. P., Elkins, S., & Munkasy, B. A. (1996). Modifications in joint kinetics during stop and go landing movements under fatigued and non-fatigued conditions. In V. Zatsiorsky (Ed.), *Proceedings of the XXth American Society of Biomechanics (ASB) Meeting* (pp. 47-48). October 17–19, 1996, Atlanta, GA: American Society of Biomechanics.
185. McNitt-Gray, J. L., Yokoi, T., & Millward, C. (1994). Landing strategies used by gymnasts on different surfaces. *Journal of Applied Biomechanics*, 10(3), 237-252.
186. Meijer, K., Bosch, P., Bobbert, M. F., van Soest, A. J., & Huijing, P. A. (1998). The isometric knee extension moment-angle relationship: experimental data and predictions based on cadaver data. *Journal of Applied Biomechanics*, 14(1), 62-79.
187. Mero, A. (1988). Force-time characteristics and running velocity of male sprinters during the acceleration phase of sprinting. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 59(2), 94-98
188. Mero, A., & Komi, P. V. (1985). Effects of supramaximal velocity on biomechanical variables in sprinting. *Journal of Applied Biomechanics*, 1(3), 240-252.
189. Mero, A., & Komi, P. V. (1987). Electromyographic activity in sprinting at speeds ranging from sub-maximal to supra-maximal. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 19(3), 266-274.
190. Mero, A., Komi, P. V., & Gregor, R. J. (1992). Biomechanics of sprint running. *Sports Medicine*, 13(6), 376-392
191. Mero, A., Kuitunen, S., Harland, M., Kyröläinen, H., & Komi, P. V. (2006). Effects of muscle–tendon length on joint moment and power during sprint starts. *Journal of Sports Sciences*, 24(2), 165-173.

192. Mero, A., Luhtanen, P., & Komi, V. (1986). Segmentale Krafterzeugung und Geschwindigkeit des Koerperschwerpunkts in den Kontaktphasen beim sprint. *Leistungssport*, 16(4), 35-39.
193. Mero, A. Luhtanen, J.T., Viitasalo, P., & Komi, P. V., (1981). Relationships between the maximal running velocity, muscle fiber characteristics, force production and force relaxation of sprinters. *Scandandian Journal of Sports Science*, 3(1), 16-22.
194. Meszler, B., & Vácz, M. (2019). Effects of short-term in-season plyometric training in adolescent female basketball players. *Physiology International*, 106(2), 168-179.
195. Miller, M. G., Berry, D. C., Bullard, S., & Gilders, R. (2002). Comparisons of land-based and aquatic-based plyometric programs during an 8-week training period. *Journal of Sport Rehabilitation*, 11(4), 268-283.
196. Moran, J., Clark, C. C., Ramirez-Campillo, R., Davies, M. J., & Drury, B. (2019). A meta-analysis of plyometric training in female youth: its efficacy and shortcomings in the literature. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33(7), 1996-2008.
197. Moreno, S. D., Brown, L. E., Coburn, J. W., & Judelson, D. A. (2014). Effect of cluster sets on plyometric jump power. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(9), 2424-2428.
198. Morgan, D. L. (1977). Separation of active and passive components of short-range stiffness of muscle. *American Journal of Physiology-Cell Physiology*, 232(1), 45-49.
199. Munkasy, B. A., & McNitt-Gray, J. L. (1993). Segment velocity prior to contact in normal and softer than normal landings. *Journal of Biomechanics*, 26(3), 257-258.
200. Nedeljković, A. Č. (2004). Drop jump as an exercise of plyometric training method in maximal jump high improvement. *Fizička Kultura*, 57(1-4), 57-68.
201. Newton, R. U., Häkkinen, K., Häkkinen, A., McCormick, M., Volek, J., & Kraemer, W. J. (2002). Mixed-methods resistance training increases power and strength of young and older men. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34(8), 1367-1375.
202. Newton, R. U., Kraemer, W. J., & Haekkinen, K. (1999). Effects of ballistic training on preseason preparation of elite volleyball players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31, 323-330.
203. Newton, R. U., Rogers, R. A., Volek, J. S., Häkkinen, K., & Kraemer, W. J. (2006). Four weeks of optimal load ballistic resistance training at the end of season attenuates declining jump performance of women volleyball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(4), 955-961.
204. Nichols, T. R., & Houk, J. C. (1976). Improvement in linearity and regulation of stiffness that results from actions of stretch reflex. *Journal of Neurophysiology*, 39(1), 119-142.
205. Nigg, B. M. (1985). Biomechanics, load analysis and sports injuries in the lower extremities. *Sports Medicine*, 2(5), 367-379.

