



УНИВЕРЗИТЕТ У НИШУ

ФАКУЛТЕТ СПОРТА И ФИЗИЧКОГ ВАСПИТАЊА

Никола С. Првуловић

**ЕФЕКТИ ПЛИОМЕТРИЈСКИХ
ПРОГРАМА НА БИОМЕХАНИЧКЕ
ПАРАМЕТРЕ СПОРТИСКИЊА**

ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА

Текст ове докторске дисертације ставља се на увид јавности,
у складу са чланом 30., став 8. Закона о високом образовању
("Сл. гласник РС", бр. 76/2005, 100/2007 – аутентично тумачење, 97/2008, 44/2010,
93/2012, 89/2013 и 99/2014)

НАПОМЕНА О АУТОРСКИМ ПРАВИМА:

Овај текст сматра се рукописом и само се саопштава јавности (члан 7. Закона о ауторским и сродним правима, "Сл. гласник РС", бр. 104/2009, 99/2011 и 119/2012).

Ниједан део ове докторске дисертације не сме се користити ни у какве сврхе, осим за упознавање са њеним садржајем пре одбране дисертације.

Ниш, 2023.



УНИВЕРЗИТЕТ У НИШУ
ФАКУЛТЕТ СПОРТА И ФИЗИЧКОГ ВАСПИТАЊА

Никола С. Првуловић
ЕФЕКТИ ПЛИОМЕТРИЈСКИХ
ПРОГРАМА НА БИОМЕХАНИЧКЕ
ПАРАМЕТРЕ СПОРТИСКИЊА

ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА

Ниш, 2023.



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, 2023.

Комисија за оцену и одбрану:

1. _____

Факултет спорта и физичког васпитања Универзитета у Нишу, *ментор*

2. _____

Факултет спорта и физичког васпитања Универзитета у Нишу, *председник*

3. _____

Факултет спорта и физичког васпитања Универзитета у Нишу, *члан*

4. _____

Факултет спортских наука Универзитета у Љубљани, Словенија *члан*

5. _____

Факултет спорта и физичког васпитања Универзитета у Новом Саду, *члан*

1. Подаци о докторској дисертацији

Ментор:

Проф. Др Ратко Станковић, редовни професор Универзитета у Нишу, Факултета спорта и физичког васпитања

Наслов:

ЕФЕКТИ ПЛИОМЕТРИЈСКИХ ПРОГРАМА НА БИОМЕХАНИЧКЕ ПАРАМЕТРЕ СПОРТИСКИЊА

Сажетак:

Циљ истраживања био је да се утврде ефекти шестонедељних плиометријских програма вежбања на биомеханичке параметре спортисткиња, и утврђивање разлика ефеката. У истраживању учествовале су 20 испитанице из три различита спорта (атлетика, одбојка и кошарка), које су биле подељене у две експериментане (Е) групе. У Е1 групи (n-10, 17.00±.94 година), и у Е2 групи (n-10, 16.90±1.10 година). Е1 група је поред плиометријских вежби тренирала са вежбама базираним на ексцентричним контракцијама-доскоцима, а Е2 група са вежбама базираним са концентричним контракцијама-скоком из чучња. За изједначавање група на иницијалном мерењу коришћени су параметри телесне композиције и морфолошке карактеристика (ВН, ВМ, ВМI, Lean body mass, SMM, FFM, и InBodyScore). За утврђивање биомеханичких параметара и експлозивне снаге коришћени су вертикални СМЈ и хоризонтални НЈ тест. Анализиране су релативне вредности кинетичких параметара из појединачних фаза скока, и целог скока. Прикупљени су и кинематички параметри из сагиталне равни код СМЈ и НЈ, и из фронталне равни код СМЈ. Коришћени су и пет ТМГ параметра (Тс, Тs, Тr и Тd и Dm). Анализирана су шест мишића доњих екстремитета обе ноге, (мишић Vastus lateralis, Vastus medialis, Biceps femoris, Semitendinosus, Gastrocnemius lateralis и Gastrocnemius medialis). Параметри процене брзине била су резултати времена спринт теста на 10m и 20m. За утврђивање разлика између иницијалног и финалног мерења за обе Е групе коришћен је Т-тест. Мултиваријантном анализом варијансе поновљених мерења одређиване су разлике између иницијалног и финалног мерења Е1 и Е2 групе. Метода мултиваријантна анализа коваријансе коришћена је за утврђивање ефекта. Резултати су показали непостојање разлика између група на иницијалном мерењу, док разлике постоје на финалном. Оба програма значајно су побољшала експлозивну снагу, брзину и биомеханичке параметре. На основу резултата разлика ефеката закључује се да плиометријски програм са ексцентричним контракцијама-доскоцима доводи до већих ефеката у висини СМЈ и дужини НЈ скока као и бољим временима дужој деоници спринт теста на 20m (p< .05). Делимичне разлике се уочавају у кинетичким параметрима појединачних фаза оба тест скока, као и нижа позиција у зглобу кука приликом СМЈ скока која је довела и до бољих контрактивних способности мишићи опружача леве потколенице Vastus lateralis и Vastus medialis, прегибача десне потколенице Biceps femoris, и опружача десног стопала Gastrocnemius medialis. Разлог оваквим ТМГ резултатима није у потпуности јасан.

Научна област:	Физичко васпитање и спорт
Научна дисциплина:	Научне дисциплине у спорту и физичком васпитању
Кључне речи:	плиометрија, биомеханика, кинетика, кинематика, тензиомиографија, брзина, експлозивна снага, атлетика, кошарка, одбојка.
УДК:	
CERIF класификација:	C 273
Тип лиценце Креативне заједнице:	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**

ЗАХВАЛНИЦА

СКРАЋЕНИЦЕ

Скраћенице за морфолошке параметре

VH - телесна висина

VM - телесна маса

BMI - индекс телесне масе (енг. Body Mass Index)

Скраћенице за тензиомиографске параметре

Td - почетно време кашњења

Ts - време трајања контракције

Tr - половина времена опуштања, Tc - време контракције

Dm - максимална амплитуда радијалног померања

ЕМГ - Електромиографија

ТМГ - Тензиомиографија

Скраћенице за кинетичке параметре

F - сила (N)

S - дужина (m)

T - секунда (s)

P - снага (W)

V - брзина (m/s)

Опште скраћенице

kg - килограм

m - метар

cm – центиметар

mm – милиметар

ms – милисекунда

CNS - централни нервни систем

CMJ - скок из почучња

HJ - хоризонтални скок у даљ из места

SJ - скок из чучња

САДРЖАЈ

ЗАХВАЛНИЦА	9
СКРАЋЕНИЦЕ	10
САДРЖАЈ	11
ЛИСТА ТАБЕЛА	14
ЛИСТА ФИГУРА	18
1. УВОД	20
1.1. Карактеристике мишића	30
1.2. Дефинисаност појмова	39
2. ПРЕГЛЕД ДОСАДАШЊИХ ИСТРАЖИВАЊА	45
2.1. Критеријуми за укључивање	45
2.1.1. Врста студије	45
2.1.2. Узорак испитаника	45
2.1.3. Врста интервенције	46
2.1.4. Врста излазних резултата	46
2.2. Критеријуми за искључивање	46
2.3. Критички осврт на досадашња истраживања	62
3. ПРЕДМЕТ И ПРОБЛЕМ ИСТРАЖИВАЊА	65
4. ЦИЉ И ЗАДАЦИ ИСТРАЖИВАЊА	66
5. ХИПОТЕЗЕ	68
6. МЕТОД ИСТРАЖИВАЊА	69
6.1. Узорак испитаника	69
6.2. Узорак мерних инструмената	70
6.3. Узорак мерних инструмената за процену морфолошких карактеристика	70
6.4. Узорак мерних инструмената за процену телесне композиције	70
6.5. Узорак мерних инструмената за процену биомеханичких параметара.....	71
6.5.1. Тест процене експлозивне снаге	73
6.6. Узорак мерних инструмената за процену брзине	74
6.6.1. Тест процене брзине	74
6.6.2. Организација мерења	74
6.7. Експериментални програм.....	74
6.8. Методе обраде података.....	76
7. РЕЗУЛТАТИ	78
7.1. Дескриптивни параметри телесне композиције и морфолошких карактеристика	78
7.1.1. Основни дескриптивни параметри тестова за процену морфолошких карактеристика и телесне композиције испитаника на иницијалном мерењу .	78
7.2. Дескриптивни биомеханички параметри на иницијалном мерењу	79
7.2.1. Основни дескриптивни параметри теста СМЈ за процену експлозивне снаге на иницијалном мерењу- кинетички параметари.....	79
7.2.2. Основни дескриптивни параметри теста НЈ на иницијалном мерењу - кинетички параметари	80
7.2.3. Основни дескриптивни параметри теста СМЈ за процену експлозивне снаге на иницијалном мерењу- кинематички параметари	81
7.2.4. Основни дескриптивни параметри теста НЈ на иницијалном мерењу- кинематички параметари.....	82
7.2.5. Основни дескриптивни параметри тензиомиографских параметара на иницијалном мерењу	83

	7.2.6.	Основни дескриптивни параметри спринт теста на 10 m и 20 m за процену брзине на иницијалном мерењу.....	90
7.3.		Дескриптивни биомеханички параметри на финалном мерењу.....	90
	7.3.1.	Основни дескриптивни параметри теста СМЈ за процену експлозивне снаге на финалном мерењу- кинетички параметари.....	90
	7.3.2.	Основни дескриптивни параметри теста НЈ за процену експлозивне снаге на финалном мерењу- кинетички параметари.....	92
	7.3.3.	Основни дескриптивни параметри теста СМЈ за процену експлозивне снаге на финалном мерењу- кинематички параметари.....	93
	7.3.4.	Основни дескриптивни параметри теста НЈ за процену експлозивне снаге на финалном мерењу- кинематички параметари.....	94
	7.3.5.	Основни дескриптивни параметри тензиомиографских параметара на финалном мерењу.....	94
	7.3.6.	Основни дескриптивни параметри спринт теста на 10 m и 20 m за процену брзине на финалном мерењу.....	101
7.4.		Разлике између Е1 и Е2 групе на иницијалном мерењу.....	101
	7.4.1.	Разлике између Е1 и Е2 групе у морфолошким карактеристикама и параметрима телесне композиције на иницијалном мерењу.....	101
	7.4.2.	Разлике између Е1 и Е2 групе у кинетичким параметрима СМЈ теста на иницијалном мерењу.....	102
	7.4.3.	Разлике између Е1 и Е2 групе у кинетичким параметрима НЈ теста на иницијалном мерењу.....	104
	7.4.4.	Разлике између Е1 и Е2 групе у кинематичким параметрима СМЈ теста на иницијалном мерењу.....	105
	7.4.5.	Разлике између Е1 и Е2 групе у кинематичким параметрима НЈ теста на иницијалном мерењу.....	106
	7.4.6.	Разлике између Е1 и Е2 групе у тензиомиографским параметрима на иницијалном мерењу.....	106
	7.4.7.	Разлике између Е1 и Е2 групе у параметрима спринт теста на 10 m и 20 m на иницијалном мерењу.....	109
7.5.		Разлике између Е1 и Е2 групе на финалном мерењу.....	110
	7.5.1.	Разлике између Е1 и Е2 групе у кинетичким параметрима СМЈ теста на финалном мерењу.....	110
	7.5.2.	Разлике између Е1 и Е2 групе у кинетичким параметрима НЈ теста на финалном мерењу.....	112
	7.5.3.	Разлике између Е1 и Е2 групе у кинематичким параметрима СМЈ теста на финалном мерењу.....	113
	7.5.4.	Разлике између Е1 и Е2 групе у кинематичким параметрима НЈ теста на финалном мерењу.....	114
	7.5.5.	Разлике између Е1 и Е2 групе у тензиомиографским параметрима на финалном мерењу.....	114
	7.5.6.	Разлике између Е1 и Е2 групе у параметрима спринт теста процене брзине 10 m и 20 m на финалном мерењу.....	118
7.6.		Разлике између иницијалног и финалног мерења Е1 и Е2 групе за биомеханичке параметре.....	119
	7.6.1.	Разлике између иницијалног и финалног мерења код кинетичких параметара СМЈ теста.....	119
	7.6.2.	Разлике између иницијалног и финалног мерења код кинетичких параметара НЈ теста.....	121
	7.6.3.	Разлике између иницијалног и финалног мерења код кинематичких параметара СМЈ теста.....	123
	7.6.4.	Разлике између иницијалног и финалног мерења код кинематичких параметара НЈ теста.....	123
	7.6.5.	Разлике између иницијалног и финалног мерења код тензиомиографских параметара.....	124
	7.6.6.	Разлике између иницијалног и финалног мерења код спринт теста на 10 m и 20 m.....	129

7.7.	Ефекти експерименталних програма 1 и 2 и величина утицаја	130
7.7.1.	Ефекти експерименталних програма 1 и 2 за кинетичке параметере СМЈ теста	130
7.7.2.	Ефекти експерименталних програма 1 и 2 за кинетичке параметере НЈ теста	132
7.7.3.	Ефекти експерименталног програма 1 и 2 за кинематичке параметере СМЈ теста.....	134
7.7.4.	Ефекти експерименталног програма 1 и 2 за кинематичке параметере НЈ теста	135
7.7.5.	Ефекти експерименталног програма 1 и 2 за тензиомиографске параметере	135
7.7.6.	Ефекти експерименталног програма 1 и 2 за параметара спринт теста на 10 m и 20 m	139
8.	ДИСКУСИЈА	141
8.1.	Разлике између група на иницијалном мерењу	141
8.2.	Разлике између група на финалном мерењу	147
8.3.	Разлике између иницијалног и финалног мерења	151
8.4.	Ефекти различитих плиометријских програма вежбања	176
9.	ЗАКЉУЧАК	191
10.	ЗНАЧАЈ ИСТРАЖИВАЊА	193
11.	РЕФЕРЕНЦЕ	194
12.	ПРИЛОЗИ.....	215
12.1.	Прилог 1.....	215
12.2.	Прилог 2.....	217
13.	БИОГРАФИЈА	219
ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ		Error! Bookmark not defined.
ИЗЈАВА О ИСТОВЕТНОСТИ ШТАМПАНОГ И ЕЛЕКТРОНСКОГ ОБЛИКА		
ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ.....		Error! Bookmark not defined.
ИЗЈАВА О КОРИШЋЕЊУ		Error! Bookmark not defined.

ЛИСТА ТАБЕЛА

Табела 1. Систематски приказ поделе плиометријских вежби по Verkhoshansky-ом	23
Табела 2. Систематски приказ укључених студија	48
Табела 3. Критеријуми за укључивање и искључивање испитаника	69
Табела 4. Карактеристике два плиометријска програма вежбања.....	75
Табела 5. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције телесне композиције и морфолошких карактеристика испитаника Е1 групе на иницијалном мерењу	78
Табела 6. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције телесне композиције и морфолошких карактеристика испитаника Е2 групе на иницијалном мерењу	79
Табела 7. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције кинетичких параметара (СМЈ) испитаника Е1 групе на иницијалном мерењу.....	79
Table 8. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције кинетичких параметара (СМЈ) испитаника Е2 групе на иницијалном мерењу.....	80
Табела 9. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције кинетичких параметара (НЈ) испитаника Е1 групе на иницијалном мерењу.....	81
Табела 10. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције кинетичких параметара (НЈ) испитаника Е2 групе на иницијалном мерењу.....	81
Табела 11. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције кинематичких параметара (СМЈ) испитаника Е1 групе на иницијалном мерењу	82
Табела 12. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције кинематичких параметара (СМЈ) испитаника Е2 групе на иницијалном мерењу	82
Табела 13. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције кинематичких параметара (НЈ) испитаника Е1 групе на иницијалном мерењу.....	83
Табела 14. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције кинематичких параметара (НЈ) испитаника Е2 групе на иницијалном мерењу.....	83
Табела 15. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције тензиомиографских параметара испитаника Е1 групе на иницијалном мерењу – Лева нога.....	83
Табела 16. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције тензиомиографских параметара испитаника Е1 групе на иницијалном мерењу – Десна нога.....	85
Табела 17. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције тензиомиографских параметара испитаника Е2 групе на иницијалном мерењу – Лева нога.....	87
Табела 18. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције тензиомиографских параметара испитаника Е2 групе на иницијалном мерењу – Десна нога.....	88
Табела 19. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције спринт теста на 10 m и 20 m испитаника Е1 групе на иницијалном мерењу.....	90
Табела 20. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције спринт теста на 10 m и 20 m испитаника Е2 групе на иницијалном мерењу.....	90
Табела 21. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције кинетичких параметара (СМЈ) испитаника Е1 групе на финалном мерењу.....	91
Табела 22. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције кинетичких параметара (СМЈ) испитаника Е2 групе на финалном мерењу.....	91
Табела 23. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције кинетичких параметара (НЈ) испитаника Е1 групе на финалном мерењу.....	92
Табела 24. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције кинетичких параметара (НЈ) испитаника Е2 групе на финалном мерењу.....	92
Табела 25. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције кинематичких параметара (СМЈ) испитаника Е1 групе на финалном мерењу	93

Табела 26. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције кинематичких параметара (СМЈ) испитаника Е2 групе на финалном мерењу	93
Табела 27. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције кинематичких параметара (НЈ) испитаника Е1 групе на финалном мерењу.....	94
Табела 28. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције кинематичких параметара (НЈ) испитаника Е2 групе на финалном мерењу.....	94
Табела 29. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције тензиомиографских параметара испитаника Е1 групе на финалном мерењу – Лева нога.....	94
Табела 30. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције тензиомиографских параметара испитаника Е1 групе на финалном мерењу – Десна нога.....	96
Табела 31. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције тензиомиографских параметара испитаника Е2 групе на финалном мерењу – Лева нога.....	98
Табела 32. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције тензиомиографских параметара испитаника Е2 групе на финалном мерењу – Десна нога.....	99
Табела 33. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције спринт теста на 10 m и 20 m испитаника Е1 групе на финалном мерењу.....	101
Табела 34. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције спринт теста на 10 m и 20 m испитаника Е2 групе на финалном мерењу.....	101
Табела 35. Разлике између Е1 и Е2 групе у параметрима морфолошких карактеристика и телесне композиције на иницијалном мерењу	102
Table 36. Разлике између Е1 и Е2 групе у кинетичким параметрима СМЈ на иницијалном мерењу – ексцентрична фаза скока.....	102
Табела 37. Разлике између Е1 и Е2 групе у кинетичким параметрима СМЈ на иницијалном мерењу – концентрична фаза скока	103
Табела 38. Разлике између Е1 и Е2 групе у кинетичким параметрима СМЈ на иницијалном мерењу – цео скок.....	103
Табела 39. Разлике између Е1 и Е2 групе у кинетичким параметрима НЈ на иницијалном мерењу – ексцентрична фаза скока.....	104
Табела 40. Разлике између Е1 и Е2 групе у кинетичким параметрима НЈ на иницијалном мерењу – концентрична фаза скока	104
Табела 41. Разлике између Е1 и Е2 групе у кинетичким параметрима НЈ на иницијалном мерењу – цео скок.....	105
Табела 42. Разлике између Е1 и Е2 групе у кинематичким параметрима СМЈ на иницијалном мерењу	105
Табела 43. Разлике између Е1 и Е2 групе у кинематичким параметрима НЈ на иницијалном мерењу	106
Табела 44. Разлике између Е1 и Е2 групе у тензиомиографским параметрима на иницијалном мерењу – Лева нога.....	106
Табела 45. Разлике између Е1 и Е2 групе у тензиомиографским параметрима на иницијалном мерењу – Десна нога.....	108
Табела 46. Разлике између Е1 и Е2 групе у параметрима спринт теста на 10 m и 20 m на иницијалном мерењу	110
Табела 47. Разлике између Е1 и Е2 групе у кинетичким параметрима СМЈ на финалном мерењу – ексцентрична фаза скока.....	110
Табела 48. Разлике између Е1 и Е2 групе у кинетичким параметрима СМЈ на финалном мерењу – концентрична фаза скока	111
Табела 49. Разлике између Е1 и Е2 групе у кинетичким параметрима СМЈ на финалном мерењу – цео скок.....	111

Табела 50. Разлике између E1 и E2 групе у кинетичким параметрима HJ на финалном мерењу – ексцентрична фаза скока	112
Табела 51. Разлике између E1 и E2 групе у кинетичким параметрима HJ на финалном мерењу – концентрична фаза скока	112
Табела 52. Разлике између E1 и E2 групе у кинетичким параметрима HJ на финалном мерењу – цео скок.....	113
Табела 53. Разлике између E1 и E2 групе у кинематичким параметрима CMJ на финалном мерењу	113
Табела 54. Разлике између E1 и E2 групе у кинематичким параметрима HJ на финалном мерењу	114
Табела 55. Разлике између E1 и E2 групе у тензиомиографским параметрима на финалном мерењу – Лева нога.....	114
Табела 56. Разлике између E1 и E2 групе у тензиомиографским параметрима на финалном мерењу – Десна нога.....	116
Табела 57. Разлике између E1 и E2 групе у параметрима спринт теста на 10 m и 20 m на финалном мерењу	118
Табела 58. Разлике између иницијалног и финалног мерења у кинетичким параметрима (CMJ) код E1 и E2 групе – ексцентрична фаза скока	119
Табела 59. Разлике између иницијалног и финалног мерења у кинетичким параметрима (CMJ) код E1 и E2 групе – концентрична фаза скока.....	120
Табела 60. Разлике између иницијалног и финалног мерења у кинетичким параметрима (CMJ) код E1 и E2 групе – цео скок	120
Табела 61. Разлике између иницијалног и финалног мерења у кинетичким параметрима (HJ) код E1 и E2 групе – ексцентрична фаза скока	121
Табела 62. Разлике између иницијалног и финалног мерења у кинетичким параметрима (HJ) код E1 и E2 групе – концентрична фаза скока.....	122
Табела 63. Разлике између иницијалног и финалног мерења у кинетичким параметрима (HJ) код E1 и E2 групе – цео скок	122
Табела 64. Разлике између иницијалног и финалног мерења у кинематичким параметрима (CMJ) код E1 и E2 групе	123
Табела 65. Разлике између иницијалног и финалног мерења у кинематичким параметрима (HJ) код E1 и E2 групе.....	124
Табела 66. Разлике између иницијалног и финалног мерења у тензиомиографским параметрима код E1 и E2 групе – Лева нога	124
Табела 67. Разлике између иницијалног и финалног мерења у тензиомиографским параметрима код E1 и E2 групе – Десна нога	127
Табела 68. Разлике између иницијалног и финалног мерења у параметрима спринт теста на 10 m и 20 m код E1 и E2 групе.....	129
Табела 69. Ефекти експерименталних програма 1 и 2 за кинетичке параметере (CMJ) – ексцентрична фаза скока	130
Табела 70. Ефекти експерименталних програма 1 и 2 за кинетичке параметере (CMJ) – концентрична фаза скока	131
Табела 71. Ефекти експерименталних програма 1 и 2 за кинетичке параметере (CMJ) – цео скок	132
Табела 72. Ефекти експерименталних програма 1 и 2 за кинетичке параметере (HJ) – ексцентрична фаза скока.....	132
Табела 73. Ефекти експерименталних програма 1 и 2 за кинетичке параметере (HJ) – концентрична фаза скока	133