206. Nigg, B. M., Denoth, J., & Neukomm, P. A. (1981). Quantifying the load on the human body: problems and some possible solutions. *Biomechanics VII-B*, 88, 99.
207. Nikituk, B., & Samoilov, N. (1990). The adaptive mechanisms of muscle fibres to exercise and possibilities for controlling them. *Teoriya i Praktika Fizicheskoi Kultury* 5: 11-14.
208. Norman, R. W., & Komi, P. V. (1979). Electromechanical delay in skeletal muscle under normal movement conditions. *Acta Physiologica Scandinavica*, 106(3), 241-248.
209. Nosaka, K., Clarkson, P. M., McGuiggin, M. E., & Byrne, J. M. (1991). Time course of muscle adaptation after high force eccentric exercise. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 63(1), 70-76.
210. Nosaka, K., Sakamoto, K. E. I., Newton, M., & Sacco, P. (2001). How long does the protective effect on eccentric exercise-induced muscle damage last?. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(9), 1490-1495.
211. Núñez, F. J., Santalla, A., Carrasquilla, I., Asian, J. A., Reina, J. I., & Suarez-Arrones, L. J. (2018). The effects of unilateral and bilateral eccentric overload training on hypertrophy, muscle power and COD performance, and its determinants, in team sport players. *PloS one*, 13(3), e0193841.
212. Owings, T. M., & Grabiner, M. D. (1998a). Fatigue effects on the bilateral deficit are speed dependent. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30(8), 1257-1262.
213. Owings, T. M., & Grabiner, M. D. (1998b). Normally aging older adults demonstrate the bilateral deficit during ramp and hold contractions. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 53(6), B425-B429.
214. Ozolin, N. G., Voronkin, V. I., Primakov, Y. N. (1989). *Legkaiaatletika*, Moscow: Physical Culture and Sport.
215. Panzer, V. P., Wood, G. A., Bates, B. T., & Mason, B. R. (1988). Lower extremity loads in landings of elite gymnasts. In: G. de Groot, A. Hollander, P. Huijing, & G. van Ingen Schenau (Eds.), *Biomechanics XI* (pp. 727-735). Amsterdam, NL: Free University Press.
216. Patel, T. J., & Lieber, R. L. (1997). Force transmission in skeletal muscle: from actomyosin to external tendons. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 25(1), 321-363.
217. Patterson, R. P., & Moreno, M. I. (1990). Bicycle pedalling forces as a function of pedalling rate and power output. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 22(4), 512-516.
218. Pereira, L. A., Ramirez-Campillo, R., Martín-Rodríguez, S., Kobal, R., Abad, C. C., Arruda, A. F., Guerriero, A., & Loturco, I. (2020). Is Tensiomyography-derived velocity of contraction a sensitive marker to detect acute performance changes in elite team-sport athletes?. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 15(1), 31-37.

219. Pišot, R., Narici, M. V., Šimunič, B., De Boer, M., Seynnes, O., Jurdana, M., & Mekjavić, I. B. (2008). Whole muscle contractile parameters and thickness loss during 35-day bed rest. *European Journal of Applied Physiology*, *104*(2), 409-414.
220. Polglaze, T., & Dawson, B. (1992). The physiological requirements of the positions in state league volleyball. *Sports Coach*, *15*, 32-32.
221. Powers, C. M. (2010). The influence of abnormal hip mechanics on knee injury: a biomechanical perspective. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, *40*(2), 42-51.
222. Prilutsky, B. I. (2000). Eccentric muscle action in sport and exercise. In V.M. Zatsiorsky (Ed.), *Biomechanics in Sport: Performance Enhancement and Injury Prevention* (pp. 56-86). Oxford, UK: Blackwell Science.
223. Prilutsky, B. I., & Zatsiorsky, V. M. (1994). Tendon action of two-joint muscles: transfer of mechanical energy between joints during jumping, landing, and running. *Journal of Biomechanics*, *27*(1), 25-34.
224. Rack, P. M., & Westbury, D. R. (1974). The short range stiffness of active mammalian muscle and its effect on mechanical properties. *The Journal of Physiology*, *240*(2), 331-350.
225. Radcliffe, J. C., Farentinos, R. C., & Schwarz, M. (2003). *Pliometrija*. Zagreb: Gopal.
226. Ramirez-Campillo, R., Andrade, D. C., Nikolaidis, P. T., Moran, J., Clemente, F. M., Chaabene, H., & Comfort, P. (2020). Effects of plyometric jump training on vertical jump height of volleyball players: a systematic review with meta-analysis of randomized-controlled trial. *Journal of Sports Science & Medicine*, *19*(3), 489-499.
227. Ramirez-Campillo, R., García-de-Alcaraz, A., Chaabene, H., Moran, J., Negra, Y., & Granacher, U. (2021). Effects of plyometric jump training on physical fitness in amateur and professional volleyball: a meta-analysis. *Frontiers in Physiology*, *12*, 6364140.
228. Ramirez-Campillo, R., Garcia-Hermoso, A., Moran, J., Chaabene, H., Negra, Y., & Scanlan, A. T. (2022). The effects of plyometric jump training on physical fitness attributes in basketball players: A meta-analysis. *Journal of Sport and Health Science*, *11*(6), 656-670
229. Reeves, N. D., Maganaris, C. N., Longo, S., & Narici, M. V. (2009). Differential adaptations to eccentric versus conventional resistance training in older humans. *Experimental Physiology*, *94*(7), 825-833.
230. Requejo, P., McNiff-Gray, J. L., Eagle, J., Munkasy, B. A. and Smith, S. (1998). Multijoint load distribution and power generation during high velocity impact. In *Proceedings of NACOB'98. The Third North American Congress on Biomechanics* (pp. 459-460). August 14-18, 1998, Ontario, CA: University of Waterloo.
231. Roy, R. R., Baldwin, K. M., & Edgerton, V. R. (1991). 8 The plasticity of skeletal muscle: effects of neuromuscular activity. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, *19*(1), 269-312.
232. Rusu, L. D., Cosma, G. G., Cernaianu, S. M., Marin, M. N., Rusu, P. A., Ciocănescu, D. P., & Neferu, F. N. (2013). Tensiomyography method used for

- neuromuscular assessment of muscle training. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, 10(1), 1-8.
233. Sanderson, D. J. (1991). The influence of cadence and power output on the biomechanics of force application during steady-rate cycling in competitive and recreational cyclists. *Journal of Sports Sciences*, 9(2), 191-203.
 234. Sands, W. A., Wurth, J. J., & Hewitt, J. K. (2012). *Basics of strength and conditioning manual*. Colorado Springs, CO: National Strength and Conditioning Association.
 235. Seegmiller, J. G., & McCaw, S. T. (2003). Ground reaction forces among gymnasts and recreational athletes in drop landings. *Journal of Athletic Training*, 38(4), 311.
 236. Seger, J. Y., Arvidsson, B., Thorstensson, A., & Seger, J. Y. (1998). Specific effects of eccentric and concentric training on muscle strength and morphology in humans. *European journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 79(1), 49-57.
 237. Sheppard, J. M., Gabbett, T. J., & Stanganelli, L. C. R. (2009). An analysis of playing positions in elite men's volleyball: considerations for competition demands and physiologic characteristics. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(6), 1858-1866.
 238. Sheppard, J. M., Gabbett, T., Taylor, K. L., Dorman, J., Lebedew, A. J., & Borgeaud, R. (2007). Development of a repeated-effort test for elite men's volleyball. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2(3), 292-304.
 239. Siff, M. C. (1988). Biomathematical relationship between strength and body mass. *South African Journal for Research in Sport, Physical Education*, 11(1), 81-92.
 240. Siff, M. C. (2001). Biomechanical foundations of strength and power training. *Biomechanics in Sport*, 103-139.
 241. Silva, A. F., Clemente, F. M., Lima, R., Nikolaidis, P. T., Rosemann, T., & Knechtle, B. (2019). The effect of plyometric training in volleyball players: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(16), 2960.
 242. Silva, A. M., Fields, D. A., Heymsfield, S. B., & Sardinha, L. B. (2010). Bodycomposition and power changes in elite judo athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 31(10), 737-741.
 243. Šimunič, B., Rozman, S., & Pišot, R. (2005). Detecting the velocity of the muscle contraction. In *III International Symposium of New Technologies in Sport, Sarajevo*.
 244. Slinde, F., Suber, C., Suber, L., Edwén, C. E., & Svantesson, U. (2008). Test-retest reliability of three different countermovement jumping tests. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(2), 640-644.

245. Smith, D. J., Roberts, D., & Watson, B. (1992). Physical, physiological and performance differences between Canadian national team and universiade volleyball players. *Journal of Sports Sciences*, *10*(2), 131-138.
246. Sorenson, B., Kernozek, T. W., Willson, J. D., Ragan, R., & Hove, J. (2015). Two- and three-dimensional relationships between knee and hip kinematic motion analysis: single-leg drop-jump landings. *Journal of Sport Rehabilitation*, *24*(4), 363-372.
247. Stacoff, A., Kaelin, X., & Stuessi, E. (1987). Load at impact after a volleyball block. *Deutsche Zeitschrift Fur Sportmedizin*, *38*(11), 458-464.
248. Stauber, W. T. (1989). Eccentric action of muscles: physiology, injury, and adaptation. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, *17*(1), 157-186.
249. Stefanyshyn, D. J., & Nigg, B. M. (1997). Mechanical energy contribution of the metatarsophalangeal joint to running and sprinting. *Journal of Biomechanics*, *30*(11-12), 1081-1085.
250. Stojanović, T., & Kostić, R. M. (2002). The effects of the plyometric sport training model on the development of the vertical jump of volleyball players. *Facta Universitatis-Series: Physical Education and Sport*, *1*(9), 11-25.
251. Swanik, K. A., Lephart, S. M., Swanik, C. B., Lephart, S. P., Stone, D. A., & Fu, F. H. (2002). The effects of shoulder plyometric training on proprioception and selected muscle performance characteristics. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, *11*(6), 579-586.
252. Sweeney, H. L., & Hammers, D. W. (2018). Muscle contraction. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, *10*(2), 1-13.
253. Taube, W., Leukel, C., & Gollhofer, A. (2012). How neurons make us jump: the neural control of stretch-shortening cycle movements. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, *40*(2), 106-115.
254. Tesch, P. A., Dudley, G. A., Duvoisin, M. R., Hather, B. M., & Harris, R. T. (1990). Force and EMG signal patterns during repeated bouts of concentric or eccentric muscle actions. *Acta Physiologica Scandinavica*, *138*(3), 263-271.
255. Tesch, P. A., Komi, P. V., Jacobs, I., Karlsson, J., & Viitasalo, J. T. (1983). Influence of lactate accumulation of EMG frequency spectrum during repeated concentric contractions. *Acta Physiologica Scandinavica*, *119*(1), 61-67.
256. Tesch, P. A., Ploutz-Snyder, L. L., Yström, L., Castro, M. J., & Dudley, G. A. (1998). Skeletal muscle glycogen loss evoked by resistance exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *12*(2), 67-73.
257. Tihanyi, J., Apor, P., & Fekete, G. Y. (1982). Force-velocity-power characteristics and fiber composition in human knee extensor muscles. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, *48*(3), 331-343.
258. Tomlinson, K. A., Hansen, K., Helzer, D., Lewis, Z. H., Leyva, W. D., McCauley, M., Pritchard, W., Silvestri, E., Quila, M., Yi, M., & Jo, E. (2020). The Effects of Loaded Plyometric Exercise during Warm-Up on Subsequent Sprint Performance in Collegiate Track Athletes: A Randomized Trial. *Sports*, *8*(7), 1-13.
259. Tous-Fajardo, J., Moras, G., Rodríguez-Jiménez, S., Usach, R., Doutres, D. M., & Maffiuletti, N. A. (2010). Inter-rater reliability of muscle contractile property