Табела 74. Ефекти експерименталних програма 1 и 2 за кинетичке параметере (HJ) – цео скок	133
Табела 75. Ефекти експерименталних програма 1 и 2 за кинематичке параметере (CMJ)	134
Табела 76. Ефекти експерименталних програма 1 и 2 за кинематичке параметере (HJ) скока .	135
Табела 77. Ефекти експерименталних програма 1 и 2 за тензиомиографске параметре – Лева нога.....	135
Табела 78. Ефекти експерименталних програма 1 и 2 за тензиомиографске параметре – Десна нога.....	137
Табела 79. Ефекти експерименталних програма 1 и 2 за параметере спринт теста на 10m и 20m	139
Табела 80. Структура експерименталних плиометријских програма	215

ЛИСТА ФИГУРА

Фигура 1. Prisma flow показује приказ процеса састављања, анализе и елиминације студија. ...	47
Фигура 2. Илустровани приказ примера максималне силе и угловне брзине кретања зглоба колена приликом извођења различитих типова скокова и атлетских дисциплина (Bosco, 1982).....	62
Фигура 3. Разлике између E1 и E2 групе на иницијалном и на финалном мерењу и разлике између иницијалног и финалног мерења код E1 и E2 групе у кинетичким параметрима ексцентричне фазе СМЈ скока	142
Фигура 4 и 4б. Разлике између E1 и E2 групе на иницијалном и на финалном мерењу и разлике између иницијалног и финалног мерења код E1 и E2 групе у временским ТМГ параметрима m.Semitendinosus-а леве (а), и десне ноге (б)	144
Фигура 5. Разлике између E1 и E2 групе на иницијалном и на финалном мерењу и разлике између иницијалног и финалног мерења код E1 и E2 групе у кинетичким параметрима ексцентричне фазе НЈ скока	145
Фигура 6. Разлике између E1 и E2 групе на иницијалном и на финалном мерењу и разлике између иницијалног и финалног мерења код E1 и E2 групе у кинетичким параметрима концентричне фазе СМЈ скока	149
Фигура 7. Разлике између E1 и E2 групе на иницијалном и на финалном мерењу и разлике између иницијалног и финалног мерења код E1 и E2 групе у кинетичким параметрима концентричне фазе НЈ скока.....	154
Фигура 8. Разлике између E1 и E2 групе на иницијалном и на финалном мерењу и разлике између иницијалног и финалног мерења код E1 и E2 групе у кинетичким параметрима целог НЈ скока.....	155
Фигура 9. Разлике између E1 и E2 групе на иницијалном и на финалном мерењу и разлике између иницијалног и финалног мерења код E1 и E2 групе у кинетичким параметрима целог СМЈ скока.....	156
Фигура 10. Разлике између E1 и E2 групе на иницијалном и на финалном мерењу и разлике између иницијалног и финалног мерења код E1 и E2 групе у кинематичким параметрима СМЈ скока из сагиталне и фронталне равни.....	158
Фигура 11. Разлике између E1 и E2 групе на иницијалном и на финалном мерењу и разлике између иницијалног и финалног мерења код E1 и E2 групе у кинематичким параметрима НЈ скока из сагиталне равни	160
Фигура 12а и 12б. Разлике између E1 и E2 групе на иницијалном и на финалном мерењу и разлике између иницијалног и финалног мерења код E1 и E2 групе у временским ТМГ параметрима m.Gastrocnemius medialis-а леве (а), и десне ноге (б).....	162
Фигура 13а и 13б. Разлике између E1 и E2 групе на иницијалном и на финалном мерењу и разлике између иницијалног и финалног мерења код E1 и E2 групе у метричком ТМГ параметру Dm за шест мишића леве (а), и десне ноге (б)	164
Фигура 14а и 14б. Разлике између E1 и E2 групе на иницијалном и на финалном мерењу и разлике између иницијалног и финалног мерења код E1 и E2 групе у временским ТМГ параметрима m.Gastrocnemius lateralis-а леве (а), и десне ноге (б).....	165
Фигура 15а и 15б. Разлике између E1 и E2 групе на иницијалном и на финалном мерењу и разлике између иницијалног и финалног мерења код E1 и E2 групе у временским ТМГ параметрима m.Biceps femoris-а леве (а), и десне ноге (б)	167
Фигура 16а и 16б. Разлике између E1 и E2 групе на иницијалном и на финалном мерењу и разлике између иницијалног и финалног мерења код E1 и E2 групе у временским ТМГ параметрима m.Vastus lateralis-а леве (а), и десне ноге (б).....	168

Фигура 17а и 17б. Разлике између Е1 и Е2 групе на иницијалном и на финалном мерењу и разлике између иницијалног и финалног мерења код Е1 и Е2 групе у временским ТМГ параметрима m.Vastus medialis-а леве (а), и десне ноге (б).....	170
Фигура 18. Разлике између Е1 и Е2 групе на иницијалном и на финалном мерењу и разлике између иницијалног и финалног мерења код Е1 и Е2 групе у параметрима спринт теста на 10 m и 20 m	172
Фигура 19. Разлика ефеката између експерименталних програма 1 и 2 у кинетичким параметрима код ексцентричне и концентричне фазе СМЈ скока	178
Фигура 20. Разлика ефеката између експерименталних програма 1 и 2 у кинетичким параметрима код ексцентричне и концентричне фазе НЈ скока	179
Фигура 21. Разлика ефеката између експерименталних програма 1 и 2 у кинематичким параметрима код СМЈ скока из сагиталне и фронталне равни.....	180
Фигура 22. Разлика ефеката између експерименталних програма 1 и 2 у кинематичким параметрима код НЈ скока из сагиталне равни	180
Фигура 23. Разлика ефеката између експерименталних програма 1 и 2 у тензиомиографским параметрима	181
Фигура 24. Разлика ефеката између експерименталних програма 1 и 2 у тензиомиографским параметрима	185
Фигура 25. Разлика ефеката између експерименталних програма 1 и 2 у кинетичким параметрима код целог СМЈ скока.....	186
Фигура 26. Разлика ефеката између експерименталних програма 1 и 2 у кинетичким параметрима код целог НЈ скока.....	186

1. УВОД

Константна побољшања у спортским достигнућима и померање граница људских могућности достигла су ниво где даља напредовања изгледају готово немогућа (Verkhoshansky & Siff, 2009) и она су директно повезана са усавршавањем и планирањем тренажног процеса (Babić, 2008). Поред тога, научна сазнања са комплексним биомеханичким анализама, од кинетичких, кинематичких, ЕМГ и ТМГ података доприносе најбољем дозирању, корекцији и припреми за постизање врхунских резултата (Џон, 2008). Постоји доста типова тренажних програма који имају различите циљеве, али програми чији је циљ развој и унапређење моторичких способности имају посебну пажњу истраживача и тренера. Незаобилазни принцип тренинга развоја експлозивне снаге и брзине је плиометријски програм тренинга (Verkhoshansky & Siff, 2009).

Најраније публикован рад где је коришћена реч плиометрија је у совјетској литератури (Zanon, 1966, цитиран у Verkhoshansky & Siff, 2009). Званично се термин плиометрија помиње 1975. године на Пурду Универзитету од тренера атлетике Фреда Вилта (Davies, Riemann & Manske, 2015). Такође у руској литератури оригинални назив плиометрије био је “shock method”, који се у научној литератури односи на “stretch-shortening action”. Пошто се реч плиометрија користила и као замена за израз ‘eccentric’, у циљу избегавања конфузије предлаже се синоним “powermetric training” као замена за плиометријски тренинг (Norman & Komi, 1979; Komi, 1984; Komi, 1992; Siff, 1988; Zatsiorsky, 2008; Verkhoshansky & Siff, 2009).

По мишљењу Верхошанског појам “isometric” је задржао оригинално значење мишићна контракција под статистичким условима, појам “miometric” (акција скраћења мишића) је синоним за концентричну контракцију, а “plyometric” се односи на ексцентричну (продужење мишића) контракцију. Верхошански је увек преферирао израз “shock metod” уместо “plyometrics” (Verkhoshansky & Siff, 2009).

Од есенцијалне важности је да се направи разлика између појма плиометрије и плиометријске акције. Према мишљењу Комија (1992), плиометријска акција или “short-stretching cycles” дешава се као део многих типова трчања, скакања, ударања, препонског трчања и осталих одскочних момената у спортовима, док се у

плиометријском тренингу одвијају плиометријске акције као изразит модалитет тренинга (Komi & Nicol, 2000).

Процес плиометријске активности састоји се од пет фаза (Zatsiorsky, 2008; Chu & Meyer, 2013; Davies et al., 2015).

1. Почетна фаза импулса током које се тело или део тела креће због кинетичке енергије акумулиране претходним дејством.

2. Фаза електромеханичког кашњења која се јавља када неки догађај као што је контакт са површином спречава даљи помак удова и провоцира мишиће да се скупљају. Ово кашњење се односи на време које пролази између почетка акционог потенцијала у моторичким нервима и почетка контракције мишића. У зависности од заједничког деловања, ово кашњење варира у величини од око 20 ms до 60 ms, Bosco & Komi (1979) и Siff (2001), док се у Cavanagh & Komi (1979); Norman & Komi (1979); Vos, Harlaar & Van Ingen Schenau (1991); Prilutsky (2000) наводе вредности од 30 ms до 100 ms и више. Такође ова фаза директно предвиђа величину, брзину и трајање истезања (Zatsiorsky, 2008; Chu & Meyer, 2013; Davies et al., 2015). Неки аутори ове две фазе сврставају као једну и називају је ексцентрична преиздужујућа фаза (Komi & Gollhofer, 1997).

3. Фаза амортизације је када кинетичка енергија производи снажни миотатски рефлекс истезања који доводи до ексцентричне контракције мишића праћене експлозивном изометријском контракцијом и истезањем везивног ткива мишићног комплекса. Експлозивна изометријска фаза између краја ексцентричног и почетка концентричног дејства траје током периода који се назива време спајања. Ова фаза је кључ перформанси плиометрије, јер што је краћа фаза амортизације, то је ефикаснији и снажнији плиометријски покрет, тј. складиштена енергија користи се ефикасније у транзицији. У случају закашњења енергија се претвара у топлоту, рефлекс истезања није активиран и пренос позитивног дејства концентричне контракције није ефикасан (Davies & Matheson, 2001; Zatsiorsky, 2008). Ако је време транзиције између фаза дуже од 15 ms, акција се сматра обичним скакањем и не класификује се као плиометријски тренинг (Zatsiorsky, 2008; Verkhoshansky & Siff, 2009; Chu & Meyer, 2013). Примери граничних вредности времена које се квалификују као плиометријска акција за различите зглобове (колело нпр. 15 ms, лакат 25 ms и раме 37 ms (Siff, 2001)). У новијим истраживањима време контакта подлогом се дели на “брзе” и “споре” вежбе <250 ms; >250 ms (Duda, 1988; Sands, Wurth, & Hewit, 2012; Faigenbaum & Chu, 2017;

Ramirez-Campillo, García-de-Alcaraz, Chaabene, Moran et al., 2021). Нагомилана еластична енергија у ексцентричној фази која је складиштена у мишићно-тетивном комплексу има дужину трајања колико и попречни мостови од 15 ms до 120 ms (Cavagna, Saibene, & Margaria, 1965; Епока, 2002). Дуже време значи да ће попречни мостови остати повезани после истезања, то јест проузроковаће се већа брзина истезања током ексцентричне контракције и већа количина складиштене еластичне енергије (Rack & Westbury, 1974).

4. Фаза повратка која укључује ослобађање еластичне енергије из везивног ткива, заједно са нехотичном концентричном контракцијом мишића изазваном миотатским рефлексом истезања и појачаним нервним процесима. Ова фаза понекад може укључивати временски допринос додат добровољним концентричним контракцијама (van Ingen Schenau, Bobbert, & de Haan, 1997).

5. Завршна фаза замаха која се јавља након завршетка концентричне контракције и дотичног тела или уда наставља да се креће на начин који укључује кинетичку енергију која се додаје концентричном контракцијом, повећање нервних процеса и ослобађање еластичне енергије ускладиштене у везивном ткиву мишићног комплекса (Zatsiorsky, 2008; Verkhoshansky & Siff, 2009).

Спајањем ових фаза добија се плиометријски покрет који служи за побољшање мишићних перформанси спортисте. Брзо смењивање убрзање-успорене производи експлозивна реакција која повећава брзину и снагу мишића током спортске активности, што је и предуслов успеха у сваком експлозивно захтевном спорту који у својој бази има за циљ брзо кретање тела и извођење скокова (Zatsiorsky, 2008; Verkhoshansky & Siff, 2009; Siff, 2001; Davies et al., 2015).

На ефикасност ових фаза такође утиче и укоченост мишићно тетивног комплекса спортисте (Rack & Westbury, 1974; Morgan, 1977), који зависи од опсега покрета који се изводи (Kearney & Hunter, 1982) и ефикасности рефлексног система издужавања (Nichols & Houk, 1976; Houk & Rymer, 1981; Komi & Nicol, 2000).

Свако извођење вертикалног или хоризонталног скока састоји се од процеса смењивања ексцентричне и концентричне контракције, а такође се и поред доњих и код горњих екстремитета уочава плиометријски концепт као функционални образац кретања у било ком спорту (Davies et al., 2015).

Најчешћи типови вертикалних скокова који се изводе у лабораторијским условима су CMJ (скок са почучњем), скок из чучња и скок у дубину (Zatsiorsky, 2008; Čoh, 2008; Verkhoshansky & Siff, 2009; Chu & Meyer, 2013). Према Verkhoshansky & Siff (2009), кључ успеха плиометријских тренинга стоји у опису скока у дубину. Све варијације скокова са и без оптерећења, са замахом руку или фиксираним рукама као и скока са једном ногом и обе ноге служе за развој, побољшање и процену снаге и силе доњих екстремитета (Benjanuvatra, Lay, Alderson, & Blanksby, 2013; Maly, Zahalka, Mala, & Cech, 2015). Bosco, Ito, Komi, Luhtanen, Rahkila et al. (1982) открили су да не постоји разлика у миоелектричној активности током извођења максималних вертикалних скокова са или без додатног оптерећења. Постоје многе комбинације и типови плиометријских програма који се користе у зависности од врсте спорта, физичке спремности спортиста као и узраста (Zatsiorsky, 2008; Verkhoshansky & Siff, 2009; Chu & Meyer, 2013). У западној литератури, као што је напоменуо Верошански, прави се доста грешака приликом описивања плиометријских тренинга и недостатка објашњења класификације плиометријских вежби. Он је извршио поделу у неколико различитих класа (Verkhoshansky & Siff, 2009).

Табела 1. Систематски приказ поделе плиометријских вежби по Verkhoshansky-ом

Плиометријски тренинг		
Ударна плиометрија	Не ударна плиометрија	
Максимална плиометрија	Субмаксимална плиометрија	Неплиометрија
Класична плиометрија	Додатна плиометрија	Припремне активности
Функционална и нефункционална плиометрија		Тренинг са тежинама, скокови итд.

Плиометријски тренинг се дели на ударну и неударну плиометрију. Током ударне одскок је подстакнут контактом са површином, док је одскок у неударној плиометрији посредован експлозивном ексцентричном акцијом мишића који изводе покрет без завршетка са контактом површине. Скокови у дубину су класични примери ударне, док брзи повучени ударци у борилачким вештинама спадају у неударну плиометрију. Максимална плиометрија је карактеристична за активност малог броја понављаја одскочних вежби са високим интензитетом, где се производи максимална тензија укључених мишића (интервал одмора два до четири min између понављаја и 10-12 min између серија). Субмаксималну плиометрију карактерише немаксимална тензија

мишића са минималним временом контакта са површином, пример дуплог одскока са малих висина скока у дубину. Даља подела на класичне плиометријске вежбе деле се на функционалне и нефункционалне, прва се односи на вежбе које се најближе подударaju са специфичним акцијама одређеног спорта, док друга пружа општу обуку експлозивних особина које захтева спорт. Припремне или додатне вежбе које се са правом називају псеудоплиометријом служе такође за развијање снаге мишића и еластичног ткива и одликују их вежбе са дужим временом транзиције. Разлог назива псеудо лежи у наглom заустављању вежбе скока видљеве у примерима одложених одскока из почучња, тј. недостатак експлозивне фазе одскока са кратким временом спајања (Siff, 2001; Verkhoshansky & Siff, 2009).

У кошарци, одбојци, скоку у даљ итд. поред великог броја варијација вертикалних скокова са латералним, хоризонталним елементима, јавља се дочекивање, амортизација. Иако постоји мало радова који су се бавили испитивањем доскока, истраживачи су се бавили описивањем елемената технике и корелације са повредама, јер је главна улога мишићног апарата приликом доскока ексцентрична контракција (McNitt-Gray, 2000). Такође постоји мали број радова који су испитивали ефекте доскока са различитих висина на развој експлозивне снаге и брзине (Dursenev & Raevsky, 1978). Интересантан пример, не превише испитиван, видљив је у такозваним дубинским доскоцима (скокови у дубину без одскока) који имају значајне ефекте на развој и повећање ексцентричне и концентричне снаге. Са резултатом кратке мишићне тензије у периоду од 28 до 61 ms постиже се сила распона од 1.500 до 3.000 kg или 20 пута тежине тела, са висине од чак 3.2 m (Dursenev & Raevsky, 1978), док су у осталим радовима забележене вредности до 14 пута телесне масе са мањих висина (Tura, Aleshinsky, Kaimin, Pereversev, Polozkov et al., 1980; DeVita & Skelly, 1992; McNitt-Gray, 1993; Requejo, McNitt-Gray, Eagle, Munkasy, & Smith, 1998; Prilutsky, 2000), које могу довести до повреда (Nigg, 1985; Dufek & Bates, 1991). Једино овакав вид вежби може произвести толику количину интензитета добровољног напора. Током одскока при брзинама мањим од $-1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ реактивна сила износи чак седам пута тежине тела за сваку ногу, док код доскока са брзинама од скоро $-8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ такође се добијају исти резултати максималне реактивне силе (Nigg, Denoth, & Neukomm, 1981; Nigg, 1985; Stacoff, Kaelin, & Stuessi, 1987).

Доскоци са висине од 0.32 m до 1.28 m производе негативан рад мишића екстензора ногу. Ова вежба може се изводити са такозваном “меким” доскоком. Са 0.5

m висине забележено је скоро тотално расипање енергије у заједничким зглобним моментима, а измерене негативне вредности рада ножних зглобова износе -592 J; скочни зглоб, колена и кук: -159 , -248 и -185 J (Prilutsky & Zatsiorsky, 1994; Prilutsky, 2000). Испитивањем количине негативног рада зглобних момената могуће је добити такозвани “индекс мекоће” (Zatsiorsky & Prilutsky, 1987). У спринту укупан негативни рад зглобних моментума по циклусу износи од -241 J до -883 J за брзине, 3.3 до 6.0 m · s⁻¹, и 82% од укупног рада је у сагиталној равни (Prilutsky, 2000). Такође током спринтерског трчања вредности негативног и позитивног рада у скочном зглобу од -13 J до -79 J и 59 J до 106 J, за зглоб колена, -30 J до -210 J и 25 J до 51 J (Buczek & Cavanagh, 1990). Метатарсофалангеални зглоб углавном абсорбује већи део енергије током фазе стајања у трчању, вредности за брзине од 4.0 - 7.1 m/s; негативног рада износе, -20.9 J и -47.8 J (Stefanyshyn & Nigg, 1997).

Код кошаркаша измерено је 80% негативног рада у скочном зглобу и зглобу колена (McNitt-Gray, Eagle, Elkins, & Munkasy, 1996). Док се код одбојкаша примећује повећање флексије у зглобу колена и исте вредности негативног рада у скочном зглобу и зглобу колена, иста је већа вредност у зглобу кука у односу на нормалан начин доскока. Иако је карактеристика брзог повећања реактивне силе код свих начина доскока у првих 50 ms контакта са подлогом, могуће је вољно утицати на смањење времена коришћењем веће вертикалне позиције стопала (McNitt-Gray, 2000). Приликом мекших доскока, код кошаркаша и одбојкаша измерена је мања брзина спуштања трупа (Munkasy & McNitt-Gray, 1992). У нормалном начину доскока највећи негативан рад зглобних момената је у скочном зглобу, праћена са зглобом колена и кука (DeVita & Skelly, 1992). Гранична вредност угла колена приликом нормалног доскока износи 90° , а све вредности преко или испод класификују се као меки или крути доскоци (DeVita & Skelly, 1992). Нормалан начин доскока Одбојкашице такође користе већу флексију у зглобу колена него у куковима (McNitt-Gray, Yokoi, & Millward, 1994). Постоји и “круће” дочекивање, где се енергија расипа у пасивним анатомским структурама, док је негативан рад зглобова видно мањи (DeVita & Skelly, 1992). Максимална негативна снага је већа и износи -30 W, -40 W и -150 W по јединици телесне масе добијене за висине доскока од 0.32 m, 0.59 m и 1.28 m, (DeVita & Skelly, 1992; McNitt-Gray, 1993). У раду Zatsiorsky & Prilutsky (1987) забележено је и до 30% расипања енергија код максимално крутих доскока, где је такође примећена регулација понашања, тј. особине мишића испитаника (Dyhre-Poulsen, Simonsen, & Voigt, 1991). Више од шест пута

телесне масе на три m/s брзине сматра се већом силом од нормалне за приземљење код скокова у зависности од начина доскока (McNitt-Gray, 2000).

Најбољи пример вредности плиометријског тренинга види се у припреми врхунских атлетичара који имају за циљ померање граница људских могућности. Први успеси плиометријског типа тренинга виђени су код руских скакача увис и трскокаша у шездесетим годинама XX века са систематичном применом (Radcliffe, Farentinos, & Schwarz, 2003). Један од репрезентнијих примера успеха плиометријског тренинга из тог времена је освајач златне медаље на 100 m Валери Борозов. Он је спустио своје време са 13,0 s на 10,0 s за шест година тренирања (Dintiman, 2010).

Атлетика, познатија као краљица спортова, базичан је спорт и основа свих спортова, сачињена од основних кретања човека, скокова, трчања, ходања и бацања (Ozolin, Voronkin, Primakov, 1989). У већини дисциплина атлетике, сем дугопругашких и дисциплина ходања, базични критеријум успешности је развијање највеће могуће реактивне силе у најкраћем могућем времену контакта са подлогом или контактне фазе, стога је у тренажним циклусима незаобилазан неки вид плиометријског програма вежбања (Kurelić, 1954; Čoh, 2008).