- measurements using non-invasive tensiomyography. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 20(4), 761-766.
260. Tözeren, A. (1999). *Human body dynamics: classical mechanics and human movement*. New York, NY: Springer Science & Business Media.
 261. Tsuda, Y., Yasutake, H., Ishijima, A., & Yanagida, T. (1996). Torsional rigidity of single actin filaments and actin–actin bond breaking force under torsion measured directly by in vitro micromanipulation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 93(23), 12937-12942.
 262. Tupa, V.V., Aleshinsky, C. Yu., Kaimin, M.A., Pereversev, A.P., Polozkov, A.G. & Fruktoy, A.L. (1980). Basic features of the ground interaction in sports locomotion. In V.I. Voronkin, & V.M. Zatsiorsky (Eds.), *Biomechanical Basis of Sport Technique in Track and Field Athletics* (pp. 4–28). Moscow, RU: Central Institute of Physical Culture.
 263. 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.
 264. Usman, T., & Shenoy, K. B. (2015). Effects of lower body plyometric training on vertical jump performance and pulmonary function in male and female collegiate volleyball players. *International Journal of Applied Exercise Physiology*, 4(2), 9-19.
 265. van Ingen Schenau, G. J., Bobbert, M. F., & de Haan, A. (1997). Does elastic energy enhance work and efficiency in the stretch-shortening cycle?. *Journal of Applied Biomechanics*, 13(4), 389-415.
 266. Verkhoshansky, Y., & Siff, M. C. (2009). *Supertraining (6th ed)*. Rome: Verkhoshansky SSTM.
 267. Vos, E. J., Harlaar, J., & Van Ingen Schenau, G. J. (1991). Electromechanical delay during knee extensor contractions. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23(10), 1187-1193.
 268. Wagner, D. R., & Kocak, M. S. (1997). A multivariate approach to assessing anaerobic power following a plyometric training program. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 11(4), 251-255.
 269. Wagner, H., Tilp, M., Von Duvillard, S. P., & Müller, E. (2009). Kinematic analysis of volleyball spike jump. *International Journal of Sports Medicine*, 30(10), 760-765.
 270. Wakai, M., & Linthorne, N. P. (2005). Optimum take-off angle in the standing long jump. *Human Movement Science*, 24(1), 81-96.
 271. Walker, S. M., & Schrodt, G. R. (1974). I segment lengths and thin filament periods in skeletal muscle fibers of the Rhesus monkey and the human. *The Anatomical Record*, 178(1), 63-81.
 272. Waterman-Storer, C. M. (1991). The cytoskeleton of skeletal muscle: is it affected by exercise? A brief review. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23(11), 1240-1249.

273. Wilson, G. J., Newton, R. U., Murphy, A. J., & Humphries, B. J. (1993). The optimal training load for the development of dynamic athletic performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25(11), 1279-1286.
274. Wilson, M. T., Ryan, A. M., Vallance, S. R., Dias-Dougan, A., Dugdale, J. H., Hunter, A. M., Lee Hamilton, D., & Macgregor, L. J. (2019). Tensiomyography derived parameters reflect skeletal muscle architectural adaptations following 6-weeks of lower body resistance training. *Frontiers in Physiology*, 10(1493), 1-14.
275. Witzke, K. A., & Snow, C. M. (2000). Effects of polymetric jump training on bone mass in adolescent girls. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(6), 1051-1057.
276. Young, W. B., Wilson, C. J., & Byrne, C. (1999). A comparison of drop jump training methods: effects on leg extensor strength qualities and jumping performance. *International Journal of Sports Medicine*, 20(05), 295-303.
277. Zanon, (1989). Plyometrics: Past and Present. *New Studies in Athletics*, 4(1), 7-17.
278. Зарић, И. (2014). Ефекти шестонедељног тренажног процеса на моторичке и функционалне способности кошаркашица. *Физичка Култура*, 68(1), 75-82.
279. Zatsiorsky, V. (2008). *Biomechanics in Sport: Performance Enhancement and Injury Prevention*. Oxford, UK: Blackwell Science.
280. Zatsiorsky, V. M. & Prilutsky, B. I. (1987). Soft and stiff landing. In B. Jonsson (Ed.), *International Series on Biomechanics*, V6B: *Biomechanics X-B* (pp. 739–743). Champaign, IL: Human Kinetics.
281. Zhang, S. N., Bates, B. T., & Dufek, J. S. (2000). Contributions o lower extremity joints to energy dissipation during landings. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(4), 812-819.
282. Zhang, X. (2013). Research of jumping ability and explosive power based on plyometric training. In W. Du (Ed.), *Lecture Notes in Electrical Engineering: Informatics and Management Science III Volume 206* (pp. 427-433). November 16-19, 2012, London, UK: Springer.
283. Ziv, G., & Lidor, R. (2010). Vertical jump in female and male volleyball players: a review of observational and experimental studies. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20(4), 556-567.
284. Zubac, D., & Šimunic, B. (2017). Skeletal muscle contraction time and tone decrease after 8 weeks of plyometric training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(6), 1610-1619.
285. Zubac, D., Paravlić, A., Koren, K., Felicita, U., & Šimunič, B. (2019). Plyometric exercise improves jumping performance and skeletal muscle contractile properties in seniors. *Journal of Musculoskeletal & Neuronal Interactions*, 19(1), 38-49.
286. Željaskov, C. (2004). *Kondicioni trening vrhunskih sportista: teorija, metodika i praksa*. Beograd: Sportska Akademija.

Zahvaljujem se na lektorisanju Milici Vučković i Slavoljubu Prvuloviću.

12.PRILOZI

12.1. Prilog 1

Tabela 80. Struktura eksperimentalnih pliometrijskih programa

Struktura dva različita eksperimentalna pliometrijska programa vežbanja							
N e d e l j a	T r e n i n g	Grupa 1 (bazirana na vežbama sa ekscentričnim kontrakcijama)			Grupa 2 (bazirana na vežbama sa koncentričnim kontrakcijama)		
		Struktura treninga			Struktura treninga		
		Opis, dužina trajanja, vrsta vežbi, broj serija i ponavljanja			Opis, dužina trajanja, vrsta vežbi, broj serija i ponavljanja		
		uvodni deo 10-15min	glavni deo 30 min	završni deo 5- 10 min	uvodni deo 10-15min	glavni deo 30 min	završni deo 5- 10 min
1	1	Zag (5min), VO (5min) i ViSk-3 ser (2min)	VSDč-10skoka, DA (60cm)-4ser po 5 skoka, SDd-3 ser po 3 skoka, HS-6 skoka, TLD-3 ser i Sp (10 m)-3puta (Uk-63)	Is	Zag (5min), VO (5min) i ViSk-3 ser (2min)	VSDč-10skoka, SČ-4ser po 5 skoka, SDd-3 ser po 3 skoka, HS-6 skoka, TLD-3 ser i Sp (10 m)-3puta (Uk- 63)	Is
	2	Zag (5min), VO (5min) i NiSk-3 ser (2min)	VSDč-10skoka, DA (60cm)-4ser po 6 skoka, SDd-3 ser po 3 skoka, VHS (30cm)-6 skoka, TLD-3 ser i Sp (10 m)-3puta (Uk-67- 73)	Is	Zag (5min), VO (5min) i NiSk-3 ser (2min)	VSDč-10skoka, SČ-4ser po 6 skoka, SDd-3 ser po 3 skoka, VHS (30cm)-6 skoka, TLD-3 ser i Sp (10 m)-3puta (Uk-67-73)	Is
2	1	Zag (5min), VO (5min) i Vijača (2min)	VSDč-12skoka, DA (60cm)-5ser po 5 skoka, SDd-4 ser po 3 skoka, HS-6 skoka, TLD-4 ser i Sp (20 m)-3puta (Uk-79)	Is	Zag (5min), VO (5min) i Vijača (2min)	VSDč-12skoka, SČ-5ser po 5 skoka, SDd-4 ser po 3 skoka, HS-6 skoka, TLD-4 ser i Sp (20 m)-3puta (Uk- 79)	Is
	2	Zag (5min), VO (5min) i ViSk-3 ser (2min)	VSDč-12skoka, DA (80cm)-8ser po 3-4 skoka, SDd-4 ser po 3 skoka, VHS (30cm)-8 skoka, TLD-4 ser i Sp (10 m)-4puta (Uk-74- 82)	Is	Zag (5min), VO (5min) i ViSk-3 ser (2min)	VSDč-15skoka, SČ-6ser po 4 skoka, SDd-3 ser po 3 skoka, VHS (30cm)-8 skoka, TLD-3 ser i Sp (10 m)-4puta (Uk-74-82)	Is
3	1	Zag (5min), VO (5min) i NiSk-3 ser (2min)	VSDč-15skoka, DA (80cm)-6ser po 4 skoka, SDd-3 ser po 3 skoka, HS-8 skoka, TLD-3 ser i Sp (10,20,30 m)-po 1 put (Uk- 77)	Is	Zag (5min), VO (5min) i NiSk-3 ser (2min)	VSDč-12skoka, SČ-8ser po 4 skoka, SDd-3 ser po 3 skoka, HS-6 skoka, TLD-3 ser i Sp (10,20,30 m)-po 1 put (Uk-77)	Is
	2	Zag (5min), VO (5min) i ViSk-3 ser (2min)	VSDč-12skoka, DA (60cm)-8ser po 4 skoka, SDd-3 ser po 3 skoka, VHS (30cm)-8 skoka, TLD-3 ser i Sp (10 m)-5 put (Uk-86)	Is	Zag (5min), VO (5min) i ViSk-3 ser (2min)	VSDč-12skoka, SČ-10ser po 3 skoka, SDd-3 ser po 3 skoka, VHS (30cm)-6 skoka, TLD-3 ser i Sp (10 m)-5 put (Uk-81)	Is