Спринтско трчање је комплексно циклично кретање дефинисано фреквенцијом и дужином корака. Оба параметра међусобно су зависна и сваки је условљен централним процесима регулације кретања, биомоторним способностима, енергетским процесима и морфолошким карактеристикама (Cavagna, Komarek, & Mazzoleni, 1971; Mann & Sprague, 1980; Mero & Komi, 1987; Mero, 1988; Coppinolle & Delecluse, 1989; Čoh & Tomažin, 2005). Неколико аутора наводи да је фреквенција корака важнија од дужине за постизање максималне брзине трчања (Ballreich, 1976; Luhtanen & Komi, 1978; Mero, Luhtanen, Viitasalo, & Komi, 1981). Са друге стране неколико фактора утиче на оба параметра, као мишићна структура (Costill, Daniels, Evans, Fink, Krahenbuhl et al., 1976; Mero, Kuitunen, Harland, Kyroläinen, & Komi, 2006), техника трчања (Mero, Luhtanen, & Komi, 1986) и брзинска снага и еластичност мишићно-тетивног локомоторног апарата (Mero et al., 1981). Трчање спринта као стереотип покрета састоји се од понављања корака у временској јединици. Дужина корака зависи од телесне висине и дужине ногу, као и од силе коју развијају мишићи екстензори кука, колена и скочног зглоба у фази контакта. Извршење контактне фазе један је од најважнијих генератора ефикасности брзине трчања (Lehmann & Voss, 1997). Фаза контакта мора бити што краћа, око 90-100

ms (Mero & Komí, 1985), са оптималним односом између фазе кочења и фазе погона. Учесталост корака зависи од функционисања CNS-а, и у великој је мери генетски унапред одређена (Mero, Komí & Gregor, 1992). Пример мушких спринтера светске класе развијају брзину од 12 m/s на трци од 100 m, док жене постижу 11 m/s. Број корака код мушких спринт-финалиста светских првенства креће се од 43,6 до 46,6, а учесталост корака, 4,76 до 4,39 корака у s. Код жена је тај број мањи и износи од 42,6 до 50,8, и учесталост корака од 3,88 до 4,69 корака у s (Babić, Harasin, & Dizdar, 2007). Такође, очигледно запажање које је потврђено истраживањем (Hunter, Marshall, & McNair, 2004) показало је негативну корелацију између дужине и фреквенције корака, $r = -0.70$.

Поред атлетике колективни спортови као кошарка имају заступљеност развоја и утицаја експлозивне снаге и брзине, док је игра заснована на скоковима поред осталих фактора. Кошарка је спортска игра и припада групи спортова комплексних моторичких активности које имају интервално-променљив карактер, са аеробно-анаеробним (гликолитичким) обезбеђењем енергије: моторичке радње имају динамички карактер и испољавају се уз велику варијабилност у дужем временском периоду у условима компензованог замора (Željaskov, 2004). Она се састоји од кратких, високо интензивних активности које прате паузе пасивног или активног одмора кратког или дужег трајања (Јаковљевић, Каралејић, Пајић, & Мандић, 2011). Кошарку карактеришу експлозивна кретања у свим правцима, кратки спринтеви, брза заустављања, доскоци, велика варијација скокова у свим правцима и бацања и додавања лопте (Erčulj, Dežman, & Vučković, 2004).

Кошаркаши током утакмице проведу 34% времена у трчању и скакању, 56,8% у ходању и 9% у стајању у месту, а промена интензитета кретања или форме врши се у просеку сваке 2 s (Јаковљевић et al., 2011). Током активног дела игре од 53 до 157 високо интензивних праволинијских кретања играч изврши у просечном трајању од 1,7 s, док 60% времена проведе у кретању ниског интензитета и 15% у веома високом интензитету (Зарић, 2014). У току утакмице играч у просеку постигне 46 ± 12 скока (Castagna, Chaouachi, Rampinini, Chamari & Impellizzeri, 2009), а такође се тврди да изведу и до 100 различитих скокова на целокупној утакмици (Manojlović & Erčulj, 2013). Због тога се наводи да играчи морају бити добро утренирани и физички спремни, јер се у супротном, приликом појаве замора, техника кошаркаша прогресивно

погоршава што утиче на ефикасност целог тима (Kocić, Berić, Radovanović, & Simović, 2012).

Најбитнија моторичка особина која је заступљена у кошарци је експлозивна снага која резултира са брзим и бољим извођењем вертикалних скокова који су од великог значаја за успешност у кошарци (Bobbert, Huijing, & van Ingen Schenau, 1987; Bobbert, 1990; Matavulj, Kukolj, Ugarkovic, Tihanyi, & Jaric, 2001; Nedeljković, 2004; Chang, Hsu, Chen, & Lin, 2005; Zhang, 2013; Lehnert, Hůlka, Malý, Fohler & Zahálka, 2014). Експлозивна снага директно је представљена код елемената скок шута или скока за одбијеном лоптом (Manojlović & Erčulj, 2013).

Друга најбитнија моторичка способност у кошарци поред прецизности и експлозивне снаге је агилност (Jovanović, 1999). Поред кошарке спорт који је такође базиран на експлозивној снази, брзини и извођењу различитих скокова је одбојка. Одбојка је тимски спорт који се може играти у пет сетова што даје тотално трајање око 90 min у којем играч може извести 250-300 брзих покрета, карактеришу га кратки интензивни периоди игре 3-9 s, испреплетени са релативно дугим временом одмора 10-20 s (Polglaze & Dawson, 1992; Gabbett & Georgieff, 2007; Sheppard, Gabbett, & Stanganelli, 2009). Када се укупна активност током меча подели добије се око 50-60% различитих скокова, 30% брзих мењања правца и 15% падова. Професионални одбојкаш може произвести чак око 120.000 скокова током целе сезоне (García-de-Alcaraz, Ramírez-Campillo, Rivera-Rodríguez, & Romero-Moraleda, 2020). Активности које су најзаступљеније код одбојкаша су трчања са брзим убрзањима и успорењима, варијације скакања, удараца лопте и вишесмерно кретање у зависности од позиције играча или тактичке улоге (Sheppard, Gabbett, Taylor, Dorman, Lebedew et al., 2007; García-de-Alcaraz, Valadés, & Palao, 2017; Garcia-de-Alcaraz et al., 2020). Највећу корелацију са успехом у одбојци има висина вертикалних скокова играча која је директно повезана са извођењем смеча, блока и сервиса (Sheppard et al., 2009; Ziv & Lidor, 2010). Максимални дохват приликом смеча, средњег блокера, примача или коректора код врхунских одбојкаша износи 345-355 cm, док висина блока 320-335 cm (Ercolessi, 1999). Смеч и блок су експлозивно захтевни елементи игре који су у својој бази врста вертикалног скока и који су кључни приликом освајања поена (Ramirez-Campillo, García-de-Alcaraz, Chaabene, Moran, Negra, et al., 2021). Да би се побољшала висина одскока потребно је брзо убрзање тела пре скока (Wagner, Tilp, Von Duvillard, & Müller, 2009). Ова тврдња је примећена из бољих резултата спринтерских тестова

професионалних одбојкаша у односу на аматерске (Smith, Roberts, & Watson, 1992). Таква иста разлика примећена је и код теста висне дохвата смеча или блока и већа је код канадских репрезентативаца у односу на такмичаре са универзитета (Smith et al., 1992). Са наведеним не чуди чињеница да се тренинг одбојкаша заснива на плиометријском концепту тренирања који је показао највеће успехе у односу на све остале типове тренинга које имају за циљ развој и побољшање експлозивне снаге, тј. висине одскока (Wilson, Newton, Murphy, & Humphreys, 1993; Newton, Rogers, Volek, Häkkinen, & Kraemer, 2006; Gabbett, 2016; Silva, Clemente, Lima, Nikolaidis, Rosemann, & Knechtle, 2019). На примеру Martel, Harmer, Logan, & Parker (2005) види се 11% напретка у висини одскока после шестонедељног плиометријског вежбања код петнаестогодишњих одбојкашица. Дужина тренинга за изградњу боље реактивне снаге код одбојкаша је између осам до десет недеља по Stojanović & Kostić (2002), док други истраживачи препоручују два тренинга недељно у трајању од шест недеља (Hagl, 2003). Плиометријски тренинг без додатног оптерећења са вежбама СМЈ, скок из чучња и скок у дубину, повећавају 4,7% до 15% висину вертикалног одскока, додатно се повећава и флексибилност мишића, (de Villarreal, Kellis, Kraemer, & Izquierdo, 2009), количина еластичне енергије у мишићима, (Kubo, Morimoto, Komuro, Yata, Tsunoda et al., 2007), већа нервна активност (McLaughlin, 2001) и побољшан рад пропиорецептора у зглобовима (Swanik, Lephart, Swanik, Lephart, Stone et al., 2002).

Иако постоје доста варијација вертикалних скокова током утакмице од стране различитих позиција играча истраживачи (Laffaye, Wagner, & Tombleson, 2014) највише препоручују СМЈ за испитивања мишићне снаге доњих екстремитета који немају утицаја на технику скокова који се изводе у току утакмице (Fuchs, Menzel, Guidotti, Bell, von Duvillard et al., 2019). Овакво мерење са СМЈ представља веома високу поузданост у поновном тестирању Slinde, F. Suber, C. Suber, Edwén, & Svantesson, (2008), које има кључну важност за даља испитивања (Liberati, Altman, Tetzlaff, Mulrow, Gøtzsche et al., 2009; Ramirez-Campillo, Andrade, Nikolaidis, Moran, Clemente et al., 2020).

На основу досадашњих истраживања уочава се широк спектар примене плиометријског начина вежбања и њихов позитиван ефекат на биомеханичке параметре различитих спортиста. Како у плиометрији постоје различити типови вежби и варијације тренинга то истраживачима оставља простор за испитивање њихових разлика. Стога, циљ истраживања је утврђивање ефеката два различита плиометријска

програма вежбања на биомеханичке параметре спортисткиња. Један програм вежбања је базиран на вежбама са ексцентричним, а други са концентричним контракцијама.

1.1. Карактеристике мишића

Мишићи су део антигравитационог система човека који је сачињен од CNS, тетива и костију (статични потпор мишића) (Zatsiorsky, 2008; Verkhoshansky & Siff, 2009; Bartlett, 2014). Мишићи се деле по хистолошкој грађи на: *скелетне мишиће* (попречно-пругасти) (човечји организам сачињен је од приближно 700 мишића), *вољна контрола* (свесна), *глатки мишићи*, аутономна (подсвесна) и *срчани мишић*, јединствена структура (подсвесна). Попречно-пругасти мишићи одговорни су за све врсте покрета у модерном спорту и свакодневним активностима (Tözeren, 1999; Verkhoshansky & Siff, 2009; Sweeney & Hammers, 2018).

Да би смо разумели функцију целокупног мишићног склопа или неког изолираног мишића битно је напоменути комплексност и *морфолошке* карактеристике. Сваки мишић сачињен је од мишићних влакана (50 μm), која су једнака по броју код сваког човека а разликују се по броју код сваког мишића посебно (Tözeren, 1999; Verkhoshansky & Siff, 2009). Примера ради мишић *gastrocnemius medialis* има преко једног милиона влакана, а први *dorsal interosseous*, око 40 000 (Challis, 2000).

Сваки мишић односно мишићно влакно је *раздражљиво* (ексцитабилност) и има својство генерисања акционих потенцијала од -90 mV, *контракује* се свесно манипулисано и одређује количину испољене силе приликом извођења вежби и због своје *еластичности* враћа се у првобитну дужину. Такође, поседује могућност компензације превеликог напора где се *растеже* на веће дужине од оне у мировању (Huxley, 1974; Chaitow & Crenshaw, 2006; Devasahayam, 2019).

Контрактивна могућност мишића односно мишићног влакна лежи у разумевању састава и функција унутар мишићног влакна. Оно садржи 8000 миофибрила које садрже саркомере (у стању опуштености мишића износи око 2.2 μm) које су сачињене од два главна протеина задужена за контракцију, густе миозин филаменти (1500) и танки актин филаменти (3000) (Janmey, Hvidt, Oster, Lamb, Stossel, & Hartwig, 1990; Lindstedt, McGlothlin, Percy, & Pifer, 1998).

Саркомера је сачињена од двоструког репа лаког меромиозина савијеног на једном крају где се налази двоструки глобуларни врат од двочланог меромиозина и

главе од два глобуларна протеина. Између главе и врата постоји флексиблини део “шарке”, које дозвољавају избочинама да се савијају и издужују на великим удаљеностима приликом комуникације са суседним местима везивања актина. Око 200 молекула чине једну миозинска нит са главом/вратом. Ове избочине су у ствари попречни мостови. Актинска нит сачињена је од: актина, тропомиозина и тропонина. Окосница нити је попут вуне саткане од две дужине исте основне нити, она се састоји Ф-актина који је лабаво везана за тропомиозин. Влакнасти Ф-актин сачињен је од полимера молекула глобуларног Г-актин. Две дужине намотане су једна око друге, а на местима дуж тропомиозина прикачено је тростуко јато тропонина чији сваки део има посебну улогу. Тропонин-И има јак афинитет за актин, тропонин-Т за тропомиозин, и Тропонин-Ц за калцијум. Прва два имају улогу одржавања везе актина и тропомиозина док трећи има централну улогу интеракције са јонима калцијума који покрећу контракцију мишића. Јони кацијума омогућавају и покрећу активна места актинске нити за који се попречни мостови могу прикачити. Теорија клизног филамента (Huxley & Hanson, 1954; Huxley & Niedergerke, 1954), теорија попречних мостова (Huxley, 1957; Huxley & Simmons, 1971) као и (Brenner, 1991; Brenner, 1993), која насупрот попречних мостова описује непотпуну разградња аденозин трифосфат (АТФ) циклуса и мању количину током брзих скраћивања мишића. Прва претпоставља да контракција мишића инхибира актинска активна места од тростуког дела Тропонина И, Т и Ц, спречава попречне мостове миозина да врше интеракцију са тим местима. Одређена концентрација јона калцијума прекида постојећу инхибицију. Овај процес (комплекс строгости) дешава се када нервни импулс преноси ацетилхолин до мишићних влакана и саркоплазматског ретикулума у свакој миофибрили и сигналира ослобађање рафала калцијумских јона у саркоплазму. Ако се јави неадекватна ресорпција јона после контракције долази до одржавања стања строгости који се са повећањем претвара у такозвани “грч” целокупног мишића (Brenner & Eisenberg, 1987). Сва три елемената имају различите улоге које се међусобно надмећу за простор унутар ћелије (Lindstedt et al., 1998; Verkhoshansky & Siff, 2009). Једна од карактеристика актина је да су флексибилније у ротационим и уздужним правцима док се веома лако кидају под торзионом оптерећењу (Tsuda, Yasutake, Ishijima, & Yanagida, 1996).

Миофибриле су такође одговорне за стварање мишићне силе (Herzog, 2000; Zatsiorsky, 2008; Verkhoshansky & Siff, 2009). Величина простора миофибрила одређује јачину контракције, величина саркоплазмичког ретикулума регулише фреквенцију

контракције мишића а запремина митохондрија ниво одржавања перформанси (Verkhoshansky & Siff, 2009). Такође количина силе једнака је пропорцијално броју попречних мостова који су формирано (Huxley, 1957; Chalis, 2000; Zatsiorsky, 2008; Davies et al., 2015). Оптимална дужина саркомере у којој је могуће произвести максималан број саркомерских попречних мостова је 2.60 μm и 2.80 μm (Walker & Schrodt, 1973), примера ради Huijing (1985), проценио је просечно око 18 000 саркомера у миофибрилама средње главе *gastrocnemius*, а Meijer, Bosch, Bobbert, van Soest, & Huijing, (1998), мерењем су код два испитаника проценили постојање око 41 000 саркомере у мишићу *vastus medialis*-у. Помоћу тешког ланца миозина одређује се контрактилна карактеристика мишићних влакна која се деле на три различита изоформа тј: *спора* (тип I), црвена, већи садржај миоглобина, она преваладају у већини покрета који захтевају приближно 20% од максималне способности силе датих мишића и производе се при субмаксималним брзинама (Bosco, Tihanyi, Komi, Fekete, & Apor, 1983). Црпе аеробне залихе за потрошњу енергије и отпорна су на умор, (Edström & Grimby, 1986), *брза* (тип IIa), бела (средње брза, оксидативно гликолитички (посебно способна адаптирању хипертрофије)), која троше аеробну и анеробну залиха док се њихова активност ограничава до 30 минута са брзом појавом умора у односу на спора (Jürimäe, Abernethy, Quigley, Blake, & McEniery, 1997), и *брза* (тип IIb), (низак миоглобин, висок гликолитички капацитет, низак оксидативни капацитет и мали број митохондрија), користи анеробне залихе и дејствују неколико минута и контрактују се 10 пута брже него спора типа I влакна (Abernethy, Jürimäe, Logan, Taylor, & Thayer, 1994; Tesch, Ploutz-Snyder, Yström, Castro, & Dudley, 1998; Andersen, Schjerling, & Saltin, 2000). Услед тренинга мишићна влакна типа II могу се двоструко више повећати него спора влакана, типа I, односно повећање релативне површину попречног пресека брзих влакана без повећања релативне пропорције брзих влакана у мишићима (Andersen & Aagaard, 2000). Nather Tesch Buchanan and Dudley (1991), известили су да је 19 недеља интензивног тренинга оптерећења изазвало смањење процента типа IIb и повећање процента влакана типа IIa у мишићу *vastus lateralis*-у, што сугерише да је тренинг оптерећења изазвао трансформацију међу брзо-подтипovima влакана трзања. Са истом величином попречне површине мишићних влакана показује се боље искоришћење од 65% код брзих влакана у односу на исту величину попречне површине спорих влакана (Tesch, Komi, Jacobs, Karlsson, & Viitasalo, 1983). Максимална брзина скраћивања мишића измерена је 6 $\text{fl} \cdot \text{s}^{-1}$ (дужина влакна у sec) за тип II, и 2 $\text{fl} \cdot \text{s}^{-1}$ за тип I (Challis, 2000).

Goldspink, (1992) је открио да је брзина конзумирања АТП попречних мостова већа у брзим мишићним влакнима него у спорим. Свака мишићна група има различит однос типова влакана где се уочава правило да површински слојеви мишића имају већи проценат брзих а дубљи слојеви спора мишићна влакана (Grotmol, Totland, & Kryvi, 1988; Kernell, 1998). У циљу унапређења овог односа код спортиста, експериментално је утврђено да услед нервне активације са истим стимулативним фреквенцијама које су заступљене у спорим влакнима може се извршити промена на биохемијска и структурална својства брзих влакана (Roy, Baldwin, & Edgerton, 1991).

Количина складиштене еластична енергија је мања у мишићима у којима преобладају спора него у оним са брзим мишићним влакнима, док је већа еластичност осталих секундарних компоненти (већа количина колагена, еластина и ретикулина) код мишића са спорим влакнима (Fung, 1981; Komi, 1984; Kovanen, Suominen, & Heikkinen, 1984).

Главно својство мишићних влакана односно мишића, је да се контракују и омогуће човеку да врши различите покрете, било да су прости (једнозглобни) или комплексни (вишезглобни), који су такође и саставни део сваког типа програма вежбања па и плиометријског (Željaskov, 2004; Zatsiorsky, 2008; Verkhoshansky & Siff, 2009; Taube, Leukel, & Gollhofer, 2012). Различити покрети су саставни део мишићних вежби које се грубо деле на статичне и динамичне иако све динамичке акције имају статичку фазу, а које су сачињене од различитих типова контракција које мишићи извршавају. Постоје концентричне, ексцентричне, изометријске и изокинетичке контракције (Željaskov, 2004; Komi & Nicol, 2000). Сви видови контракција никада се не јављају у изолованој форми и због тога се не смеју занемарити фазе кратког трајања током контракција, због тога се у скорије време обраћа посебна пажња помоћу ЕМГ и ТМГ (Komi & Nicol, 2000; Šimunič, Rozman, & 2005; Verkhoshansky & Siff, 2009).

Услед статичког тренинга саркоплазмички део мишићних влакана се повећава, миофибриле се скупљају у снопове, језгра постају округлија, моторичке плоче на крајевима попречно се шире, у зависности од мишићног влакна, капилари су изразитији и слојеви ендомизијума и перимизијума се згушњавају. Док код динамичког тренинга попречне пруге миофибрила постају веома изражене, језгра овалнија и вретенаста, моторичке плоче на крајевима се издужују до дужине мишићних влакана и слојеви ендомизијума и перимизијума постају тањи (Verkhoshansky & Siff, 2009).

Врсте покрета који изводе мишићи приликом вежбања су различити, мишићи могу вршити: флексију, екстензију, аддукцију, абдукцију, пронацију, супинацију, дорзифлексију, плантарну флексију, ротацију и циркумдукцију (Zatsiorsky, 2008; Verkhoshansky & Siff, 2009; Bartlett, 2014).

Код извођења комплексних покрета и вежби улога мишића дели се у зависности у којем тренутку неки део тела врши одређени покрет, те стога мишићи могу бити: *агонисти* (непосредно извршавају покрет), *антагонисти* (супростављају се сили агониста), *синергисти* (помагачи агонистима током вршења покрета), *фиксатори* (стабилизују покрет изометријском контракцијом), и *неутрализатори* (елиминишу сувишне покрете обостраном контракцијом) (Gottlieb, Corcos, & Agarwal, 1989; Zatsiorsky, 2008; Verkhoshansky & Siff, 2009; Latash, 2018).

Приликом извођења вежби и систематског тренирања делује се на биолошке особине мишића тј. може доћи до *хипертрофије*. Изокинетички начин тренирања је најефикаснији из неуромишићних разлога док је динамички ауксотонички за развој снаге и хипертрофије (Кoмi, 1973b). Скоро-максимални и експлозивни тренинг доводе до веће хипертрофије у брзим него у спорим влакнима (Hakkinen, 1985; Željaskov, 2004). Када се јави хипертрофија површина влакана спорије расте у односу на обим, ова неравнотежа проузрокује распад влакана и мењање у којем се чува њихово оригинално термодинамичко стање (Nikituk & Samoiloв, 1990).

Постоје два типа хипертрофије:

- Саркоплазматска хипертрофија. У овом случају се повећава запремина неконтрактилног протеина и полутечне плазме између мишићних влакана. Иако се површина попречног пресека мишића повећава, густина мишићних влакана по јединици површине се смањује и нема одговарајућег повећања мишићне снаге.

- Хипертрофија саркомера. Овде постоји повећање величине и броја саркомера који чине миофибриле. Они се могу додати у серији или паралелно са постојећим миофибрилима, иако ће само паралелни раст допринети повећању способности стварања мишићне напетости. Површинска густина миофибрила се повећава и постоји значајно већа способност испољавања мишићне снаге.

Bosco, (1982) скреће посебну пажњу приликом јављања хипертрофије оба типа влакна јер се мора очувати непроцењива улога развоја брзих влакана која могу бити

анулирана са пратећим растом спорих влакана, зато што се касније јавља пригушујући ефекат на контракције брзих влакана током извођења брзих покрета. Разлог је у брзини скраћивања спорих влакана која су превише спора и стварају значајан пригушујући ефекат на укупну мишићну контракцију. Стога објашњење да спортисти са већим процентом брзих мишићних влакана у мишићима доњих екстремитета испољавају максимални ефекат плиометријске акције када је ексцентрична фаза кратка, дужина покрета мала и време скраћивања кратко, док спортисти са већим бројем спорих мишићних влакана перформансе скока боље су када је ексцентрична фаза дужа, дужина покрета већа као и дуже време скраћивања јер је време спајања попречних мостова актин-миозина дуже (Bosco et al., 1983).