Struktura dva različita eksperimentalna pliometrijska programa vežbanja

4	1	Zag (5min), VO (5min) i ViSk-3 ser (2min)	VSDč-12skoka, DA (80cm)-8ser po 4 skoka, SDd-5 ser po 3 skoka, HS-8 skoka, TLD- 4 ser i Sp (20 m)-4 put (Uk-94)	Is	Zag (5min), VO (5min) i ViSk-3 ser (2min)	VSDč-12skoka, SČ-8ser po 4 skoka, SDd-5 ser po 3 skoka, HS-8 skoka, TLD-4 ser i Sp (20 m)-4puta (Uk-94)	Is
	2	Zag (5min), VO (5min) i ViSk-3 ser (2min)	VSDč-12skoka, DA (80cm)-2ser po 5 skoka, 3ser po 3 skoka (100cm) i 1ser po 5 skoka (80cm), SDd-7 ser po 3 skoka, HS-6 skoka, TLD- 3 ser i Sp (10 m)-3 puta (Uk-93)	Is	Zag (5min), VO (5min) i ViSk-3 ser (2min)	VSDč-12skoka, SČ-12ser po 2-3 skoka, SDd-7 ser po 3 skoka, HS-6 skoka, TLD-3 ser i Sp (10 m)-3 puta (Uk-93-105)	Is
5	1	Zag (5min), VO (5min) i Vijača (2min)	VSDč-12skoka, DA (80cm)-6ser po 5 skoka, SDd-4 ser po 3 skoka, VHS (30cm)-8 skoka, TLD-3 ser i Sp (30 m)-3puta (Uk-83-91)	Is	Zag (5min), VO (5min) i Vijača (2min)	VSDč-12skoka, SČ-6ser po 5 skoka, SDd-4 ser po 3 skoka, VHS (30cm)-8 skoka, TLD-3 ser i Sp (30 m)-3puta (Uk-83-91)	Is
	2	Zag (5min), VO (5min) i NiSk-3 ser (2min)	VSDč-12skoka, DA (80cm)-6ser po 5, 1h3 (100cm) skoka, SDd-3 ser po 3 skoka, HS-6 skoka, TLD-3 ser i Sp (10,20,30 m)-po 1 put (Uk-78)	Is	Zag (5min), VO (5min) i NiSk-3 ser (2min)	VSDč-12skoka, SČ-8ser po 4 skoka, SDd-3 ser po 3 skoka, HS-6 skoka, TLD-3 ser i Sp (10,20,30 m)-po 1 put (Uk-77)	Is
6	1	Zag (5min), VO (5min) i Vijača (2min)	VSDč-12skoka, DA (60cm)-10ser po 3 skoka, SDd-4 ser po 3 skoka, VHS (30cm)-8 skoka, TLD-4 ser i Sp (20 m)-3puta (Uk-94)	Is	Zag (5min), VO (5min) i Vijača (2min)	VSDč-12skoka, SČ-10ser po 3 skoka, SDd-4 ser po 3 skoka, VHS (30cm)-8 skoka, TLD-4 ser i Sp (20 m)-3puta (Uk-94)	Is
	2	Zag (5min), VO (5min) i NiSk-3 ser (2min)	VSDč-12skoka, DA (80cm)-8ser po 3 skoka, SDd-5 ser po 3 skoka, HS-8 skoka, TLD-3 ser i Sp (20cm)-3 put (Uk-77-85)	Is	Zag (5min), VO (5min) i NiSk-3 ser (2min)	VSDč-12skoka, SČ-8ser po 3 skoka, SDd-3 ser po 3 skoka, HS-8 skoka, TLD-3 ser i Sp (20 m)-3 put (Uk-79-86)	Is
			Uk-965-995			Uk-961-1002	

Legende: VSDč-Vertikalni skok iz dubokog čučnja; DA-Doskok sa postolja sa amortizacijom; SDd-Skok u dubinu sa duplim odskokom (30cm); SČ-Skok iz čučnja; HS-Horizontalni skok iz mesta u dalj; TLD-Troskok iz mesta sa naizmeničnom promenom nogu; Sp-Sprint; ViSk; Visoki skip; NiSk-Niski skip; VHS-Vertikalno-horizontalni dvoskok sa postolja (30cm) preko prepone (40-60cm); Za-Zagrevanje laganm tempom trčanja; VO-Vežbe oblikovanja; Uk-Ukupno skokova; Is-Istezanje; m-Metar; cm-Centimetar; min-Minut

Napomena: Pauze između serija biće od 60-120s, a između vežbi 120-240s, i program treniranja će se vršiti u visokom intezitetu. Dužina trajanja jednog treninga biće od 45-60 min. Od 30-40% biće odnos od ukupnog broja svih skokova i doskoka baziranih na ekscentričnoj kontrakciji ili skokova iz čučnja baziranih na koncentričnoj kontrakciji (324 pliometrijska skoka (vertikalna) u grupi 1, 304 u grupi 2, horizontalna skoka u grupi 1 je 206 a u grupa 2 je 201, jednak broj sprinta, nepliometrijski skokovi u grupi 1 i 2 su po 143), (ekscentrični skokovi 338 (33,96%) i koncentrični skokovi 347 (34,63%)).

12.2. Prilog 2

Opis vežbi:

Niski skip je vrsta atletske vežbe koja služi za zagrevanje i aktivacije celog tela pogotovu rada skočnih zglobova i stopala. Ona se izvodi u visokom intezitetu iz početnog položaja gde su stopala u širini kukova i gde se oslonac tela prebacuje naizmenično sa vrha jednog stopala na površinu celog drugog stopala do trenutka kada oslonac bude opet samo na vrhovima prstiju, izvodi se u brzom ritmu i sa najmanjim pokretima podiznja kolena prilikom kretanja. Brzim sinhronim pokretima pomeranja ruku i nogu oponaša se sprintersko trčanje sem što se pokreti ruku i nogu skraćuju i amplitude su značajno manje, prostor koji se prelazi u jednom ciklusu dodira jednog i drugog stopla sa podlogom je 20-40 cm a celokupna dužina izvođenja vežbi je od 10-20 m

Visoki skip je vrsta atletske vežbe koja služi za zagrevanje i aktivacije celog tela pogotovu zagrevanja donjih ekstremiteta, skočnih zglobova, zglobova kolena, kukova i stopala. Ona se izvodi u visokom intezitetu iz početnog položaja gde su stopala u širini kukova i gde se oslonac tela prebacuje naizmenično sa vrha jednog stopala na površinu celog drugog stopala do trenutka kada oslonac bude opet samo na vrhovima prstiju, izvodi se u brzom ritmu i sa većim pokretima podiznja kolena prilikom kretanja. Brzim sinhronim pokretima pomeranja ruku i nogu oponaša se sprintersko trčanje, pokreti ruku, nogu i amplitude su sličnih kao kod maksimalnog sprinta. Prostor koji se prelazi u jednom ciklusu dodira jednog i drugog stopla sa podlogom je 50-120 cm a celokupna dužina izvođenja vežbi je od 20-30 m.