Услед недостатка физичке активности или код повреде спортиста јавља се *атрофија* мишића (обрнути процес хипертрофије) (Roy et al., 1991; Енока, Gandevia, McComas, Stuart, & Thomas, 1996). Такође повећање броја влакана назива се *хиперплазија* (Nikituk & Samoilov, 1990), која није могућа код човека, а једино су могућа два типа субфибрална хиперплазија;

- Саркоплазмичка хиперплазија-повећање броја саркоплазмичких органела,
- Миофибриларна-митохондријска хиперплазија-повећање броја миофибрила и митохондрија (Nikituk & Samoilov, 1990).

Поред разумевања својства мишића посебну улогу извршавања различитих покрета и вежби имају тетиве које могу ности дупло већу снагу од оне која је у мишићима, те је и учесталост повреда већа (Kirkendall & Garrett, 1997). Приликом извођења плиометријских вежби и брзог смењивања различитих контракција значајно се утиче на складиштење и очување већег дела енергије у тетивама што проузрокује бољу ефикасност мишићног деловања (Verkhoshansky & Siff, 2009). Затегнуте тетиве чувају енергију која се претвара у бољу ефикасност мишића приликом спринтерског трчања (Cavagna, 1977). То се постиже приликом изометријских контракција које су економичније од осталих, зато се препоручује истезања тетива и лигамената у границама не нарушавања стабилности зглобова (Cavagna, 1977).

Нераскидива веза дејства плиометријског тренинга на ексцентричне и концентричне контракције увелико је испитивана тако да је могуће изнети чињенице

које помажу у разумевању планирања програма вежбања али и ефектима на развој експлозивне снаге и брзине спортиста.

Разлика између ексцентричне и концентричне контракције зависи од брзине контракције. Како се брзина контракција повећава тако се максимална ексцентрична сила повећава док се концентрична сила смањује (Komi, 1973a). Веће стварања силе током ексцентричних контракција је због тензиогенеративног капацитета везивног ткива више него због контрактивних елемената мишића (Komi & Buskirk, 1972). Током извођења неке плиометријске вежбе сила у ексцентричној фази је 110% до 180% од максималне изометријске произведене силе (Katz 1939; Joyce & Rack, 1969; Mashima, 1984; Challis, 2000).

Најбољи услови за брзо развијање мишићне силе су приликом ексцентричних контракција јер је она најмање метаболички захтевна (Cavanagh & Komi, 1979; Jones & Rutherford, 1987; Hortobagyi, Hill, Houmard, Fraser, Lambert, & Israel, 1996a). Она такође производи највећу силу праћену са изометријским па затим концентричним контракцијама. Вежбе са ексцентричним контракцијама проузрокују максималну мишићну силу већу у просеку 1,2 до 1,6 пута у односу на вредности код концентричних и изометријских вежби (Željaskov, 2004). За ексцентричне контракције, сила коју може да изврши мишић повећава се са повећањем брзина издужавања све док се не постигне критична брзина при којој сила постаје константна неовисна о брзини и једнака је око 1,5–2,0 пута максималној изометријској сили на оптималној дужини (Hull & Jorge, 1985; Patterson & Moreno, 1990; Sanderson, 1991; Herzog, 2000). А када се посматра однос између ексцентричне и концентричне максималне силе онда је 10% до 40% већа током ексцентричне контракције. Концентрична контракција је најслабија од ове три, парадоксално је да се приликом извођења плиометријског покрета највећа сила преноси и испољава током концентричне фазе. Зато су ексцентрична преиздужујућа и фаза амортизације најбитније за оптимално развијање експлозивне снаге мишића (Komi, 1973; Barnes, 1981; Bosco et al., 1982; Cabri, 1991; Verkhoshansky & Siff, 2009; Davies et al., 2015). Код ексцентричне контракције мишићни тонус је најмањи током ексцентричне фазе у било којем покрету у односу на концентричну или изометричку фазу иако је ексцентрична активност главни узрок јављања мишићне утрнулости. Мишићни тонус током максималне ексцентричне контракције може бити већи за 30–40% него онај у концентричној или изометријској контракцији (пример када спортиста може спустити одређени терет на бенц пресу али не може подићи). Мање моторичких

јединица потребно је да се током ексцентричног рада произведе већа мишићна тензије него током концентричног рада. Током ексцентрично концентричног циклуса тензија на почетку концентричне контракције много је већа у односу ако би се покренула од почетног положаја без претходног напрезања што приказује и искоришћење еластичне енергије која је складиштена и у лигаментима и тетивама у незамерљивој количини. (Verkhoshansky & Siff, 2009).

Оно што чини плиометријски тренинг тако ефикасним је периодизација и дозирање (Fleck, 1996; Davies et al., 2015). Приликом планирања и дозирања програма тренирања битно је дефинисати обим, оптерећење, паузе и учесталост (Chu, 1998). А посебна пажња скреће се на ризик од повреда. Готово сви резултати истраживања који су се бавили односом сила и ефеката на мишићни статус атлетичара, кошаркаша, одбојкаша и других спортиста приликом вежбања скрећу пажњу на ризик од повреда који је највећи код вежби које изискују ексцентричне контракције (Brewer, 2017). Одговор лежи у томе да се током ексцентричних вежби производи много већа сила него током концентричних вежби (Verkhoshansky & Siff, 2009).

Настајање повреда зависи од више фактора укључујући главне, интензитет и трајање вежби као и утренираност спортисте (Armstrong, Warren, & Warren, 1991; Grabiner, 2000). Постоје три фазе које предстоје у стварању повреде после ексцентричних контракција приликом извођења:

- почетна фаза,
- фаза пренагомилавања јона калцијума,
- и аутогена фаза.

Ове фазе се појављају пре настанка запаљења и фагоцитних ћелија која претходи регенеративној фази (Armstrong et al., 1991; Armstrong, Warren, & Lowe, 1995; Grabiner, 2000). Биопсијом мишића vastus lateralis-а утврђене су промене на саркомерама односно миофиламентне елементе само код испитаника који су изводили ексцентричне контракције (Friden, Sjöström, & Ekblom, 1983). Такође настају више преференцијане повреде на брзима мишићним влакнима тип II изазваним истезањем у односу на остала због мање развијеног ендомизијума (Staubert, 1989; Prilutsky, 2000).

Иако се производе веће силе у ексцентричним контракцијама разумевање настанка повреда лежи у цитоскелету склетених мишића. Цитоскелет је динамичка органела сачињена од микронити, средњих нити и микротубула, која поседује могућност веома брзо реорганизације. Једна од улога цитоскелета је пружање моста и организација ћелијског садржаја. Поред тога главна улога је олакшање кретања. Цитоскелет мишићних влакана сачињавају егзосаркомерни и ендосаркомерни цитоскелет, први је сачињен од десмина, виментина и синемина који се налазе на периферном делу влакана и служе за уздужно регулисање саркомера (актина и миозина), док се други тип састоји од титина и небулина унутар саркомера (Waterman-Storer, 1991; Patel & Lieber, 1997). Заједно омогућавају механички оквир који преноси контраktivне силе мишића у свим правцима (Patel & Lieber, 1997).

Ексцентрична контракција може пореметити цитоскелет најчешће у виду физичке везе Z диска саркомера-десимина, који директно одређује јачину тонуса тетива (Friden, Sjöström, & Ekblom, 1981; Lieber, Thornell, & Fridén, 1996). Ниво међућелијских ензима-креатина киназе је најбољи контролор ризика од повреда приликом вежбања плиометријских програма. (Grabiner, 2000). Brown, Child, Day, & Donnelly, (1997), установили су да са 10 максималних ексцентричних контракција нема промена нивоа креатина киназе, што потврђује да постоји граница испод које не настају повреде код ексцентричних вежби.

Из наведених резултата и сазнања истраживача, Епока (1996), потврдио је хипотезу да већина људи не могу максимално активирати скелетне мишиће током ексцентричних контракција и да је нервна активацију “јединствена”, зато што човек бира како и колико ће активирати мишић током ексцентричних вежби. CNS невољно бира и ствара одређене блокаде приликом извођења ексцентричних вежби, али уз помоћ тренинга могуће је поништавање тих блокаде (Owings & Grabiner, 1998a; Owings & Grabiner, 1998b). Максимална вољна контракција је мања у односу на концентричне контракције, у супротности са наведеним када се врше више понављаја ексцентричне вежбе показују мање замора мишића и генерисање силе у односу на исти протокол код концентричних вежби (Епока, 1996). Са 40%-тним повећањем максималне вољне ексцентричне контракције добија се 100%-тно повећање замора тренираних мишића опружача колена (Hortobágyi et al., 1996a).

1.2. Дефинисаност појмова

Да би се лакше приступило проблему и предмету истраживања, објашњени су основни појмови који су коришћени у раду.

Плиометрија је облик вежбања који користи велику количину брзине и силе приликом извођења различитих покрета који служе за развој мишићне снаге. Плиометрија укључује различите видове покрета као што су трчања, скакања, ударања и бацања, а такође је принцип вежбања подељен на вежбе које обухватају циљане регије мишића у горњим и доњим екстремитетима (Zatsiorsky, 2008; Verkhoshansky & Siff, 2009; Chu & Meyer, 2013; Davies et al., 2015).

Кинетика је метода за одређивање сила које се производе приликом извођења неког покрета или задатка који испитаник извршава у лабораторијским условима. За добијање података произведене силе у хоризонталној, вертикалној и латералним правцима користе се тензиометарске платформе. Уз помоћ ове технологије добијају се прецизни подаци сила и времена трајања приликом извођења разних покрета-вежби, у изласку из стартног блока, варијацијама хоризонталних и вертикалних скокова па и мерења и плиометријских вежби горњих екстремитета (сваки део тела који има контакт са површином тензиометарских платформи). Ова метода се најчешће користи за одређивање нивоа развоја спреге снаге-брзине у лабораторијским условима као и у такмичарским. Помоћу ове методе добијају се подаци одскочне снаге у концентричним и ексцентричним напрезањима из различитих плиометријских вежби (Čoh, 2008).

Кинематика је метода заснована на снимању покрета тела испитаника приликом извођења неког задатка или вежбе са високо резолуцијском (100-1000 Hz) дигиталном видео камером или сетом видео камера у тродимензионалном простору. Калибрањем простора и дигитализацијом тачака које представљају сегменте делова тела или центре зглобова испитаника служе као основа за одређивање кинематичких параметара (брзине, убрзања, растојања, дужине покрета тела тј. дела тела, центра теже испитаника и тд.). Реална слика се трансформише као дигитални запис користећи ручну или аутоматску дигитализацију одређеног броја сегмената који чине јединствени модел за испитивање. Постоје 2D и 3D модели који се користе у биомеханичким анализама научних експеримената (Čoh, 2008).

Тензиомиграфија је алтернативна неинванзивна метода, за разлику од инвазивних (једно максимално понављање и мишићна биопсија). У пракси се више препоручује због неизазивања замора мишића и мењања тренажног редоследа испитаника-спортисте. Она користи високо прецизне дигиталне сензоре (4 lm), (Križaj, Šimunič, & Žagar, 2008; Hunter, Galloway, Smith, Tallent, Ditroilo et al., 2012), који прате радијалну деформацију мишића и врши процену капацитета контракција преко процене мишићних механичких карактеристика помоћу електричне стимулације (de Paula Simola, Harms, Raeder, Kellmann, Meyer et al., 2015a). Подаци радијалног мишићног померања директно показују тонус и контрактивну силу мишића (Pišot, Narici, Šimunič, De Boer, Seynnes et al., 2008), брзина контракције, време контракције која одређује композицију мишића тј. заступљеност типа мишићних влакана (Dahmane, Djordjevič, Šimunič, & Valenčič, 2005) и време кашњења заједно показују мишићни умор, прецизно праве разлику у физичким квалитетима спортиста, порекло тренинга и индетификовање акутне или хроничне промене неуромишићних способности између спортиста и рекреативаца (Tous-Fajardo, Moras, Rodríguez-Jiménez, Usach, Doutres et al., 2010).

SJ (скок из чучња) врста је неплиоетријске вежбе која се изводи у лабораторијским условима на тензиоетријској платформи/ма, где спортиста-испитаник изводи скок са концентричним напрезањем. Скок се изводи из тоталног фиксираниог положаја где је угао у зглобу колена 140-150° и без замаха руку у циљу избегавања ефекта искоришћења еластичне енергије складиштене у мишићима и механизма рефлекса (Čoh, 2008; Verkhoshansky & Siff, 2009).

СМЈ (скок са почучњем са фиксираним рукама) јесте врста ударне плиоетријске вежбе која се изводи у лабораторијским условима на тензиоетријској платформи/ма, где се спортисти-испитанику мере параметри из фаза ексцентрично-концентричног типа скока. Мишићи и лигаменти приликом извођења овог скока се издужују и у најкраћем времену скраћују и користе складиштену еластичну енергију из прве и преносе је у другу фазу где се повећава висина одскока. Почетна позиција тела испитаника-спортисте је суножног ставе на постољу одређене висине где се врши померање тела из равнотежног положаја ка површини са нормалним убрзањем дејства земљине теже. Након контакта са подлогом врши се процес фаза плиоетријске акције, вежба се завршава једним максималним одскоком (Čoh, 2008; Verkhoshansky & Siff, 2009), а СМЈ изискује мање метаболичке енергије по јединици позитивног рада него SJ (Prilutsky, 2000).

Depth Jump (скок у дубину са постоља) је врста максималне ударне плиометријске вежбе која се изводи у лабораторијским условима и има за циљ развој и процену експлозивне снаге. Скок у дубину се разликује од субмаксималне ударне плиометријске вежбе drop jump-а, јер се приликом извођења максимално користи еластична енергије мишића, што је и разлог већих вредности времена контакта и угла зглоба колена приликом контакта са подлогом. Почетна позиција тела испитаника-спортисте је суножног става на постољу одређене висине, где се врши померање тела из равнотежног положаја ка површини са нормалним убрзањем дејства земљине теже код обе врсте скока, (Zatsiorsky, 2008; Verkhoshansky & Siff, 2009). Код drop jump-а највећа висина 80 cm са које се примећују први озбиљнији знаци заштите организма од различитих извора (нпр. Голгијев тетивни орган), док се у случајевима са 140 cm примећује смањена рефлексна реакција у циљу заштите од повреда (Komi & Nicol, 2000).

Depth landings (доскоци) специјална је врста скока у дубину без одскока који спада у псеудо плиометријску максималну вежбу која се такође изводи у лабораторијским условима и има значајан утицај на развој ексцентричне и концентричне снаге мишића доњих екстремитета. Почетна позиција тела испитаника-спортисте је суножног става на постољу одређене висине где се врши померање тела из равнотежног положаја ка површини са нормалним убрзањем дејства земљине теже, где је висина постоља већа у односу на различите скокове у дубину. Током фазе лета зглобови доњих екстремитета су потпуно испружени и тек се савијају непосредно пре контакта са површином (McNitt-Gray, 1993). Интересантно је напоменути да је могуће вољно модулирање спољног оптерећења током удара, тј. доскока за чак осам пута већу величину телесне масе помоћу вишезглобне стратегије управљања (McNitt-Gray, 2000).

Хоризонтални скок који је био део дисциплина на Олимпијским играма све до 1912. године данас се користи као стандарни тест процене нивоа експлозивне снаге ногу. Скок из места изводи се из стојећег почетног става са суножним ставом, користи се замах рукама и контра покрет телом, да би се генерисала већа почетна брзина тела приликом суножног одскока. Одскок је карактеристичан са великим нагибом тела напред и у фази лета савија ноге испод тела и напред у припреми за доскок. Приликом доскока труп је и даље нагнут напред и стопала су испред кукова, док се одржава равнотежа тела без падања уназад. Идеални израчунати угао тежишта тела приликом одскока је око 19° , док пожељни опсег спортиста приликом скакања износи $29-38^\circ$, а

брзина приликом одскока је између (3.0-4.2 m·s⁻¹). Не постоји биомеханичко образложење избора ових углова приликом скакања (Wakai & Linthorne, 2005).

Концетрична контракција је динамичка мишићна контракција где долази до скраћења мишића. Проксимални и дистални мишићи се вежу једни према другима, а дејство силе је супротно од правца кретања. Мишићна акција која производи силу да би савладала одређено оптерећење, а вид кретања је одскок, бацање, дизање и гурање. Рад који је постигнут у концентричним контракцијама оловљава се као позитиван (Željaskov, 2004; Zatsiorsky, 2008).

Ексцентрична контракција је такође динамичка мишићна контракција код које се издужује мишић, проксимални и дистални делови мишића одмичу једни од других, а сила делује у истом правцу у ком се врши покрет. Мишићна сила попушта под наметнутим оптерећењем, јер је спољашна сила већа од унутрашње мишићне силе. Кретања су доскок у чучњу или получучањ након саскока са висине (Željaskov, 2004). Рад који је постигнут у ексцентричним контракцијама оловљава се као негативан. Треба напоменути да се “одложен почетак утрнулости мишића” јавља највише у ексцентричној у односу на остале типове контракција (Verkhoshansky & Siff, 2009).

Изометријска контракција (константна дужина мишића) једина је статичка контракција код које је успостављена равнотежа унутрашње и спољашне силе. Проксимални и дистални делови мишића не померају се једни према другима. Мишићи се скраћују, а у исто време се растежу тетиве, што даје напрезање, тј. производи се сила без дужине мишића. Механички није извршен рад, али је мерљива енергетска потрошња (нема покрета) (Željaskov, 2004). Изометријска контракција може се прецизније дефинисати као мишићна акција која се дешава када нема спољних покрета или промене угла зглоба. Појављује се када сила коју ствара мишић тачно уравнотежи отпор који му се намеће и не дође до покрета (Ito, Kawakami, Ichinose, Fukashiro, & Fukunaga, 1998).

Изокинетичка контракција (константна брзина кретања) такође је динамичка мишићна контракција која је одређена спољашним отпором и зависи од брзине покрета која се може одржати на истом нивоу и као таква ствара услов за максимално оптерећење мишића током покрета. Отпор је пропорционалан примењеној сили у свим тачкама радног опсега. Једна од ретких прилика када се одвија изокинетичко деловање

је током изометријске контракције. У овом случају брзина кретања удова је константна и једнака нули (Verkhoshansky & Siff, 2009).

Изотонична контракција (константна напетост мишића), јавља се у статичким условима, а у том случају прецизније се зове “изотонична изометријска акција”. Као што је случај са свим активацијама мишића, постоји време пораста накупљања напетости, средња фаза максималне напетости и коначно време пропадања напетости (Verkhoshansky & Siff, 2009).

Изоинерцијална контракција (константно оптерећење) или *ауксотонична контракција* односи се на дејство мишића који укључује промене у напетости и дужини мишића и због тога је често синоним за изоинерцијално дејство, а изоинерцијална контракција се односи искључиво на оптерећење (Verkhoshansky & Siff, 2009). Током извођења вежби са оптерећењем тело се креће споро. Зато се такав тип динамичко изометријске акције назива *квазиизометријска контракција*. За разлику од изометријске активности која се јавља под фиксним углом зглоба, квазиизометријска активност се изводи током већег дела читавог опсега покрета. Она се може изводити у концентричном или ексцентричном режиму и користи се такође за максималну снагу, хипертрофију мишића и активну флексибилност (Verkhoshansky & Siff, 2009).

Сила F је способност савладавања отпора првенствено помоћу мишићног напрезања. Сила зависи од броја активних моторних јединица (постоји активно и пасивно стање мишића). Представља комплексну интеракцију свих неуромишићних елемената неуралних, мишићних и механичких фактора (Епока, 1988). Током контракције мишићи генеришу силу претварајући хемијску енергију у механички рад (Frontera & Ochala, 2015). Према другом Њутновом закону сила је једнака производу масе тела и његовог убрзања. Сваку спортску дисциплину поред осталог карактерише и одређено убрзање (промена брзина V у једници времена) тела, сегмента тела или реквизита (Zatsiorsky, 2008).

Постоје:

Апсолутна сила, мера максималног напрезања мишића, а њен показатељ је максимални терет који се може подићи или максимална сила која се може развити. Релативна сила указује на силу остварену по килограму масе испитаника (Zatsiorsky, 2008).

Брзина V подразумева способност извођења покрета или кретања максимално могућом брзином, при чему спољашњи отпор није велики, а активност не траје дуго како не би дошло до појаве замора (Zatsiorsky, 2008). Као појам из физике дефинише се као однос пређеног пута и времена које је потребно за тај пут Verkhoshansky & Siff (2009). Брзина се дели на: *брзину реаговања, брзину појединачног покрета, фреквенцију покрета* (Zatsiorsky, 2008), а по Verkhoshansky & Siff (2009): *Брзине моторне реакције; брзине појединачних покрета, брзине фреквентних покрета и брзине кретања у кратком времену.*

Снага P представља способност мишића да делује релативно великим силама, при умереном спољашњем отпору, али при великим брзинама скраћења мишића (Verkhoshansky & Siff, 2009).

Формуле:

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

Јединице

Сила-F је њутн (N), Дужина-S, метар (m), Рад-A ,џул (J), Време-t, секунда (s), Снага-P, ват (W), Брзина-V, (m/s).

Однос силе и дужине је статично својство мишића. Кључна ствар приликом одређивања спреге је одређивање дужине мишића, максимално активирање мишића и након тога мерење равнотежне силе. Максимална сила зависи од мишићне дужине (Herzog, 2000).

Однос силе и брзине описује однос између максималне силе на оптималној дужини мишића (дужина мишића на којој је могуће произвести максималну изометријску силу) и одговарајуће брзине мишићног скраћивања. Овај однос највише зависи од расподеле мишићних влакана (Herzog, 2000).

Однос снаге и брзине карактерише када мишић производи константну силу која помера одређени отпор на константној брзини ($P = F \cdot v$). Када брзина није у истом смеру као и сила, онда се означава снага-рад као негативан или позитиван. Максимална снага мишића достиже врхунац брзином од око 30% максималне брзине скраћивања мишића (Tihanyi, Apor, & Fekete, 1982).

2. ПРЕГЛЕД ДОСАДАШЊИХ ИСТРАЖИВАЊА

Да би се боље објаснила тренутна сазнања и резултати везана за ефекте плиометријских програма вежбања потребно је репрезентовати и анализирати резултате студија из еминентних часописа. За прикупљање, класификацију и анализу актуелних истраживања коришћена је теоријска анализа и дескриптивна метода, а претраге се вршила помоћу електронских база података.

За претраживање литературе коришћене су следеће електронске базе: PubMed, MEDLINE, Google Scholar, ScienceDirect, ERIC од 1999. до 2021. Претраживање је вршено коришћењем следећих терминолошких одредница: *plyometrics, effects of plyometric programs, eccentric exercise, concentric exercise, athletics, basketball, volleyball, depth landings, kinetic, kinematic, tensiomyography*. Стратегија претраживања је модификована за сваку електронску базу, где је то било могуће, у циљу повећања сензитивности. Сви наслови и апстракти су прегледани за потенцијалне радове, такође, прегледане су листе референци претходних прегледних и оригиналних истраживања.