Preskakanje vijača je vrsta vežbe koja služi za zagrevanje i aktivacije celog tela pogotovu zagrevanja donjih ekstremiteta, skočnih zglobova, zglobova kolena, kukova i stopala. Ona se izvodi u umerenom intezitetu iz početnog položaja gde su stopala u širini kukova i gde se blagim poskocima preskače konopac koja se u zadatom ritmu rukama kreće ciklično ka podlozi i stopalima.

Troskok iz mesta u dalj sa naizmeničnom promenom nogu je vrsta specijalne atletske vežbe koja služi za razvoj i procenu eksplozivne snage. Izvodi se iz početnog položaja tela gde su stopala u širini kukova, a početak kretanja vrši se sunožnim odskokom i zamahom ruku, a završava se sa još dva skoka naizmeničnim nogama. Doskok prvog skoka vrši se na jednu nogu i nastavlja se ubrzavanje kretanja tela napred sa brzim odskokom noge. Doskok posle

poslednjeg trećeg skoka jedne noge vrši se na obe noge. Ova vežba se izvodi u visokom intezitetu sa maksimalnim naprežanjem mišića.

Vertikani skok iz čučnja je zahtevna vežba razvoja eksplozivne snage koja se izvodi iz početnog uspravnog položaja tela gde su stopala u širini kukova. Težište tela se spušta do pozicije čučnja i vrši se ekscentrična kontrakcija mišića nogu, nakon toga sledi maksimalno brzo opružanje mišića nogu i izvodi se koncentrična kontrakcija koja dovodi do odskoka tela. Izvodi se u visokom intezitetu sa i bez zamaha ruku.

Skok u dubinu sa duplim odskokom je vrsta submaksimalne pliometrijske vežbe koja služi za razvoj eksplozivne snage. Početna pozicija tela je sunožnog stave gde su stopala u širini kukova na postolju određene visine, vrši se pomeranje tela iz ravnotežnog položaja ka površini sa normalnim ubrzanjem dejstva zemljine teže kod skoka. Prilikom doskoka vrši se brzi odskok sa što manjim spuštanjem težišta tela i savijanja u zglobu kolena, cilj je brzi odskok sa što manjom amplitudom kretanja prilikom brzog opružanja nogu.

Vertikalno horizontalni dvoskok sa postolja je vrsta maksimalne pliometrijske vežbe koja služi za razvoj eksplozivne snage i jedna je od varijacije skoka u dubinu. Sačinjena je od horizontalnog skoka u dalj iz mesta i brzog vertikalno odskoka preko prepone određene visine. Početna pozicija tela je sunožnog stave gde su stopala u širini kukova na postolju određene visine, početak kretanja vrši se sunožnim horizontalnim odskokom i zamahom ruku. Sledeća faza je sunožni doskok sa brzim sunožnim odskokom i iskorišćenjem postignute brzine kretanja tela u vertikalno sunožni odskok sa zamahom ruku. Završetak vežbe je posle preskoka prepone i sunožnog doskoka.

13.BIOGRAFIJA



Kandidat Nikola S. Prvulović rođen je 05.06.1987. u Knjaževcu. Upisuje osnovnu školu “OŠ Dubrava” u Knjaževcu i završava kao đak generacije svih osnovnih škola. Upisuje i završava i srednju školu u Knjaževcu “Knjaževačka gimnazija”, kao odličan đak i učestvuje na brojnom opštinskim, regionalnim i republičkim takmičenjima iz fizike. Počasni je član astronomskog udruženja “Andromeda” u Knjaževcu i odlikovan je Majskom nagradom grada Knjaževca.

Tokom osnovne i srednje škole aktivan je član svih uzrastnih kategorija odbojkaškog kluba “OK Knjaževac” u Knjaževcu. Odlučuje se da uporedo trenira atletiku, disciplinu bacanja koplja od 2002. godine. U atletici osvaja 9 titula državnog prvaka bivše republike Jugoslavije, republike Srbije i Crne Gore i republike Srbije u svim uzrastnim kategorijama. Obara 2002. godine dva puta državni rekord u disciplini bacanja koplja u pionirskoj kategoriji koji je i dan danas važeći. Postaje vlasnik prestižne titule najboljeg mladog sportiste tadašnje republike Jugoslavije u pionirskoj kategoriji. Osvaja zlatnu medalju Olimpijade mladih za mlađe juniore u Beču 2003. godine i bronzanu medalju na Balkanskom prvenstvu u tadašnjoj republici Srbiji i Crnoj Gori. Na Evropskom juniorskom prvenstvu u Moskvi 2006. godine osvaja bronzanu medalju.

Prvi put 2006. godine upisuje osnovne akademske studije na Fakultetu sporta i fizičkog vaspitanja Univerziteta u Nišu, i završava master studije 2013. godine sa prosečnom ocenom 8.28 (osam dvadesetosam) i ocenom 10 (deset) na diplomskom radu sa temom rada “Biomehanička analiza tehnike bacanja koplja”.