Релевантне студије су добијене након детаљног прегледа, уколико су испуниле критеријуме за укључивање. Критеријуми за укључивање описани су у наставку.

2.1. Критеријуми за укључивање

2.1.1. Врста студије

Контролисане рандомизирание и нерандомизирание лонгитудалне студије о процени биомеханичких параметра код различитих спортистиња. У анализу су укључена истраживања писана на енглеском језику.

2.1.2. Узорак испитаника

Укључени испитаници су спринтери, одбојкаши и кошаркаши оба пола узраста од 15 до 19 година, искусни спортисти (учесници такмичења на међународном и националном нивоу). Здравствени статус спортиста је здраво без деформитета и вештачких помагала које утичу на нормално извођење покрета скока и кретања.

2.1.3. Врста интервенције

Истраживања која утврђују процену и ефекте плиометријског тренинга на развој експлозивне снаге и брзине доњих екстремитета испитаника.

2.1.4. Врста излазних резултата

Студије су биле укључене уколико су приказивале процену, ефекте и тренутно стање експлозивне снаге и брзине доњих екстремитета испитаника.

2.2. Критеријуми за искључивање

Критеријуми за искључивање била су: 1) истраживања која нису користила плиометријске програме вежбања; 2) уколико су испитаници млађи од 15 година и старији од 19 година, због недостатка радова који су испитивали спринтере у узрасту који је прописан од 15 до 19 година, укључене су једине студије које су испитивале спринтере до 25 година и 3) истраживања вршена на другим спортистима без атлетичара, кошаркаша и одбојкаша.

Претрагом је идентификовано 723 потенцијално релевантних студија и још 45 на основу прегледа референци. После уклањања дуплих студија и анализе наслова и апстракта остало је 212 студија. Анализом целокупних текстова по критеријумима укључења и искључења остало је 15 студија.

Фигура 1. Prisma flow показује приказ процеса састављања, анализе и елиминације студија.



Табела 2. Систематски приказ укључених студија

Редни број; Студија (година)	Број (n), пол, узраст и спорт испитани ка	Групе	Трајање програма, учесталост (у недељи) и дужина трајања тренинга	Карактеристи ке програма: интензитет (%), вежбе (тип и опис), и број скокова по тренингу	Резултати	Закључак
1) Idrizovic et al., (2018)	n= 47 Ж 16,6 год Одбојка	G1-13 P1 G2-17 NPI K-17	2/12 Td-40-60 min	L, MOD и H CMJ; DJ (20-60 cm); 20 m спринт и 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 спринт (η ² = .09; мали ES), CMJ (η ² = .29; велики ES), у односу на G2.	P1 за 2/12 недеља ↑ све мерене параметре.
2) Martel et al., (2005)	n= 19 Ж 15±1 год Одбојка	G1-10 P1 K-9 NPI	2/6 Td-40-60 min	H CMJa; DJ (61 cm); и Dr UnS- >138 Os-30 s	G1-CMJ= 11.1% ↑, K= 4.0% ↑, p<.05	Комбинацијом P1 и одбојкашког тренинга доводи до ↑ у VJ у односу на K.
3) Krističević et al., (2016)	n= 54 Ж 15±1 год Одбојка	G1-27P1 K-27NT	1/5 Td-40-60 min	MOD и H CMJ; DJ (20-40 cm); SJ; Блок скок; Смеч скок и Dr UnS- >645 Os-x	G1-SJ ↑-Mean= 21.80 cm±4.22 до 24.28 cm±3.4 у односу на K1- Mean= 24.32 cm±4.10 до 24.8 cm±4.09 и CMJ ↑- Mean= 28.08 cm±4.83 до 30.72 cm±3.74 у односу на K1-Mean= 33.04 cm±6.18 до 33.32 cm±5.62, p<.05	Код Ж одбојкашица 1/5 недеља P1 ↑ све мерене параметре.
4) Usman & Shenoy, (2015)	n= 120 M= 60 и Ж= 60 19,2 год Одбојка	G1-30 P1 G2-30 P1 K1-30 NPI K2-30 NPI	2/8 Td-40-60 min	L, MOD и H CMJa; DJ (30-80 cm); SJ; VJ; и Dr UnS- >2976 Os-60-300 s	G1-VJ ↑= 67.33 cm±1.64 у односу на K1= 57.22 cm±1.06 и G2-VJ ↑= 50.08 cm±1.83 у односу на K1= 42.36 cm±1.07, p<.001	P1 доњих екстремитета 2/8 недељно доводи до ↑ у VJ и кардиоваскуларном капацитету код одбојкашица и одбојкаша подједнако.

Редни број; Студија (година)	Број (n), пол, узраст и спорт испитани ка	Групе	Трајање програма, учесталост (у недељи) и дужина трајања тренинга	Карактеристи ке програма: интезитет (%), вежбе (тип и опис), и број скокова по тренингу	Резултати	Закључак
5) Newton et al., (1999)	n= 16 М 19,2 год Одбојка	G1-8 P1 K1-8 NPL	2/8 Td-40-60 min	MOD и H CMJ; SJ; VJ; DJ (30-80 cm); и Dr UnS- >576 Os-x	G1-VJ $\uparrow = 5,9\% \pm 3,1$ у односу на K1- $1,3\% \pm 2,5$, $p < .001$, G1-CMJ= за кинетичке параметре у односу на K1 и за SJ= кинетички параметри у односу на K1 сем за време контакта G1 $\uparrow =$ $14,6\% \pm 9,7$ и време лета- $4,7\% \pm 3,4$, у односу на K1=, $p =$.006 и $p = .01$.	P1 за 2/8 недеља доводи до \uparrow VJ код елитних спортиста.
6) Arazi & Asadi, (2011)	n= 18 М 18 год Кошарка	G1-8 P11 G2-8 P12 K1-8 NPL	3/8 Td-40 min	MOD и H SJ; 36,5 m и 60 m спринт и Dr UnS- >1188 Os-30-180 s	G1 и G2-36,5 и 60 m спринт $\uparrow = 0,67$ s и 0,7 s; и 0,8 s и 0,93 s, у односу на K1, $p < .05$.	Оба P1 за 3/8 недеља доводе до \uparrow код кошаркаша за параметре снаге, спринта и теста равнотеже. Такође, P1 може довести до повреда због великог спољашњег оптерећења које интегритет структуре костију, лигамената и тетива доводи до микро траума.

Редни број; Студија (година)	Број (n), пол, узраст и спорт испитани ка	Групе	Трајање програма, учесталост (у недељи) и дужина трајања тренинга	Карактеристи ке програма: интезитет (%), вежбе (тип и опис), и број скокова по тренингу	Резултати	Закључак
7) Meszler & Vaczi, (2019)	n= 18 Ж 15,7 год Кошарка	G1-9 P1 K1-9 NPL	2/7 Td-20 min	MOD и H CMJ; спринт; VJ; DJ (25-50 cm); и Dr UnS- >600 Os-120-300 s	G1-CMJ ↓= 33.52 cm±3.89 до 31.96 cm±3.48 (-2.0%) у односу на K= 28.72 cm±6.66 до 29.06 cm±6.81, p<.007 и за кинетичке параметре изометриских контракција = између G1 и K1.	За 2/7 недеља P1 ↑ контрактивне способности quadriceps muscle, агилности и скакачких способности а равнотежа ↓ код кошаркашица. У сезони се препоручује избегавања додатних високо интезитетних тренинга.
8) Arede et al., (2019)	n= 16 М 15 год Кошарка	G1-9 P1 K1-7 NPL	4/8 Td-35 min	MOD CMJ; DJ (30 cm); SJ; 10 m спринт; и Dr UnS- 1120 Os-15-120 s	G1-CMJ ↑= 30.31 cm±3.48 до 32.34 cm±4.94 (6.2% 90% CL= .2; 13.0) у односу на K1= 29.45 cm±3.27 до 30.56 cm±3.40 (3.8% 90% CL= 2.1; 5.5), SJ ↑= 27.24 cm±2.91 до 29.37 cm±3.72 (7.6% 90% CL 0.8; 14.8) у односу на K1= 26.92 cm±2.95 до 27.45 cm±3.22 (1.9% 90% CL= 2.0; 6.0), и 10 m спринт ↑= 2.3 s±0.11 до 1.95 s±.07 (-4.9% 90% CL= 0.9; -8.7) у односу на K1 2.03 s±0.12 до 2.10 s±0.12 (3.7% 90% CL= 9.1; -1.5)	У сезони P1 са кошаркашким тренингом доводи до ↑ у VJ и спринт теста у односу на K код кошаркаша.

Редни број; Студија (година)	Број (n), пол, узраст и спорт испитани ка	Групе	Трајање програма, учесталост (у недељи) и дужина трајања тренинга	Карактеристи ке програма: интезитет (%), вежбе (тип и опис), и број скокова по тренингу	Резултати	Закључак
9) Bouteraa et al., (2020)	n= 26 Ж 16,5 год Кошарка	G1-16 P1 K1-10 NPL	2/8 Td-45 min	MOD и H CMJ; SJ; 5 m, 10 m, 20 m спринт; DJ (30-60 cm); и Dr UnS- 794 Os-30-90 s	G1-SJ = од 20.4 cm±3.9 до 22.5 cm±3.5, 10.3% и K1 = од 20.4 cm±2.5 до 20.0 cm±1.9 -1.81%, и CMJ = од 26.8 cm±3.8 до 28.8 cm±3.3, 7.3% и K1 25.2 cm±2.9 до 24.4 cm±3.1, -3.52% (p= .58, d= .006), у односу на K1 за SJ = (p= .19, d= .035) и за CMJ (p= .14, d= .044). DJ ↑ 24.7 cm±2.9 до 28.4 cm±3.0, 15.2% и за K1 од 24.8 cm±1.9 до 24.6 cm±2.8, - 0.75% (p= .02, d= .09) у односу на K1, и од почетка до краја у G1-(p= .001, d= 2.1). G1-5 m, 10 m и 20 m спринт = (p= .05; d= .068, .063, и .064), у односу на K1.	Додатних 2/8 недеља P1 у сезони доведе до ↑ у DJ, равнотежи и агилности код женских кошаркашица у односу на кошаркашки тренинг.
10) Fontenay et al., (2013)	n= 18 Ж 15,5 год Кошарка	G1-8 P11 G2-4 P12 K1-6 NPL	3/8 Td-80 min	MOD и H HJ; VJ; и DJ (31 cm); Dr UnS- >420 Os-20-50 s	G1-VJ ↑ за 12% у односу на G2 и K1, а кинематички параметри = између група само 36% ↓ у динамичком vagus- у.	За испуњавање комбинације превенције од повреда и побољшање спортских перформанси могуће је са P1 у односу на нормалан кошаркашки тренинг.

Редни број; Студија (година)	Број (n), пол, узраст и спорт испитани ка	Групе	Трајање програма, учесталост (у недељи) и дужина трајања тренинга	Карактеристи ке програма: интезитет (%), вежбе (тип и опис), и број скокова по тренингу	Резултати	Закључак
11) Maskala & Fostiak, (2015)	n= 14 М 18 год Атлетика- спринт	G1-14 P1	3/2 Td-90 min	Н CMJ; SJ; HJ; VJ; 20 m и 60 m спринт; и Dr UnS- 1311 Os-60-360 s	G1-CMJ ↑ Mean= 73.93 cm±5.03 до 81.57 cm±5.60, dif= 7.643 p= .00 CI 95%= 9.406 до 5.880, за SJ ↑ Mean= 62.86 cm±4.29 до 69.43 cm±5.68, dif= 6.571 p= .00 CI 95% = 8.365 до 4.778, за HJ ↑ Mean= 2.89 m±0.11 до 2.96 m±0.10, dif= .069 p= .00 CI 95%= .091 до .048, 60 m спринт ↓ Mean= 7.10 s±.12 до 7.04 s±.11, dif= .061 p= .00 CI 95%= .048 до .075, и брзина корака ↑ за 1.8%.	P1 (180 до 250 скокова) у високом интезитету за 3/2 је довољан да би довео до ↑ у експлозивној Р доњих екстремитета у виду VJ и HJ. Напредак у VJ је већи у односу на HJ који је видљив у 20 m тесту.

Редни број; Студија (година)	Број (n), пол, узраст и спорт испитани ка	Групе	Трајање програма, учесталост (у недељи) и дужина трајања тренинга	Карактеристи ке програма: интезитет (%), вежбе (тип и опис), и број скокова по тренингу	Резултати	Закључак
12) Chelly Hermassi & Shephard , (2015)	n= 27 М 12,1 год Атлетика- спринт	G1-14 P1 K1-13 NPI	2/10 Td-90 min	Н CMJ; SJ; DJ (30 cm); 10 m и 50 m спринт; и Dr UnS- 600 Os-60 s	G1-CMJ $\uparrow = 0.23$ m \pm .03 до 0.25 m \pm .03 у односу на K1= .21 m \pm .03 до .22 m \pm .03, за SJ $\uparrow =$.21 m \pm 2.8 до .24 m \pm .03 у односу на K1= .20 m \pm .02 до .21 m \pm .02, за DJ $\uparrow =$.22 m \pm .3 до .25 m \pm .02 у односу на K1= .20 m \pm .02 до .20 m \pm .02, p<.01- .001. G1-5 m спринт $\uparrow = 2.0$ m/s \pm .5 до 2.2 m/s \pm .05 у односу на K1= 2.3 m/s \pm .6 до 2.4 m/s \pm .5, p<.01, и G1-кинематички параметри- снага приликом DJ у односу на VM= 28.5 W \pm 5.2 до 33.3 W \pm 4.6 у односу на K1= 24.8 W \pm 4.2 до 25.5 W \pm 4.3, p<.01	Додатни P1 на стандарни програм вежбања у сезони доводи до \uparrow спортским перформансама у односу на NPI код спринтера.

Редни број; Студија (година)	Број (n), пол, узраст и спорт испитани ка	Групе	Трајање програма, учесталост (у недељи) и дужина трајања тренинга	Карактеристи ке програма: интезитет (%), вежбе (тип и опис), и број скокова по тренингу	Резултати	Закључак
13) Maskala et al., (2019)	n= 14 М 18,1 год Атлетика- спринт	G1-7 P1 G2-7 P1	2-3/4 Td-90 min	Н CMJ; HJ; 20 m, 40 m и 60 m спринт; и Dr UnS-x Os-60-360 s	G1-CMJ- $\uparrow = 76.43$ cm ± 4.89 до 82.71 cm ± 5.34 , dif= 6.29 cm, p= .00 CI%, -7.862 до -4.709 и у G2-CMJ- $\uparrow = 81.57$ cm ± 2.57 до 87.86 cm ± 1.07 , dif= 6.28, p= .001, CI%, -8.189 до -4.382, G1-HJ- $\uparrow = 2.91$ m $\pm .06$ до 2.99 m $\pm .07$, dif= .08 m, p= .002, CI%, -.120 до -.039 и у G2- HJ- $\uparrow = 3.15$ m $\pm .10$ до 3.23 m $\pm .11$, dif= .07 m, p= .007, CI%, -.118 до -.027, и G1-20 m спринт $\downarrow =$.06 s и G2- $\downarrow = .11$ s, G1-60 m спринт $\downarrow =$.08 s, и G2- $\downarrow = .06$ s, p<.05.	P1 за 2-3/4 је довољно да би довело до \uparrow у 60 m и 20 m спринт теста као и за доње екстремитете у експлозивној P одређеној помоћу резултата VJ и HJ. Закључују се већи напредак у тесту CMJ за (7.95%) у односу на HJ (2.5- 5.3%).
14) El- Ashker et al., (2019)	n= 18 М 19,5 год Атлетика- скакачи	G1-18 P1 K1-10 NP1	3/8 Td-90 min	Н CMJ; VJ; HJ; 30 m и 60 m спринт; и Dr UnS- >860 Os-x	G1-30 m спринт $\downarrow =$ 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, $n^2p = .30$), и кинетички параметри Н и V брзина и t скока и лета \uparrow , у односу на K1 а када се упореди пре и после мерења.	P1 је ефикаснији у \uparrow доњих екстремитета за експлозивну P и VJ у односу на традиционални скакачки тренинг код скакача.

Редни број; Студија (година)	Број (n), пол, узраст и спорт испитани ка	Групе	Трајање програма, учесталост (у недељи) и дужина трајања тренинга	Карактеристи ке програма: интезитет (%), вежбе (тип и опис), и број скокова по тренингу	Резултати	Закључак
15) Lyttle et al., (1996)	n= 33 М 23,9 год Атлетика, пливачи и рагбисти	G1-11 P11 G2-11 P12 K1-11 NT	2/8 Td-45 min	MOD и Н CMJ; VJ; SJ; DJ (20-60 cm); 20 и 40 m спринт; и Dr UnS- G1-496 и G2<680 Os-180-300 s	Између G1 и G2 = у свим параметрима, G1-CMJ ↑ = 50,8 cm±9,0 до 54,6 cm±8,5, dif= 7,9% и G2 ↑= 52,8 cm±11,5 до 58,4 cm±9,3, dif= 12,9%, за G1-SJ- ↑= 38,7 cm±7,7 до 45,8 cm±7,4, dif= 19,8% и G2- ↑= 40,4 cm±10,2 до 47,1 cm±10,0, dif= 18,6%, за G1-40 m спринт ↑ = 5,49 s±0,38 до 5,56 s±0,22 dif= 1,7% и G2- ↓= 5,48 s±0,22 до 5,44 s±0,20, dif= 0,8%, и Dr параметри као и кинетички ↑ између G1 и G2 у односу на K1, p<.05	Оба тренинга дају подједнаке ефекте на различите спортске перформансе у виду скокова, спринтева, бацања и дизања.

Легенде: n-Број; Ж-Женски; М-Мушки; Dr-Други програм; G(1, 2)-Експериментална група; K(1,2)-Контролна група; UnS-Укупан број скокова у програму; Td-Дужина трајања тренинга; NT-Без тренинга; NPI-Неплиометријски програм вежбања; PI-Плиометријски програм вежбања; CMJ-Скок са почучњем без замаха руку; CMJa-Скок са почучњем са замахом руку; SJ-Скок из чучња; Mean-Средња вредност; x-Недостатак података; m-Метар; cm-Центиметар; s-Секунда; L-Низак интезитет; MOD-Умерен интезитет; H-Високи интезитет; HJ-Хоризонтални скок у даљ из места; VJ-Вертикални скок на постољу; DJ-Скок у дубину; = -Без промена или разлика; ↑-Значајно повећање; ↓- Значајно смањење; CI-Интервал поверења; p-Статистичк значајност; dif-Разлика између група или пре и пост теста; BM-Тежина тела; W-Ват; t-Време.

У табели 2 приказани су резултати прикупљених 15 студија које су испуниле задате критеријуме, од тога истраживања имала су распон дужине трајања програма од две до 12 недеља. Најмањи период од две недеље (једна студија) Mackala & Fostiak (2015) и најдужи (једна студија) Idrizovic, Gjinovci, Sekulic, Uljevic, João et al. (2018), а најчешће је трајао осам недеља (девет студија), (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) и по једна студија за четири недеља Mackala, Fostiak, Schweyen, Osik, & Coch (2019), за пет недеља Krističević, Krakani, & Baić (2016), за шест недеља Martel, Harmer, Logan, & Parker (2005), за седам недеља (Meszler & Vaczi, 2019) и 10 недеља (Chelly, Hermassi, & Shephard, 2015). Најчешће су два пута у току недеље вршили тренинге у осам студија (студије по редним брјевима из Табеле 2 (један, два, четири, пет, седам, девет, 12, 15)), затим три пута у пет студија (шест, 10, 11, 13, 14), највише четири пута у недељи у једном истраживању (осам) и најмање једном недељно у једној студији (три). Најкраћа дужина трајања тренинга била је 20 min (седам), а најдуже 90 min у четири студија (11, 12, 13, 14), па следи 80 min у једној (10), а најчешћа дужина трајања тренинга била је између 35 min и 60 min у девет студија (један, два, три, четири и пет). Само две студије (један и четири) имале су низак, умерени и висок интензитет тренинга док преосталих 13 су имала или умерен или висок. По пет студија испитивали су спортисте кошарке, одбојке и атлетике, узраст испитаника за кошаркаше и одбојкаше је испуњавао задате критеријуме од 15 до 19 година, док су студије са атлетичарима због недостатка укључиле две студије са узрастом од 12,1 година (12) и најстарији од 23,9 година такође једна студија (15), док су преостале три испуниле критеријуме. Велики опсег броја испитаника био је од 14 до 120, а девет студија имале су од 14 до 18 испитаника, најчешће су испитивани дечаци у осам студија, а девојчице у седам студија. Најстарија студија је била из 1996, а најновија из 2020, док су претежно студије биле 2005-2020. Поред циљаних фактора који су испитивали ниво експлозивне снаге и брзине испитаника, све студије су користиле и неки вид специфичних вежби које су и мерили.

Једина студија која је показала лошије резултате услед осмонедельног плиометријског програма вежбања, два пута недељно (Meszler & Vaczi, 2019). Они су испитивали 18 кошаркашица узраста 15,7 година. Иако је умерени и високи интензитет тренинга спроведен заједно са оптималним укупним бројем свих скокова преко 600, одговор ових резултата лежи у дужини трајања тренинга од свега 20 min. Параметри СМЈ су од $33.52 \text{ cm} \pm 3.89 \text{ cm}$ спали за 2.0% на $31.96 \text{ cm} \pm 3.48 \text{ cm}$ у односу на контролну групу која је показала сличне резултате, $28.72 \text{ cm} \pm 6.66 \text{ cm}$ до $29.06 \text{ cm} \pm 6.81 \text{ cm}$, $p < .007$.

Истраживачи су такође испитивали кинетичке параметре приликом изометриских контракција где такође нису добили значајне промене између група.

Такође осмонедељно истраживање које је испитивала плиометријски програм на 26 јуниорске кошаркашице, Bouteraa et al. (2020) није показала значајна побољшања у испитиваним параметрима СМЈ, скок из чучња и брзине трчања у односу на контролну групу. Иако су имали оптималну дужину трајања тренинга од 45 min са умерено високим интензитетом и већим бројем укупних скокова, 794 од претходне студије (7), резултати од иницијалног мерења $24.7 \text{ cm} \pm 2.9 \text{ cm}$ до $28.4 \text{ cm} \pm 3.0 \text{ cm}$, показали су 15.2% значајног напретка само у вредностима теста скока у дубину, за разлику од контролне групе, која је имала други вид тренирања без промене, од $24.8 \text{ cm} \pm 1.9 \text{ cm}$ до $24.6 \text{ cm} \pm 2.8 \text{ cm}$, -0.75%, ($p = .02$, $d = .09$).

У контраст дужини и успешности претходне две студије, плиометријски програм у Mackala & Fostiak (2015) трајао је свега две недеље и показао значајна побољшања у свим праћеним параметрима. Истраживачи су испитивали 14 јуниорска спринтера који су високим интензитетом тренирали три пута недељно по 90 min. Иако краћи временски период програма, он је имао већи укупан број скокова 1.311, који може бити одговор значајном напретку. Вредности СМЈ су представљене као средња вредност свих испитаника која је показала напредак од 7.64 cm од иницијалног мерења $73.93 \text{ cm} \pm 5.03 \text{ cm}$, $p = .00$, за скок из чучња, напредк од 6.57 cm , $p = .00$, од почетне вредности $62.86 \text{ cm} \pm 4.29 \text{ cm}$ и за скок из места у даљ од $2.89 \text{ m} \pm 0.11 \text{ m}$ до $2.96 \text{ m} \pm 0.10 \text{ m}$, $p = .00$. Код времена спринтерских тестова на 60 m, значајно се смањило време од $7.10 \text{ s} \pm 0.12 \text{ s}$ до $7.04 \text{ s} \pm 0.11 \text{ s}$, $p = .00$, као и брзина корака која се побољшала за 1.8%, $p = .00$.

Највећа побољшања видљива су код најдуже студије, Idrizovic et al. (2018), која је 12 недеља испитивала 47 јуниорске одбојкашице два пута недељно по 60 min. Плиометријски програм био је сачињен од ниског, умереног и високог интензитета са 613 различитих скокова који су омогућили напредак у вредностима 20 m спринт теста за 5,7%, као и код СМЈ за 16,9% у односу на контролну групу. Када се резултати прикажу у Effect size вредностима, онда је за 20 m спринт теста плиометријски програм пружио ($\eta^2 = .09$; мали ES), за СМЈ ($\eta^2 = .29$; велики ES), у односу на другу групу која је имала други тип скакачког тренинга.

Студија која је имала највећу учесталост од четири пута у недељи за осам недеља плиометријског програма је испитивала 16 јуниорских кошаркаша (Agedo et al., 2019). Они су за нешто краће, за 35 минутне тренинге умереног интензитета, постигли 1.120 скокова који су омогућили побољшања у свим праћеним варијаблама. Напредак у СМЈ је видљив код иницијалног стања $30.31 \text{ cm} \pm 3.48 \text{ cm}$ које се поправило значајно на $32.34 \text{ cm} \pm 4.94 \text{ cm}$, тј. 6.2% у односу на контролну групу која су имала 3.8% побољшања на почетно стање од $29.45 \text{ cm} \pm 3.27 \text{ cm}$ до $30.56 \text{ cm} \pm 3.40 \text{ cm}$. Скок из чучња показао је највећи напредак од 7.6%, $27.24 \text{ cm} \pm 2.91 \text{ cm}$ до $29.37 \text{ cm} \pm 3.72 \text{ cm}$, у односу на контролну од 1.9%, од $26.92 \text{ cm} \pm 2.95 \text{ cm}$ до $27.45 \text{ cm} \pm 3.22 \text{ cm}$. Време спринт теста на 10 m спустило се за 4.9% (90% CL -0.9; -8.7), у односу на контролну 3.7%, (90% CL 9.1; -1.5).

Једна Newton et al. (1999) од две студије која је имала највећу висину приликом извођења скока у дубину 30-80 cm, показала је напредак у висини одскока од $5.9\% \pm 3.1$ у односу на контролну групу $-1.3\% \pm 2.5$, $p < .001$. Осам јуниорских кошаркаша је то постигло приликом осмонедељног плиометријског програма вежбања два пута недељно са умереним и високим интензитетом и најмање 576 различита скока. Поред поменутог напретка испитивани кинетички параметри у СМЈ и скоку из чучња нису показали промене сем за време контакта, $14.6\% \pm 9.7$ и време лета- $4.7\% \pm 3.4$ у односу на контролну групу, $p = .006$ и $p = .01$. Док друга, Usman & Shenoy (2015), која је уједно испитивала највише јуниорских одбојкаша (120), имала је за осам недеља плиометријског програма и највише укупних различитих скокова, преко 2.976. Ниским, умереним и високим интензитетом су обе плиометријске групе показале напредак у висини одскока, $67.33 \text{ cm} \pm 1.64 \text{ cm}$ у односу на прву контролну групу, $57.22 \text{ cm} \pm 1.06 \text{ cm}$ и друга експериментална, $50.08 \text{ cm} \pm 1.83 \text{ cm}$ у односу на контролну групу, $42.36 \text{ cm} \pm 1.07 \text{ cm}$, $p < .001$. Насупрот Usman & Shenoy студији (2015), која је имала највише скокова током тренирања, најмање је имала Martel et al. (2005), свега 138 различитих скокова високог интензитета показавши један од највећих напретка приликом мерења СМЈ, за 11.1% у односу на контролну групу 4.0%, $p < .05$. Истраживачи су то постигли код десет јуниорских одбојкаша са шестонедељним и два пута недељно програмом вежбања. Током једног тренинга од 60 min они су користили мале паузе између серија вежби од 30 s и оптималну висину скока у дубину од 61 cm.

Иако су истраживачи у студији Krističević et al. (2016) имали најмањи број тренинга пет за пет недеља, они су добили значајне позитивне ефекте код 27 (од 54)

јуниорских одбојкашица. Умереним и високим интензитетом су извели више од 645 различитих скокова који су довели до напретка у скоку из чучња. Резултати су престављени као средња вредност свих скокова, у експерименталној групи од почетка, $21.80 \text{ cm} \pm 4.22 \text{ cm}$ до краја $24.28 \text{ cm} \pm 3.48 \text{ cm}$, у односу на контролну, од $24.32 \text{ cm} \pm 4.10 \text{ cm}$ до $24.8 \text{ cm} \pm 4.09 \text{ cm}$, и за СМЈ од $28.08 \text{ cm} \pm 4.83 \text{ cm}$ до $30.72 \text{ cm} \pm 3.74 \text{ cm}$, у односу на контролну, $33.04 \text{ cm} \pm 6.18 \text{ cm}$ до $33.32 \text{ cm} \pm 5.62 \text{ cm}$, $p < .05$.

Такође, најмлађи дванаестогодишњи спринтери успели су да напредују током десетонедељног плиометријског програма који су изводили два пута недељно са високим интензитетом и 600 различитих скокова. Спринетри су за СМЈ од иницијаног мерења $0.23 \text{ m} \pm 0.03 \text{ m}$ напредовали до $.25 \text{ m} \pm 0.03 \text{ m}$ у односу на контролну групу од $.21 \text{ m} \pm 0.03 \text{ m}$ до $.22 \text{ m} \pm 0.03 \text{ m}$, за тест скока из чучња, од $.21 \text{ m} \pm 2.8 \text{ m}$ до $.24 \text{ m} \pm 0.03 \text{ m}$ у односу на контролну од $.20 \text{ m} \pm 0.02 \text{ m}$ до $.21 \text{ m} \pm 0.02 \text{ m}$, за вредности скока у дубину од 30 cm, од $.22 \text{ m} \pm .3 \text{ m}$ до $.25 \text{ m} \pm 0.02 \text{ m}$ у односу на контролну од $.20 \text{ m} \pm 0.02 \text{ m}$ до $.20 \text{ m} \pm 0.02 \text{ m}$, $p < .01$ -.001, као и приликом спринт теста на пет m, од брзине трчања, $2.0 \text{ m/s} \pm 5 \text{ m/s}$ до $2.2 \text{ m/s} \pm 0.05 \text{ m/s}$ у односу на контролну од $2.3 \text{ m/s} \pm 6 \text{ m/s}$ до $2.4 \text{ m/s} \pm 5 \text{ m/s}$, $p < .01$. Кинетички параметри снаге, мерени у односу на тежину испитаника, приликом скока у дубину такође су показали значајне позитивне промене, $28.5 \text{ W} \pm 5.2 \text{ W}$ до $33.3 \text{ W} \pm 4.6 \text{ W}$ у односу на контролну групу, $24.8 \text{ W} \pm 4.2 \text{ W}$ до $25.5 \text{ W} \pm 4.3 \text{ W}$, $p < .01$ (Chelly et al., 2015).

У супротности са најмлађим испитаницима, најстарији од 23,9 година такође су имали позитивне ефекте услед осмонедељног плиометријског програма вежбања умереног и високог интензитета. Оптимални број од преко 680 различитих скокова је у обе групе, једнаке по броју испитаника (11) различитих плиометријских програма довео до напретка у односу на контролну групу али не и између њих. Код прве групе за СМЈ, напредак од 7,9% и у другој групи већи од 12,9%, за скок из чучња, највећи од чак 19,8% и у другој нешто мањи од 18,6%, приликом 40 m спринт теста, погоршање времена за 1,7% у односу на другу групу која је имала побољшање за 0,8%, такође и кинетички параметри у односу на контролну групу, $p < .05$ (Lyttle et al., 1996).

Најбоља потврда успешности плиометријског тренинга и развоја спринтерских перформанси се огледа из мета-анализа, једна таква (de Villarreal, Requena, & Cronin, 2012), која је испитивала поред спринтера и остале спортисте, из 26 студија добила просечни effect size (ES= .37; $n = 41$; 20.08 s) значајно већи ($p < .05$) у односу на контролну (ES = .03; $n = 15$; 20.01 s). Effect size искључиво плиометријског тренинга без

комбинација са осталим вежбама је $ES = .40 \pm .33$, високог интензитета, $ES = .51 \pm .32$ у односу на умерени и ниски ($ES = .20 \pm .29$ и $.27 \pm .33$), док скок из чучња и скок у дубину заједно износи, $ES = .76$, комбиноване вежбе $ES = .46$ показују значајну разлику. Такође, повезаност између учесталости тренинга у недељи ($r = .362$), дужине трајања програма ($r = .505$) и времена одмора између серија ($r = .663$) са ES . Резултати показују да десет недеља тренинга са јаким интензитетом (између шест и осам недеља) са три или четири тренинга недељно показују најбоље резултате и 80 скокова у једном тренингу (време $.08$ s, $ES = .37$). Иако је опсег година испитаника био велики од 13 до 64,8 година, они су претежно имали студије са узрастом од 17 до 22 године.

Такође мета-анализа кошаркаша најбоље осликава успешности плиометријског тренинга, Ramirez-Campillo, Garcia-Hermoso, Moran, Chaabene, Negra et al. (2022), показује резултате из 32 студије укључујући 818 кошаркаша да плиометријски тренинг има значајне ефекте на вертикални скок ($ES = .45$), CMJ ($ES = 1.24$) и без замаха руку CMJ ($ES = .88$), скок из чучња ($ES = .80$), скока у дубину ($ES = .53$), хоризонтални скок ($ES = .65$), спринт на 10 m ($ES = 1.67$) и преко 10 m ($ES = .92$). Мета-регресијом се открило да дужина трајања тренинга, учесталост и укупан број серија не предвиђају ефекте плиометријског тренинга на физичке атрибуте испитаника. Старији од >17.15 година кошаркаши су напредовали у хоризонталним скоковима $ES = 2.11$; у односу на млађе од ≤ 17.15 година, $ES = .10$; $p < .001$), спринтерског трчања на >10 m за играче >16.3 година, $ES = 1.83$; у односу на млађе од ≤ 16.3 година, $ES = 0.36$; $p = .010$). Већи напредак хоризонталног скока је примећен код испитаника са >2 тренинга недељно у односу на ≤ 2 ($ES = 2.12$ и $ES = .39$, $p < .001$).

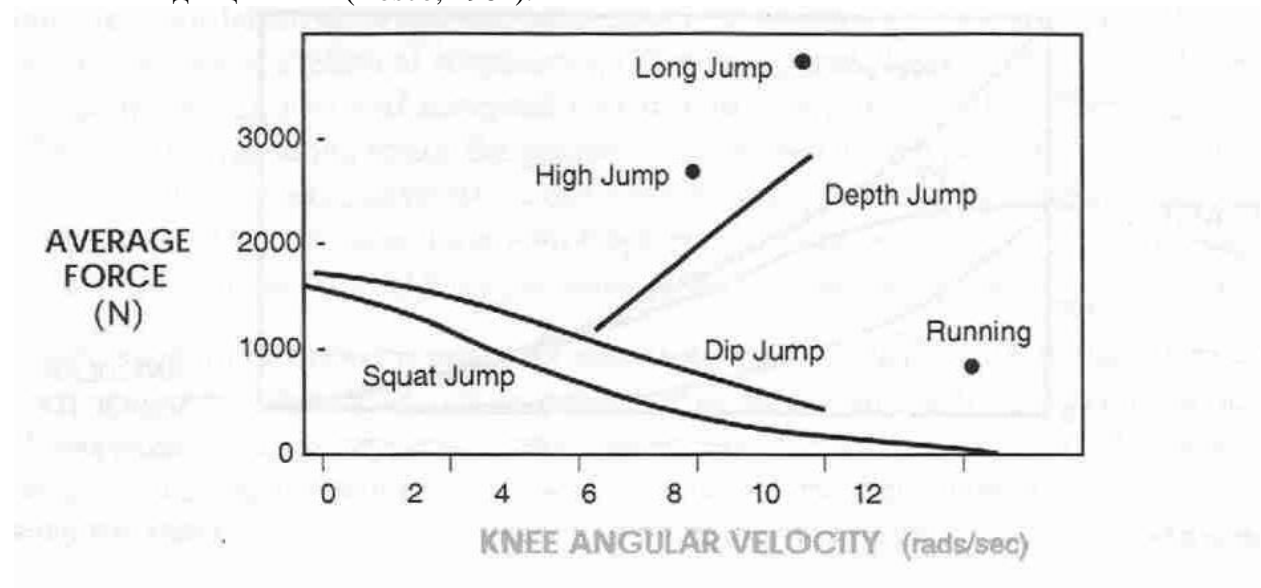
Од 18 укључујућих студија и 747 одбојкаша резултати мета анализе истраживача (Ramirez-Campillo, García-de-Alcaraz, Chaabene, Moran, Negra et al., 2021), приказала је резултате мале до умерене ефекте плиометријског тренинга на линерно спринтерско трчање ($ES = .70$), скок из чучња ($ES = .56$), CMJ, ($ES = .80$), CMJ са замахом руку ($ES = .63$), скока у дубину ($ES = .81$) и висина смеч дохвата ($ES = .84$) код одбојкаша. Играчи од ≥ 16 година су имали веће напретке у CMJ у односу на <16 година ($ES = 1.28$ и $.38$, $p = .022$). За разлику од пређашних истраживања Smith, Roberts, & Watson (1992), резултати мета анализе не показују значајне разлике ($p = .422$) између аматерских одбојкаша ($ES = .62$) и професионалних ($ES = 1.01$). Закључује се да напредак плиометријског вежбања постоји код оба пола подједнако Ramirez-Campillo et al. (2021).

Друга мета анализа која је из 14 студија испитивала резултате различитих типова плиометријских програма добила је да не постоји значајна разлика за дужину трајања програма (≤ 8 у односу > 8 недеља, $ES = .79$ у односу $.87$), учесталост (≤ 2 у односу > 2 тренинга у недељи, $ES = .83$ у односу $.78$), укупног броја тренинга (≤ 16 у односу > 16 тренинга, $ES = .73$ у односу $.92$), пол (девојке у односу на дечаке, $ES = 1.3$ у односу $.5$), узраст (≥ 19 у односу < 19 година, $ES = .89$ у односу $.70$), и обима ($> 2,000$ у односу $< 2,000$ скокова, $ES = .76$ у односу $.79$). Такође истраживачи закључују да је плиометријски начин тренирања ефикасан на побољшање висине одскока вертикалних скокова код одбојкаша (Ramirez-Campillo et al., 2020).

Разлог зашто резултати мета анализа плиометријских вежби показују успешност оних програма који имају у својој бази тренд извођења вежби високим интензитетом лежи у спорим и брзим мишићним влакнима спортиста. Спора мишићна влакна се активирају при субмаксималним напорима и како интензитет расте укључују се брза влакна типа IIa од 30% до 80% од максималног интензитета. На 70-80% од максималног интензитета укључују се брза влакна тип IIb, стога плиометријске вежбе морају бити изведене на високом интензитету изнад 80% да би се активирала брза влакна која су круцијална за развој снаге. Постоје три начина укључивања брзих влакана: 1) максимално напрезање; 2) електрична стимулација и 3) брзи покрети налик плиометријским акцијама (Davies et al., 2015).

Како постоје различити односи мишићних влакана код спортиста, Боско (1982) предлаже да се код оних који имају више брзих влакана у екстензорима ногу плиометријске вежбе изводе са кратком ексцентричном фазом, малим опсегом покрета и кратким временом спајања за разлику од спортиста са високом бројем спорих влакана који изводе скокове са дужом ексцентричном фазом, већим опсегом кретања и дужим временом спајања, јер се време спајања актин миозина попречних мостова одиграва дуже (Verkhoshansky & Siff, 2009).

Фигура 2. Илустровани приказ примера максималне силе и угловне брзине кретања зглоба колена приликом извођења различитих типова скокова и атлетских дисциплина (Bosco, 1982).



Преузето из Bosco, 1982.

2.3. Критички осврт на досадашња истраживања

Испитан и доказан позитиван утицај плиометријског начина вежбања на биомеханичке параметре огледа се у великом броју позитивних резултата студија. Како се смањује старост испитаника број студија опада као и са појединачним испитаницима неког експлозивно захтевног спорта. Такође, смањена количина радова који су имали за циљ испитивање разлика између вежби које су базирани на концентричним и ексцентричним контракцијама је у корист концентричних вежби. Одређен број студија се бавио и испитивањем утицаја ексцентричних контракција на стабилност и покретљивост различитих зглобова занемарујући ефекте развоја експлозивне снаге (Zatsiorsky & Prilutsky, 1987; Buczek & Cavanagh, 1990; McNitt-Gray et al., 1996). У јуниорском узрасту готово да не постоје студије које су дефинисале разлике ефеката на биомеханичке параметре испитаника између два начина вежбања.

Постоји константна тежња ка побољшању спортских перформанси те се усавршавање комбинација плиометријских вежби као и обима, интензитета и дужине трајања програма врше и дан данас. За седам до 12 недеља (само једна студија 12 недеља) и два или четири пута у току недеље истраживачи су на кошаркашима (Arazi & Asadi, 2011; Fontenay et al., 2013; Arede et al., 2018; Meszler & Vaczi, 2019; Boutera et al., 2020), одбојкашима (Newton et al., 1999; Usman & Shenoy, 2015; Idrizovic et al., 2018)

и атлетичарима (Lyttle et al., 1996; Chelly et al., 2015; El-Ashker et al., 2019), оба пола, добили помешане резултате. Студије (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) показале су позитивне ефекте плиометријских програма на спортске перформансе у виду максималне снаге и силе мерене код различитих тестова вертикалних и хоризонталних скокова, а опсег напретка за CMJ био је од 6,2% до 16,9%, док за SJ и 7,6% до 19,8% (горње вредности напретка за CMJ су измерене у студији која је вршила програме вежбања ван сезоне испитаница). Док су у студији Meszler & Vaczi (2019) и Newton et al. (1999) примећени негативни ефекти или непромењено стање. Одговор лежи у томе да су тестирања и програм вежбања вршена у различитим циклусима, да ли у сезони или пре сезоне такмичења. Још један фактор који је утицао на резултате је додатни плиометријски програм на постојеће тренинге атлетичара, кошаркаша и одбојкаша оптерећених великим бројем скокова на утакмицама и својим тренинзима. У додатне проблеме улази и узраст испитаника који су јуниори, па је и период опоравка другачији у односу на старије спортисте.

Насупрот томе, потврда се види у истраживањима која су вршила плиометријске програме са краћом дужином трајања, од три до шест недеља, која су дала непомешане резултате показујући позитивне ефекте у свим параметрима, где се једино примећује већи напредак у вертикалним тест скоковима у односу на хоризонталне (Martel et al., 2005; Krističević et al., 2016; Mackala et al., 2019). Опсег напретка је за CMJ 6,3% до 9,1% а за SJ 6,6% до 8,9%. Истраживања су вршена у сезонском периоду испитаника.

Готово свако истраживање плиометријског програма вежбања садржи неки вид вежбе базиране на концентричним контракцијама које су видљиве у скоку из чучња (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), док су вежбе базиране на ексцентричним контракцијама веома ретке (Dursenev & Raevsky, 1978; Tupa et al., 1980; DeVita & Skelly, 1992; McNitt-Gray, 1993; Requejo, et al., 1998; McNitt-Gray, 2000; Prilutsky, 2000).

Постоји и полемика између истраживача око дужине трајања тренинга и интензитета. У прегледу досадашњих истраживања опсег дужине тренинга је велик и износи од 20 min до 90 min, у директном односу са интензитетом тренинга и бројем скокова. Краћи тренинзи су у веома високом интензитету са мањим бројем скокова, док

су дужи тренинзи са умереним и високим интензитетом и мањим бројем скокова (>138 у студији Martel et al., 2005, и до >2976 у студији Usman & Shenoy, 2015). Најчешћа дужина трајања тренинга је 45 min до 60 min у високом интензитету са 600 до 900 различитих скокова.

На основу пружених информација о дужини трајања, учесталости, интензитету и броју скокова плиометријских програма вежбања, дефинисан је опсег два плиометријска различита програма у овом истраживању. Тако да у овом истраживању оба плиометријска програма одвијаће се у такмичарском периоду спортискиња и трајаће шест недеља са два високоинтензитетна тренинга у току једне седмице. Плиометријски програми ће бити додатни тренинг на постојеће тренинге спортискиња.

3. ПРЕДМЕТ И ПРОБЛЕМ ИСТРАЖИВАЊА

Велики број спортова који имају у својој бази експлозивна кретања изискују најбоље програме вежбања који се прилагођавају узрасту, полу и карактеристикама спортске активности (Zatsiorsky, 2008; Verkhoshansky & Siff, 2009). Стога развој и побољшање експлозивне снаге и брзине тражи резултате које ће дати јаснију слику приликом планирања, унапређења и кориговања тренажних процеса спортиста (Chu & Meyer, 2013; Davies et al., 2015). Иако данас постоји велики број података који објашњавају позитивне ефекате плиометријског начина вежбања (de Villarreal et al., 2012; Ramirez-Campillo et al., 2020; Ramirez-Campillo et al., 2022; Ramirez-Campillo et al., 2021) додатна истраживања која испитују различите спортисте и различите програме вежбања доприносе бољем разумевању и проширавању постојећих сазнања.

На основу наведеног дефинише се предмет истраживања - програми плиометријског вежбања и биомеханички параметри спортистиња.

На основу постављеног предмета истраживања дефинисан је проблем истраживања где се поставља питање да ли постоје и колики су ефекти различитих плиометријских програма вежбања на биомеханичке параметре спортистиња.

4. ЦИЉ И ЗАДАЦИ ИСТРАЖИВАЊА

На основу дефинисаног предмета и проблема истраживања, истраживање има за циљ да утврди ефекте шестонедељних плиометријских програма вежбања на биомеханичке параметре спортискиња.

Секундарни циљ је утврђивање разлика два различита плиометријска програма вежбања на биомеханичке параметре спортискиња.