Tokom studija postaje volonterski trener atletike u “AK Železničar”, “AK Maksimum”, i “AK Radnički” u Nišu gde uspešno vodi dva takmičara do titula državnih prvaka centralne Srbije i vicešampiona republike Srbije. Nastavlja uporedo uspešnu sportsku karijeru i postaje vlasnik rekorda međunarodnog mitinga u Ohridu 2010. godine i osvaja više

međunarodnih takmičenja u seniorskoj kategoriji. Dva puta je bio u prvih 100 u svetu na IAAF listi najboljih bacača koplja i 2018. godine odlučuje se da uporedo upiše doktorske studije na Fakultetu sporta i fizičkog vaspitanja Univerziteta u Nišu. Uspešno polaže sve predmete na doktorskim studijama sa prosečnom ocenom 10 (deset). Dosad je kao autor i koautor objavio 30-ak naučnih radova u domaćim i stranim časopisima i konferencijama.

Ostvaruje kontakt i početak međunarodne saradnje 2018. godine sa Profesorima sa prestižnog Univerziteta u Lajpcigu u Nemačkoj, gde dobija prihvatno pismo da studira i završi doktorske studije na temu projekta doktorske disertacije “The role of arm movement pattern (trajectory) in throwing implements of various masses and shapes”. Uspešno ostvaruje saradnju 2021. godine sa Profesorom Milanom Čohom sa Fakulteta sportskih nauka Univerziteta u Ljubljani, iz Slovenije. Dobija priliku da studira preko ERASMUS organizacije 2022. godine na Fakultetu sporta Univerziteta u Lajpcigu gde produbljuje saradnju i radi na tri zajednička istraživanja sa Profesorima dva fakulteta, iz Slovenije i Nemačke. Vraća se iste 2022. godine u Srbiju da bi završio doktorske studije na Fakultetu sporta i fizičkog vaspitanja Univerziteta u Nišu. Njegov uspeh u nauci je nagrađen od nastavnog naučnog veća Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja u Nišu dobijanjem naučnog zvanja istraživača saradnika 2023. godine. Vidljivost njegovih dostignuća i potencijala mu je omogućilo i zapošljenje kao istraživač saradnik u Grupi za nutritivnu biohemiju i dijetologiju, Institut za medicinska istraživanja, Univerziteta u Beogradu od 2023. godine.

Voljeni sin majke Zorice i oca Slavoljuba i brižni muž Anje Prvulović i ponosni otac sina Mateje Prvulovića.

IZJAVA O AUTORSTVU

Izjavljujem da je doktorska disertacija, pod naslovom

EFEKTI PLIOMETRIJSKIH PROGRAMA NA BIOMEHANIČKE PARAMETRE SPORTISTKINJA

koja je odbranjena na Fakultetu sporta i fizičkog vaspitanja Univerziteta u Nišu:

- rezultat sopstvenog istraživačkog rada;
- da ovu disertaciju, ni u celini, niti u delovima, nisam prijavljivao/la na drugim fakultetima, niti univerzitetima;
- da nisam povredio/la autorska prava, niti zloupotrebio/la intelektualnu svojinu drugih lica.

Dozvoljavam da se objave moji lični podaci, koji su u vezi sa autorstvom i dobijanjem akademskog zvanja doktora nauka, kao što su ime i prezime, godina i mesto rođenja i datum odbrane rada, i to u katalogu Biblioteke, Digitalnom repozitorijumu Univerziteta u Nišu, kao i u publikacijama Univerziteta u Nišu.

U Nišu, 29.03.2024.

Potpis autora disertacije:

Nikola S. Prvulović

(Ime, srednje slovo i prezime)

**IZJAVA O ISTOVETNOSTI ŠTAMPANOG I ELEKTRONSKOG OBLIKA
DOKTORSKE DISERTACIJE**

Naslov disertacije:

**EFEKTI PLIOMETRIJSKIH PROGRAMA NA BIOMEHANIČKE
PARAMETRE SPORTISTKINJA**

Izjavljujem da je elektronski oblik moje doktorske disertacije, koju sam predao/la za unošenje u **Digitalni repozitorijum Univerziteta u Nišu**, istovetan štampanom obliku.

U Nišu, 29.03.2024.

Potpis autora disertacije:

Nikola S. Prvulović

(Ime, srednje slovo i prezime)

IZJAVA O KORIŠĆENJU

Ovlašćujem Univerzitetsku biblioteku „Nikola Tesla“ da u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Nišu unese moju doktorsku disertaciju, pod naslovom:

EFEKTI PLIOMETRIJSKIH PROGRAMA NA BIOMEHANIČKE PARAMETRE SPORTISTKINJA

Disertaciju sa svim priložima predao/la sam u elektronskom obliku, pogodnom za trajno arhiviranje.

Moju doktorsku disertaciju, unetu u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Nišu, mogu koristiti svi koji poštuju odredbe sadržane u odabranom tipu licence Kreativne zajednice (Creative Commons), za koju sam se odlučio/la.

1. Autorstvo (CC BY)
2. Autorstvo – nekomercijalno (CC BY-NC)
3. Autorstvo – nekomercijalno – bez prerade (CC BY-NC-ND)
4. Autorstvo – nekomercijalno – deliti pod istim uslovima (CC BY-NC-SA)
5. Autorstvo – bez prerade (CC BY-ND)
6. Autorstvo – deliti pod istim uslovima (CC BY-SA)

U Nišu, 29.03.2024.

Potpis autora disertacije:

Nikola S. Prvulović

(Ime, srednje slovo i prezime)