На основу предмета, проблема и циља истраживања дефинисани су следећи задаци истраживања:

1. Добити сагласност просторија Факултета спорта и физичког васпитања у Нишу за потребе истраживања;
2. Одабрати адекватан узорак испитаника;
3. Обезбедити адекватне организационе услове за спровођење плиометријских програма вежбања у трајању од шест недеља;
4. Извршити избор мерних инструмента за процену морфолошких карактеристика испитаника;
5. Извршити избор мерних инструмента за процену телесне композиције испитаника;
6. Извршити мерење морфолошких карактеристика испитаника;
7. Извршити мерење телесне композиције испитаника;
8. Утврдити разлике за морфолошке карактеристике испитаника између експерименталних група 1 и 2 пре почетка плиометријских програма вежбања;
9. Утврдити разлике за параметре телесне композиције испитаника између експерименталних група 1 и 2 пре почетка плиометријских програма вежбања;
10. Одредити и поделити испитанике у две групе на основу резултата средњих вредности морфолошких карактеристика (телесна висина, телесна маса и ВМІ) и карактеристика телесне композиције (InBody Score);
11. Извршити избор мерних инструмента за процену биомеханичких параметара доњих екстремитета;
12. Извршити иницијално мерење биомеханичких параметара доњих екстремитета испитаника експерименталне групе 1;

13. Извршити иницијално мерење биомеханичких параметара доњих екстремитета испитаника експерименталне групе 2;
14. Утврдити разлике биомеханичких параметара доњих екстремитета испитаника између експерименталне група 1 и 2 на иницијалном мерењу;
15. Реализовати два различита плиометријска програма вежбања код испитаника експерименталних група 1 и 2;
16. Извршити финално мерење и утврдити финално стање биомеханичких параметара доњих екстремитета испитаника експерименталне групе 1;
17. Извршити финално мерење и утврдити финално стање биомеханичких параметара доњих екстремитета испитаника експерименталне групе 2;
18. Утврдити промене између иницијаног и финалног стања биомеханичких параметара доњих екстремитета испитаника експерименталне групе 1;
19. Утврдити промене између иницијаног и финалног стања биомеханичких параметара доњих екстремитета испитаника експерименталне групе 2;
20. Утврдити разлике између експерименталне групе 1 и 2 за биомеханичке параметре доњих екстремитета испитаника на финалном мерењу;
21. Утврдити ефекте плиометријских програма вежбања на биомеханичке параметре доњих екстремитета испитаника експерименталних група 1 и 2;

5. ХИПОТЕЗЕ

На основу дефинисаних предмета, проблема, циља и задатака истраживања могу се поставити следеће хипотезе:

Х1.1 Не постоје значајне разлике у биомеханичким параметрима између испитаника група Е1 и Е2 на иницијалном мерењу;

Х1.2 Постоји значајна разлика у биомеханичким параметрима између испитаника група Е1 и Е2 на финалном мерењу;

Х2.1 Постоје значајне разлике у биомеханичким параметрима у група Е1 између иницијалног и финалног мерења;

Х2.2 Постоје значајне разлике у биомеханичким параметрима у група Е2 између иницијалног и финалног мерења;

Х3 Постоје позитивни ефекти два различита плиометријска програма вежбања на биомеханичке параметре спортисткиња;

6. МЕТОД ИСТРАЖИВАЊА

Сви родитељи и тренери малолетних испитаница усмено су обавештени о циљевима, току, учествовању и евентуалним нежељеним ефектима истраживања. Такође су те информације добили и у писаној форми коју су пре почетка истраживања потписали и дали добровољно сагласност за учествовање у истраживању. Пунолетне испитанице су такође добиле обавештење у усменој форми док су писану форму о циљевима, току, учествовању и евентуалним нежељеним ефектима истраживања потписале пре почетка истраживања.

6.1. Узорак испитаника

Истраживање је било лонгитудално и на почетку су биле укупно 24 испитанице женског пола узраста од 16 до 18 година. По осам кошаркашица, одбојкашица и атлетичаки-спринтерских дисциплина. Испитанице су биле подељене у две групе по 12 које су радиле по плану и програма два различита плиометријска програма вежбања. Групе су одређене и изједначене на основу резултата средњих вредности морфолошких карактеристика (ВН-телесна висина, ВМ-телесна маса и ВМІ-индекс телесне масе) и резултата средњих вредности телесне композиције (InBody Score). Први плиометријски програм је био базиран на вежбама са ексцентричним контракцијама, док је други програм био заснован на концентричним контракцијама. Исхрана није била праћена од стране истраживача. Услед осипања испитаница на финалном мерењу било је укупно 20 испитаница, обе групе су имале једнак број испитаница по $n=10$. Једна испитаница у Е1 групи се у трећој недељи повредила (руптура *m. Viscers Femoris*), две испитанице су се разболеле (вирус COVID 19) и одустале од истраживања а последња испитаница је променила место боравка.

Табела 3. Критеријуми за укључивање и искључивање испитаника

Критеријуми за укључивање	Критеријуми за искључивање
1. испитаница женског пола; 2. одбојкашице, кошаркашице и атлетичарке-спринтерке; 3. испитаница узраста од 16 до 18 година; 4. спортски активна најмање 3 година.	1. испитаница који су старијег или млађег узраста од 16 до 18 година; 2. испитанице које се на баве одбојком, кошарком или атлетиком-спринтерским дисциплинама; 3. испитаница у процесу рехабилитације; 4. испитаница који су спортски активни мање од три године.

6.2. Узорак мерних инструмената

1. *Узорак мерних инструмената за процену морфолошких карактеристика*
2. *Узорак мерних инструмената за процену телесне композиције*
3. *Узорак мерних инструмената за процену биомеханичких параметара*
4. *Узорак мерних инструмената за процену брзине*

6.3. Узорак мерних инструмената за процену морфолошких карактеристика

У складу са постављеним циљем истраживања вршила су се мерења следећих морфолошкох карактеристика:

- телесна маса (BM),
- телесна висина (BH),
- индекса телесне масе (BMI).

Сва антропометријска мерења вршена су по међународним стандардима за антропометријску процену (Marfell-Jones, Olds, Stewart, & Carter, 2006) и спровела су се пре било ког програма вежбања. Због потреба прецизног тестирања од испитаница је било затражено да буду босе и да на себи носе лагану одећу. Испитанице су стајале на равној подлози, док је телесна тежина била једнако распоређена на обе ноге. Мерење телесне висине вршено је тако да су испитанице држале релаксирана рамена, скупљене пете, а главу у положају тако да замишљена линија која спаја доњу ивицу леве орбите и трагус хеликса левог уха била у водоравном положају. Водоравни крак антропометра био је спуштен и чврсто прислоњен до темена главе али без притиска. Телесна висина у (cm) мерила се са прецизношћу опсега 0,10 cm, помоћу стадиометра. Морфолошке карактеристике су приказане као дескриптивне карактеристике испитаница.

6.4. Узорак мерних инструмената за процену телесне композиције

Телесна композиција вршила се помоћу биоелектричне импеданце (In Body, 720), која је уједно и мерила телесну масу (BM). Пре мерења у апарату су помоћу нумеричке тастатуре унети подаци о висини тела, годинама старости и полу испитаница. Мерење је вршено тако да су испитанице стајале босе, са благо размакнутих ногама и минимално обучене у усправном ставу на електродама које се налазе на горњој површини ваге. Контакт са апаратом вршен је са стиском шака и

прстију око електрода. За време мерења руке су биле благо одмакнуте од тела како би се отклонио контакт између надлактице и трупа. Испитанице су добиле упутство да за време мерења не прави покрете како се не би реметио ток електричног импулса. Преко софтвера добиле су се вредности ВН (cm), ВМ (kg), ВМI, Lean body mass (kg), SMM (kg), FFM (kg), и InBodyScore. Сви параметри били су забележени у апсолутним и релативним вредностима. Резултат мерења за вредности телесне композиције и телесне тежине био је мерене са прецизношћу од 0.1 kg (Silva, Fields, Heuymfield & Sardinha, 2010).

6.5. Узорак мерних инструмената за процену биомеханичких параметара

Кинетички параметри приликом извођења СМЈ без замах руку, добијени су помоћу тензиометарске платформе марке Kistler 9286А, а фреквенција снимања је била 1000 Hz. Анализирани параметри у ексцентричној и концентричној фази скока су момент импулса, релативна сила, висина одскока, брзина тежишта тела, време трајања контакта са подлогом.

Кинематички параметри вршили су се помоћу рефлективних маркера који су били постављени по опису на студију (Holden, Boreham, Doherty, Wang, & Delahunt, 2015), (зглоб кука, колена и скочни зглоб), а снимање видео записа и 2D анализа помоћу две камере високе резолуције марке Nikon, фреквенције 200 Hz и резолуције 1024 x 768 пиксела. Позиција камера је снимала скокове из сагиталне и фронталне равни. Софтвер Kinovea коришћен је за обраду кинематичких параметара. Из сагиталне равни мерени су параметри у два тренутка, први када је брзина кретања тежишта тела једнака нули у тренутку преласка ексцентричне у концентричну фазу и други тренутак када тело креће у фазу лета и стопала немају више контакт са подлогом. Испитивани параметри су:

- угао зглоба колена,
- угао кука.

Из фронталне равни мерени су параметри у првом тренутку када је брзина кретања тежишта тела једнака нули тј. у тренутку преласка ексцентричне у концентричну фазу. Испитивани параметри су углови зглоба левог и десног колена. Иако се 3D анализа користи за детаљније податке, по досадашњим сазнањима препоручује се 2D анализа која бележи мање грешке приликом анализе угла зглоба

колена и кука приликом вертикалних скокова (Sorenson, Kernozek, Willson, Ragan, & Hove, 2015).

Тензиомиографски параметри су се мерили пре почетка иницијалног мерења и на финалном мерењу. Тензиомиографија се користила за откривање увећања мишића у попречној равни током изометричне контракције трзања помоћу дигиталног сензора померања високе прецизности (дигитално-оптички компаратор, TMG-BMC Ltd, Slovenia), који је притиснут опругом ($.2\text{N}/\text{cm}^2$) на циљаном мишићу током мерења како би се обезбедио висок однос сигнал-звук и велика поузданост. Сензори су били постављени управно на тангенцијалну раван на кожи изнад мишића, у мишићима:

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

Сва мерења вршена су изометријски у опуштеним унапред дефинисаним положајима: за VL и VM, у лежећем положају са углом колена постављеним на флексију од 30° (где 0° представља потпуно испружени зглоб), за BF и ST у лежећем положају са углом колена постављеним на 5° флексије; а за GM и GL у лежећем положају са скочним зглобом у неутралном положају. За подупирање зглобова користили су се јастучићи од пене. Тачка мерења и положаји електрода били су прилагођени да би се добио максимални Dm циљаног мишића у зависности од потреба. Коришћење електричног стимулатора (TMG-S2, TMG-BMC, Slovenia), правоугаони (трзајни) импулс од једне ms био је коришћен преко стимулационих електрода које су биле постављене пет cm дистално (катода) од и пет cm проксимално (анода) до мерне тачке. Из два максимална трзајна одговора израчунала су се контрактилна својства мишића и за даљу анализу је коришћен просек. Параметри који су мерени помоћу тензиомиографије су:

- Td - почетно време кашњења,
- Ts - време одржавања контракције,
- Tr - време опуштања,

- Tc - време контракције и

- Dm - максимална амплитуда радијалног померања, по узору описа метода (Zubac, Paravlić, Koren, Felicita, & Šimunič, 2019).

6.5.1. Тест процене експлозивне снаге

СМЈ без замаха руку

Опис: Тест се изводио на тензиометарској платформи марке Kistler 9286A која је бележила сваки покушај испитаница. Почетна позиција приликом извођења вежбе била је у усправном суножном ставу на платформи где су руке испитаница биле фиксиране на куковима, на свој знак свака испитаница је максимално брзо спуштала тежиште тела у циљу стварања веће брзине и оптималне ексцентричне силе из које је максимално брзо, у што краћем периоду, вршила експлозивну концентричну контракцију која је довела до вертикалног одскока са максималном почетном брзином тела. Сваки од три покушаја била су бележена у меморији рачунара а изабрана су покушаји са максималним кинетичким вредностима. Пауза између скокова била је 30 s. Поред кинетичких параметара вршила се 2D анализа помоћу две камере високе резолуције. Камере су биле фиксиране током целокупног мерења и снимале су из сагиталне и фронталне равни сваки скок. Из меморије рачунара бирали су се скокови са најбољим кинетичким вредностима за кинематичку анализу. Обухваћени су угао зглоба колена и угао кука у првом тренутку и анализирао се и брзина кретања центра тежишта тела током скока. Из фронталне равни у другом тренутку анализирао се само угао зглоба колена.

Скок у даљ из места

Опис: Тест се изводио на дрвеној површини обележеној метром до три m. Испитанице су у патикама и из суножног става имала три максимална хоризонтална скока у даљ. У циљу стварања максималне могуће силе приликом спуштања тежишта тела до оптималне дубине, користиле су замаха руку ка бољем и додатном стварању силе ексцентричне фазе. Приликом преласка у концентричну фазу импулс ногу потпомогнут сихронизованим импулсом руку напред. Кинематички параметри мерени су помоћу једне фиксиране камере високе резолуције марке Nikon, из сагиталне равни снимања. Снимао се угао зглоба колена и угао кука у првом тренутку, као и брзине центра тежишта тела током скока. Други тренутак је када је тело у фази лета и центар

тежишта у највишој позицији у односу на површину. Анализирани су скокови са највећом дужином доскока.

6.6. Узорак мерних инструмената за процену брзине

Процена брзине вршила се помоћу фото-ћелија марке Witty, које су биле постављене на једнакој удаљености на 10 m и 20 m од почетног места старта.

6.6.1. Тест процене брзине

Спринт на 20 m

Опис: Тест се вршио из почетне позиције високог старта где су испитанице на свој старт кретале са циљем максималног брзог спринта на 20 m. Удаљеност предњег стопала испитаница и почетне фото ћелије на стартној линији био је 1,1 m. Испитанице су трчале у патикама на тартан површини. На 0 m, 10 m и 20 m биле су постављене фото-ћелије, које су мериле пролазна времена испитаника. Резултати су аутоматски записивани у рачунар, а анализирана су најбржа времена.

6.6.2. Организација мерења

Мерење свих испитаница вршило се у исто време непосредно пре и два дана након примењених програма, како на иницијалном тако и на финалном мерењу. Сва мерења (и на иницијалном и на финалном) вршила су се истим мерним инструментима. Све испитанице обе групе прво су одрадиле тестове процене морфолошких карактеристика и телесне композиције, а затим све остале задате тестове. Просторија у сали Факултета спорта и физичког васпитања у Нишу, у којој су се вршила мерење била је добро осветљена и оптимално загрејана, температура је била 26 С. Сви резултати мерења уписани су у мерну листу специјално припремљену за ово истраживање. Резултати су ручно писани на унапред припремљеним листама.

6.7. Експериментални програм

Све испитанице (једнаке по броју из сваког спорта, њих осам, чланице Одбојкашког клуба *Десетка*, Кошаркашког клуба *Студент* и Атлетског клуба *Раднички* у Нишу), укупно њих 24, подељене су у две групе по 12 испитаница. Из сваког спорта - одбојке, кошарке и атлетике, испитанице су селектоване по једнаком броју, четири које су заједно сачињавале две групе по 12 испитаница. Како је

истраживање текло дошло је до осипања испитаница, у трећој недељи E1 група је остала без једне испитанице, у четвртој недељи E2 група је остала без две испитанице услед болести и на крају у петој недељи је једна испитаница одустала услед промене боравка становања. Из сваког спорта на крају истраживања на финалном мерењу биле су по 10 испитаница у обе групе E1 и E2, њих укупно 20. Пре почетка експерименталних програма вежбања једна недеља је служила са упознавањем испитаница са мерним инструментима и просторијама тестирања, као и детаљно објашњење тока и циља вршења експеримента. Након те недеље уследио је почетак иницијалног мерења сви задатих тестова и спровођење испланираних плиометријских програма вежбања. Трајање експерименталних програма је било шест недеља. Тренинг програми експерименталних група одвијали су се два пута у току недеље, а структура часа експерименталних група била је троделна, уводни део загревање, главни део, и хлађење и истезање, карактеристике су приказане у Табела 4.

Опис експерименталних програма вежбања:

Табела 4. Карактеристике два плиометријска програма вежбања

Карактеристике програма	Експериментални плиометријски програма базиран на ексцентричним контракцијама	Експериментални плиометријски програма базиран на концентричним контракцијама
Трајање програма	6 недеља	6 недеља
Учесталост програма	2 пута недељно	2 пута недељно
Дужина трајања програма	45-60 min	45-60 min
Интезитет тренинга	Високи	Високи
Структура тренинга	Троделна	Троделна
Број вежби	12 (4 за загревање)	12 (4 за загревање)
Тип вежби	Скок из места у даљ, троскок из места са ноге на ногу, хоризонтално вертикални двоскок из места (са 30 cm), Drop jump (са 30 cm) дупли одскок, спринт (10 m и 20 m), из дубоког чучња, на бази ексцентричне контракције-SJ	Скок из места у даљ, троскок из места са ноге на ногу, хоризонтално вертикални двоскок из места (са 30 cm), Drop jump (са 30 cm) дупли одскок, спринт (10 m и 20 m) скок из дубоког чучња, на бази концентричне контракције- Depth landings-Доскоци са различитих висина

Структура и интензитет тренинга у оба експериментална плиометријска програма вежбања била су базирана на основу досадашњих истраживања и смерница по узору на (Ramirez-Campillo et al., 2020). Паузе између скокова од једне до пет s, између серија биле су од 60-120 s, а између вежби 120-240 s. Програми вежбања извођени су у високом интензитету. Одређивање интензитета тренинга одређено је на основу дужине трајања пауза између скокова, вежби и серија на основу студије (Ramirez-Campillo et al., 2020), такође на основу типа вежбе које су дефинисане по интензитету (Verkhoshansky & Siff, 2009). Дужина трајања једног тренинга била је у опсегу од 45 до 60 min. Однос од укупног броја свих скокова и доскока базираних на ексцентричној контракцији или скокова из чучња базираних на концентричној контракцији је од 30-40%. Подела вежби и броја скокова између прве групе, базиране на ексцентричним контракцијама, и друге групе, базиране на концентричним контракцијама, једнака је по броју плиометријских, хоризонталних и неплиометријских скокова, као и спринтева (детаљан приказ вежби, серија, пауза и односа свих типова скокова, као и односа ексцентричних и концентричних вежби је описан у прилогу у Табели 5).

6.8. Методе обраде података

На основу постављеног проблема, предмета, циља, задатака и хипотеза истраживања, изабрани су математичко-статистички поступци, Подаци су обрађени у статистичком пакету SPSS (IBM Corp. Released 2010. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 26.0. Armonk, NY: IBM Corp.). Подаци су уношени са шифрираним кодом у циљу заштите приватности и предупређења пристрасности истраживача. Сви добијени подаци представљени су параметрима дескриптивне статистике (централни и дисперзивни параметри: аритметичка средина (Mean), стандардна девијација (Std. deviation), минимум (Minimum), максимум (Maximum) и распон резултата (Range).

За утврђивање нормалности дистрибуције користио се Колмогоров-Смирнов тест на основу кога је одређена даља анализа. На основу резултата нормалне дистрибуције за даљу анализу одређена је параметријска анализа. За утврђивање разлика између иницијалног и финалног мерења за сваку појединачну групу коришћен је Студентов Т-тест, а мултиваријантна анализа варијансе (MANOVA) користила се за процену разлика група (експерименталних група 1 и 2), и времена (пре и након примењеног програма). Процена величине утација вршила се помоћу парцијалног ета квадрата (partial eta squared - η_p^2). Такође због двоструког прикладног начина

проверавања и анализирања резултата вршила се и метода мултиваријантна анализа коваријансе (MANCOVA), са којом су проверавани ефекти, тј. разлике између програма. За статистичку значајност разлика у резултатима између иницијалног и финалног мерења, као и за разлику између група, коришћен је ниво значајности $p < .05$.

7. РЕЗУЛТАТИ

7.1. Дескриптивни параметри телесне композиције и морфолошких карактеристика

7.1.1. Основни дескриптивни параметри тестова за процену морфолошких карактеристика и телесне композиције испитаника на иницијалном мерењу

Основни дескриптивни параметри телесне композиције и морфолошке карактеристике E1 и E2 групе на иницијалном мерењу приказани су у Табели 5 и 6. Резултати показују да су групе једнаке за све наведене параметре.

Табела 5. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције телесне композиције и морфолошких карактеристика испитаника E1 групе на иницијалном мерењу

Варијабле	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	p
Године	17.00	.94	2	16	18	.256	.063
ВН, cm	174.90	4.75	17.00	169.00	186.00	.229	.146
ВМ, kg	65.48	6.68	22.70	53.20	75.90	.141	.200 [#]
ВМІ	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 [#]

Легенда: Mean – вредност аритметичке средине; SD – стандардна девијација; Min – минимална вредност; Max – максимална вредност; Range – распон; K-S – Kolmogorov-Smirnov; p – коефицијент нивоа значајности; # – доња граница праве вредности; ВН – телесна висина; ВМ – телесна маса; ВМІ – индекс телесне масе; Lean body mass – чиста телесна маса; SMM – мишићна маса; FFM – немасна маса тела; InBodyScore – укупан телесни резултат.

Старост испитаника у E1 групи је 17.00 ± 0.94 година, док је у E2 групи 16.90 ± 1.10 година, средња вредност телесне висине у E1 групи износи 174.90 ± 4.75 cm и у E2 групи 171.90 ± 8.36 cm, телесне масе 65.48 ± 6.68 kg и 65.77 ± 9.60 kg, ВМІ 21.43 ± 2.38 и 22.20 ± 2.35 и InBodyScore 77.80 ± 5.83 и 79.20 ± 4.16 .

Резултати Колмогоров-Смирнов теста показали су нормалну дистрибуцију код свих мерених варијабли обе групе. Вредности К-С налазе се у распону од $p = .057$, за варијаблу телесне масе испитаника у E2 групе, до $p > .200^{\#}$ за све остале мерене варијабле.

Табела 6. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције телесне композиције и морфолошких карактеристика испитаника Е2 групе на иницијалном мерењу

Варијабле	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	p
Године	16.90	1.10	3	15	18	.241	.103
ВН, cm	171.90	8.36	28.00	16.00	188.00	.160	.200 [#]
ВМ, 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 [#]

Легенда: Mean – вредност аритметичке средине; SD – стандардна девијација; Min – минимална вредност; Max – максимална вредност; Range – распон; K-S – Kolmogorov-Smirnov; p – коефицијент нивоа значајности; # – доња граница праве вредности; ВН – телесна висина; ВМ – телесна маса; BMI – индекс телесне масе; Lean body mass – чиста телесна маса; SMM – мишићна маса; FFM – немасна маса тела; InBodyScore – укупан телесни резултат.

7.2. Дескриптивни биомеханички параметри на иницијалном мерењу

7.2.1. Основни дескриптивни параметри теста СМЈ за процену експлозивне снаге на иницијалном мерењу- кинетички параметари

Табела 7. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције кинетичких параметара (СМЈ) испитаника Е1 групе на иницијалном мерењу

Варијабле	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
Rel F, 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 [#]
Rel I, 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	15.91	22.27	58.52	123.23	181.75	.239	.109

Легенда: Mean – вредност аритметичке средине; SD – стандардна девијација; Min – минимална вредност; Max – максимална вредност; Range – распон; K-S – Kolmogorov-Smirnov; p – коефицијент нивоа значајности; # – доња граница праве вредности; EccV – брзина у ексцентричној фази; ConcV – брзина у концентричној фази; Height – висина скока; EccF – релативна сила у ексцентричној фази; ConcF – релативна сила у концентричној фази; Rel F – укупна релативна сила; T – време скока; EccT – време трајања ексцентричне фазе; ConcT – време трајања концентричне фазе; Rel I – укупан релативни импулс; EccI – релативни импулс у ексцентричној фази; ConcI – релативни импулс у концентричној фази.

Нормална дистрибуција свих кинетичких параметара СМЈ у Е1 и Е2 групе на иницијалном мерењу приказана је у Табели 7 и 8. Најнижа вредност К-С налази се у Е1 групи за СМЈ Height, $p = .084$. Такође, приказани су и основни дескриптивни параметри.

Table 8. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције кинетичких параметара (СМЈ) испитаника Е2 групе на иницијалном мерењу

Варијабле	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	p
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 [#]

Легенда: Mean – вредност аритметичке средине; SD – стандардна девијација; Min – минимална вредност; Max – максимална вредност; Range – распон; K-S – Kolmogorov-Smirnov; p – коефицијент нивоа значајности; # – доња граница праве вредности; EccV – брзина у ексцентричној фази; ConcV – брзина у концентричној фази; Height – висина скока; EccF – релативна сила у ексцентричној фази; ConcF – релативна сила у концентричној фази; Rel F – укупна релативна сила; T – време скока; EccT – време трајања ексцентричне фазе; ConcT – време трајања концентричне фазе; Rel I – укупан релативни импулс; EccI – релативни импулс у ексцентричној фази; ConcI – релативни импулс у концентричној фази.

7.2.2. Основни дескриптивни параметри теста НЈ на иницијалном мерењу - кинетички параметари

У Табели 9 и 10 приказани су резултати Е1 и Е2 групе у виду дескриптивне статистике кинетичких параметара НЈ на иницијалном мерењу. У Табели 9 вредности резултата Колмогоров-Смирнов теста су показале нормалну дистрибуцију свих варијабли сем Length, K-S = .291, $p = .016$.

У Табели 10 примећује се иста нормална дистрибуција за све мерене варијабле Е2 групе, сем за Length, K-S = .276, $p = .029$.

Табела 9. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције кинетичких параметара (НЈ) испитаника Е1 групе на иницијалном мерењу

Варијабле	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	p
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 [*]

Легенда: Mean – вредност аритметичке средине; SD – стандардна девијација; Min – минимална вредност; Max – максимална вредност; Range – распон; K-S – Kolmogorov-Smirnov; p – коефицијент нивоа значајности; * – статистички значајан резултат, $p < .05$; # – доња граница праве вредности; EccV – брзина у ексцентричној фази; ConcV – брзина у концентричној фази; EccT – време трајања ексцентричне фазе; ConcT – време трајања концентричне фазе; T – време скока; Length – дужина скока.

Табела 10. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције кинетичких параметара (НЈ) испитаника Е2 групе на иницијалном мерењу

Варијабле	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	p
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 [*]

Легенда: Mean – вредност аритметичке средине; SD – стандардна девијација; Min – минимална вредност; Max – максимална вредност; Range – распон; p – коефицијент нивоа значајности; * – статистички значајан резултат, $p < .05$; # – доња граница праве вредности; EccV – брзина у ексцентричној фази; ConcV – брзина у концентричној фази; EccT – време трајања ексцентричне фазе; ConcT – време трајања концентричне фазе; T – време скока; Length – висина скока.

7.2.3. Основни дескриптивни параметри теста СМЈ за процену експлозивне снаге на иницијалном мерењу- кинематички параметари

Кинематички параметри СМЈ теста на иницијалном мерењу приказани су у Табели 11 и 12, резултати су представљени у виду дескриптивних параметара за обе групе.

У Табели 11 Колмогоров-Смирнов тест показао је једино одступање у Е1 групи од нормалне дистрибуције за варијаблу из фронталне равни, угао десног колена код СМЈ скока, $K-S = .272$, $p = .035$.

Табела 11. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције кинематичких параметара (СМЈ) испитаника Е1 групе на иницијалном мерењу

Сагитална							
Варијабле	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	p
Угао кука, °	39.92	10.46	32.90	25.00	57.90	.171	.200 [#]
Угао колена, °	82.85	9.82	29.50	68.00	97.50	.113	.200 [#]
Фронтална							
Угао левог колена, °	182.30	22.01	76.40	152.50	228.90	.185	.200 [#]
Угао десног колена, °	17.23	20.41	66.70	12.70	187.40	.272	.035 [*]

Легенда: Mean – вредност аритметичке средине; SD – стандардна девијација; Min – минимална вредност; Max – максимална вредност; Range – распон; K-S – Kolmogorov-Smirnov; p – коефицијент нивоа значајности; ° – степен; * – статистички значајан резултат, p < .05; # – доња граница праве вредности.

Табела 12. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције кинематичких параметара (СМЈ) испитаника Е2 групе на иницијалном мерењу

Сагитална							
Варијабле	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	p
Угао кука, °	46.01	11.74	36.70	23.60	60.30	.217	.200 [#]
Угао колена, °	86.67	3.51	10.40	80.40	90.80	.224	.166
Фронтална							
Угао левог колена, °	179.83	6.74	22.30	166.50	188.80	.198	.200 [#]
Угао десног колена, °	177.14	17.49	64.00	139.80	203.80	.195	.200 [#]

Легенда: Mean – вредност аритметичке средине; SD – стандардна девијација; Min – минимална вредност; Max – максимална вредност; Range – распон; K-S – Kolmogorov-Smirnov; p – коефицијент нивоа значајности; ° – степен; # – доња граница праве вредности.

У Табели 12 резултати Колмогоров-Смирнов теста за Е2 групе не показују одступања од нормалне дистрибуције за ниједну мерену варијаблу.

7.2.4. Основни дескриптивни параметри теста НЈ на иницијалном мерењу- кинематички параметари

Кинематички параметри НЈ теста на иницијалном мерењу приказани су у Табели 13 и 14, резултати Е1 и Е2 групе представљени су у виду дескриптивних параметара.

Резултати Колмогоров-Смирнов теста показали су нормалну дистрибуцију свих кинематичких параметара.

Табела 13. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције кинематичких параметара (НЈ) испитаника Е1 групе на иницијалном мерењу

Варијабле	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	p
Угао кука, °	96.35	6.15	21.80	84.70	106.50	.093	.200 [#]
Угао колена, °	19.55	8.90	23.10	8.90	32.00	.156	.200 [#]

Легенда: Mean – вредност аритметичке средине; SD – стандардна девијација; Min – минимална вредност; Max – максимална вредност; Range – распон; K-S – Kolmogorov-Smirnov; p – коефицијент нивоа значајности; ° – степен; # – доња граница праве вредности.

Табела 14. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције кинематичких параметара (НЈ) испитаника Е2 групе на иницијалном мерењу

Варијабле	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	p
Угао кука, °	96.81	6.90	23.40	81.70	105.10	.129	.200 [#]
Угао колена, °	22.56	10.48	35.30	8.00	43.30	.210	.200 [#]

Легенда: Mean – вредност аритметичке средине; SD – стандардна девијација; Min – минимална вредност; Max – максимална вредност; Range – распон; K-S – Kolmogorov-Smirnov; p – коефицијент нивоа значајности; ° – степен; # – доња граница праве вредности.

7.2.5. Основни дескриптивни параметри тензиомиографских параметара на иницијалном мерењу

Основни дескриптивни параметри Е1 групе за ТМГ параметре шест мишића леве ноге на иницијалном мерењу представљени су у Табели 15, као и вредности Колмогоров-Смирнов теста.

Табела 15. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције тензиомиографских параметара испитаника Е1 групе на иницијалном мерењу – Лева нога

m.Vastus Lateralis							
Варијабле	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	p
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 [#]
m.Vastus Medialis							
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 [#]

Легенда: Mean – вредност аритметичке средине; SD – стандардна девијација; Min – минимална вредност; Max – максимална вредност; Range – распон; K-S – Kolmogorov-Smirnov; p – коефицијент нивоа значајности; * – статистички значајан резултат, p < .05; # – доња граница праве вредности; Tc – време контракције; Ts – време одржавања контракције; Tr – време опуштања; Dm – максимална амплитуда радијалног померања; Td – почетно време кашњења.

Нормална дистрибуција потврђена је у већини ТМГ резултата Е1 групе сем код мишића опружача леве потколенице Vastus Lateralis-a, који је имао два параметра која нису потврдила претпоставку о нормалној дистрибуцији, Ts и Tr са вредностима K-S = .327, p = .003 и K-S = .340, p = .002. Такође, и код мишића Vastus Medialis-a један ТМГ параметар одступао је од нормалне дистрибуције, Tr са вредностима K-S = .302, p = .010.

Претпоставка нормалне дистрибуције потврђена је код свих пет тензиомиографских параметара за два мишића флексора леве потколенице, Biceps Femoris-a и Semitendinosus-a, опсега $p = .101$, до $p > .200$. Код мишића опружача левог стопала Gastrocnemius lateralis-a, одступање од нормалне дистрибуције примећено је за Tc, са вредностима K-S = .331, $p = .003$, и Tr, са вредностима K-S = .272, $p = .034$. Код другог мишића опружача левог стопала Gastrocnemius medialis-a, примећена су два одступања од нормалне дистрибуције за Dm са вредностима, K-S = .280, $p = .025$, и Tr са вредностима K-S = .272, $p = .034$.

У Табели 16 приказани су основни дескриптивни параметри E1 групе за ТМГ параметре шест мишића десне ноге.

Табела 16. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције тензиомиографских параметара испитаника E1 групе на иницијалном мерењу – Десна нога							
m.Vastus Lateralis							
Варијабле	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	p
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 [#]
m.Biceps Femoris							
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 [#]

Легенда: Mean – вредност аритметичке средине; SD – стандардна девијација; Min – минимална вредност; Max – максимална вредност; Range – распон; K-S – Kolmogorov-Smirnov; p – коефицијент нивоа значајности; * – статистички значајан резултат, p < .05; ** – статистички значајан резултат, p < .001; # – доња граница праве вредности; Tc – време контракције; Ts – време одржавања контракције; Tr – време опуштања; Dm – максимална амплитуда радијалног померања; Td – почетно време кашњења.

Као и код леве ноге резултати Колмогоров-Смирнов теста десне ноге у Е1 групи показали су помешане резултате са већином параметара који су имали нормалну дистрибуцију. Укупно 11 тензиомиографска параметра одступају од нормалне дистрибуције. Код мишића опружача десне потколенице Vastus Lateralis-a приказана су два ТМГ параметра са одступањима, Ts и Tr са вредностима K-C= .398, p= .000, и K-C= .379, p= .000. Други мишић опружача десне потколенице Vastus Medialis имао је три ТМГ параметра са одступањима, Tc, Ts и Tr са вредностима K-C= .266, p= .043, K-C= .264, p= .046 и K-C= .329, p= .003. Флексори десне потколенице, мишић Biceps Femoris и мишић Semitendinosus, имали су по два ТМГ параметара са одступањима од нормалне дистрибуције. Код мишића Biceps Femoris-a Ts и Tr, са вредностима K-C= .294, p= .014, и K-C= .263, p= .048, и код мишића Semitendinosus-a Ts и Td, са вредностима K-C= .268, p= .040, и K-C= .364, p= .001. Последња два мишића опружача десног стопала Gastrocnemius lateralis и Gastrocnemius medialis, такође су показала по два параметра са одступањем од нормалне дистрибуције. Код мишића Gastrocnemius lateralis-a Tc и Td,

са вредностима K-C= .378, p= .000, и K-C= .328, p= .004, а код мишића Gastrocnemius medialis-а Tr и Dm, са вредностима K-C= .312, p= .007, и K-C= .327, p= .003.

У Табели 17 приказани су основни дескриптивни параметри E2 групе за ТМГ параметре шест мишића леве ноге.

Табела 17. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције тензиомиографских параметара испитаника E2 групе на иницијалном мерењу – Лева нога							
m.Vastus Lateralis							
Варијабле	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	p
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 [#]
m.Biceps Femoris							
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 [#]

Легенда: Mean – вредност аритметичке средине; SD – стандардна девијација; Min – минимална вредност; Max – максимална вредност; Range – распон; K-S – Kolmogorov-Smirnov; p – коефицијент нивоа значајности; * – статистички значајан резултат, p < .05; ** – статистички значајан резултат, p < .001; # – доња граница праве вредности; Tc – време контракције; Ts – време одржавања контракције; Tr – време опуштања; Dm – максимална амплитуда радијалног померања; Td – почетно време кашњења.

Резултати Колмогоров-Смирнов теста у Е2 групи имали су мањи број ТМГ параметара који су одступали од нормалне дистрибуције у односу на Е1 групи. Мишићи Vastus Lateralis, Vastus Medialis и Semitendinosus имају нормалну дистрибуцију за све наведене параметре. Мишић Biceps Femoris и Gastrocnemius medialis имају по један параметар који одступа од нормалне дистрибуције, Ts и Tr са вредностима K-S = .320, p = .004, и K-S = .298, p = .012. Једино мишић опружача левог стопала Gastrocnemius lateralis има вредности два ТМГ параметра која одступају од нормалне дистрибуције, Tc и Tr са вредностима K-S = .406, p = .000, и K-S = .349, p = .001.

У Табели 18 приказани су основни дескриптивни параметри Е2 групе за ТМГ параметре шест мишића десне ноге.

Табела 18. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције тензиомиографских параметара испитаника Е2 групе на иницијалном мерењу – Десна нога

m.Vastus Lateralis							
Варијабле	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	p
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 [#]
m.Gastrocnemius lateralis							
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 [#]

Легенда: Mean – вредност аритметичке средине; SD – стандардна девијација; Min – минимална вредност; Max – максимална вредност; Range – распон; K-S – Kolmogorov-Smirnov; p – коефицијент нивоа значајности; * – статистички значајан резултат, p < .05; ** – статистички значајан резултат, p < .001; # – доња граница праве вредности; Tc – време контракције; Ts – време одржавања контракције; Tr – време опуштања; Dm – максимална амплитуда радијалног померања; Td – почетно време кашњења.

Резултати Колмогоров-Смирнов теста у Е2 групи показују већину ТМГ параметара мишића десне ноге који имају нормалну дистрибуције. Прегибачи десне потколенице, мишићи Biceps Femoris и Semitendinosus, показали су нормалну дистрибуцију за све наведене параметре. Опружачи десне потколенице, мишићи Vastus Lateralis и Vastus Medialis имају један односно два параметра који одступају од

нормалне дистрибуције, Td са вредностима K-C= .395, p= .000, односно, Tc и Tr са вредностима K-C= .388, p= .000, и K-C= .265, p= .045. Мишићи опружача десног стопала, Gastrocnemius lateralis и Gastrocnemius medialis, показују један односно два ТМГ параметра са одступањима, Tc са вредностима K-C= .269, p= .038, односно Ts и Tr са вредностима, K-C= .264, p= .046 и K-C= .421, p= .000.

7.2.6. Основни дескриптивни параметри спринт теста на 10 m и 20 m за процену брзине на иницијалном мерењу

Основни дескриптивни параметри и резултати Колмогоров-Смирнов теста код E1 и E2 групе за параметре спринт теста на 10 m и 20 m на иницијалном мерењу представљени су у Табели 19 и 20. Установљена је нормална дистрибуција параметара спринт теста на 10 m и 20 m за обе групе на иницијалном мерењу.

Табела 19. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције спринт теста на 10 m и 20 m испитаника E1 групе на иницијалном мерењу

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

Легенда: Mean – вредност аритметичке средине; SD – стандардна девијација; Min – минимална вредност; Max – максимална вредност; Range – распон; K-S – Kolmogorov-Smirnov; p – коефицијент нивоа значајности; # – доња граница праве вредности.

Табела 20. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције спринт теста на 10 m и 20 m испитаника E2 групе на иницијалном мерењу

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

Легенда: Mean – вредност аритметичке средине; SD – стандардна девијација; Min – минимална вредност; Max – максимална вредност; Range – распон; K-S – Kolmogorov-Smirnov; p – коефицијент нивоа значајности; # – доња граница праве вредности.

7.3. Дескриптивни биомеханички параметри на финалном мерењу

7.3.1. Основни дескриптивни параметри теста СМЈ за процену експлозивне снаге на финалном мерењу- кинетички параметари

У Табели 21 и 22 приказани су дескриптивни параметри на финалном мерењу за кинетичке параметре СМЈ теста E1 и E2 групе.

Табела 21. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције кинетичких параметара (СМЈ) испитаника Е1 групе на финалном мерењу

Варијабле	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	p
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 [#]

Легенда: Mean – вредност аритметичке средине; SD – стандардна девијација; Min – минимална вредност; Max – максимална вредност; Range – распон; K-S – Kolmogorov-Smirnov; p – коефицијент нивоа значајности; # – доња граница праве вредности; EccV – брзина у ексцентричној фази; ConcV – брзина у концентричној фази; Height – висина скока; EccF – релативна сила у ексцентричној фази; ConcF – релативна сила у концентричној фази; Rel F – укупна релативна сила; T – време скока; EccT – време трајања ексцентричне фазе; ConcT – време трајања концентричне фазе; Rel I – укупан релативни импулс; EccI – релативни импулс у ексцентричној фази; ConcI – релативни импулс у концентричној фази.

Табела 22. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције кинетичких параметара (СМЈ) испитаника Е2 групе на финалном мерењу

Варијабле	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	p
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 [#]

Легенда: Mean – вредност аритметичке средине; SD – стандардна девијација; Min – минимална вредност; Max – максимална вредност; Range – распон; K-S – Kolmogorov-Smirnov; p – коефицијент нивоа значајности; # – доња граница праве вредности; EccV – брзина у ексцентричној фази; ConcV – брзина у концентричној фази; Height – висина скока; EccF – релативна сила у ексцентричној фази; ConcF – релативна сила у концентричној фази; Rel F – укупна релативна сила; T – време скока; EccT – време трајања ексцентричне фазе; ConcT – време трајања концентричне фазе; Rel I – укупан релативни импулс; EccI – релативни импулс у ексцентричној фази; ConcI – релативни импулс у концентричној фази.

Вредности Колмогоров-Смирнов теста у Табели 21 и 22 нису показале одступања од нормалне дистрибуције за ниједну мерену варијаблу код обе групе, $p > .200^{\#}$.

7.3.2. Основни дескриптивни параметри теста НЈ за процену експлозивне снаге на финалном мерењу- кинетички параметари

У Табели 23 и 24 приказани су резултати Е1 и Е2 групе у виду дескриптивне статистике кинетичких параметара НЈ на финалном мерењу. У Табели 23 вредности резултата Колмогоров-Смирнов теста Е1 групе, показале су нормалну дистрибуцију за све мерене варијабле сем ЕсцТ, $K-S = .342$, $p = .002$.

Табела 23. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције кинетичких параметара (НЈ) испитаника Е1 групе на финалном мерењу

Варијабле	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	p
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 [#]

Легенда: Mean – вредност аритметичке средине; SD – стандардна девијација; Min – минимална вредност; Max – максимална вредност; Range – распон; K-S – Kolmogorov-Smirnov; p – коефицијент нивоа значајности; * – статистички значајан резултат, $p < .05$; # – доња граница праве вредности; EccV – брзина у ексцентричној фази; ConcV – брзина у концентричној фази; EccT – време трајања ексцентричне фазе; ConcT – време трајања концентричне фазе; T – време скока; Length – дужина скока.

Табела 24. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције кинетичких параметара (НЈ) испитаника Е2 групе на финалном мерењу

Варијабле	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	p
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 [#]

Легенда: Mean – вредност аритметичке средине; SD – стандардна девијација; Min – минимална вредност; Max – максимална вредност; Range – распон; K-S – Kolmogorov-Smirnov; p – коефицијент нивоа значајности; * – статистички значајан резултат, $p < .05$; # – доња граница праве вредности; EccV – брзина у ексцентричној фази; ConcV – брзина у концентричној фази; EccT – време трајања ексцентричне фазе; ConcT – време трајања концентричне фазе; T – време скока; Length – висина скока.

У Табели 24 приказана су одступања од нормалне дистрибуције за два кинематичка параметра у Е2 групи, ConcV , са вредностима $K-S = .275$, $p = .031$ и T , са вредностима $K-S = .268$, $p = .040$.

7.3.3. Основни дескриптивни параметри теста СМЈ за процену експлозивне снаге на финалном мерењу- кинематички параметари

Резултати кинематичких параметара СМЈ теста на финалном мерењу су приказани у Табели 25 и 26 за Е1 и Е2 групу. Кинематички параметри у Е1 групи, који су снимљени из сагиталне и фронталне равни нису показали одступања од нормалне дистрибуције, $p > .200^{\#}$.

Табела 25. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције кинематичких параметара (СМЈ) испитаника Е1 групе на финалном мерењу

Сагитална							
Варијабле	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	p
Угао кука, °	35.21	8.92	27.50	20.00	47.50	.166	.200 [#]
Угао колена, °	83.17	7.89	23.10	70.70	93.80	.168	.200 [#]
Фронтална							
Угао левог колена, °	186.09	15.55	56.80	156.50	213.30	.145	.200 [#]
Угао десног колена, °	173.19	11.23	34.80	157.60	192.40	.147	.200 [#]

Легенда: Mean – вредност аритметичке средине; SD – стандардна девијација; Min – минимална вредност; Max – максимална вредност; Range – распон; K-S – Kolmogorov-Smirnov; p – коефицијент нивоа значајности; ° – степен; # – доња граница праве вредности.

Такође, ни у Е2 групи нису примећена одступања од нормалне дистрибуције за ниједну мерену варијаблу, $p > .200^{\#}$.

Табела 26. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције кинематичких параметара (СМЈ) испитаника Е2 групе на финалном мерењу

Сагитална							
Варијабле	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	p
Угао кука, °	45.20	8.43	27.50	30.50	58.60	.205	.200 [#]
Угао колена, °	88.64	6.70	22.80	75.80	98.60	.180	.200 [#]
Фронтална							
Угао левог колена, °	182.82	13.83	48.50	157.30	205.80	.222	.175
Угао десног колена, °	175.40	15.93	48.90	145.20	194.10	.195	.200 [#]

Легенда: Mean – вредност аритметичке средине; SD – стандардна девијација; Min – минимална вредност; Max – максимална вредност; Range – распон; K-S – Kolmogorov-Smirnov; p – коефицијент нивоа значајности; ° – степен; # – доња граница праве вредности.

7.3.4. Основни дескриптивни параметри теста НЈ за процену експлозивне снаге на финалном мерењу- кинематички параметари

Резултати финлног мерења кинематичких параметара приказани су у Табели 27 и 28 за Е1 и Е2 групу. Поред основних дескриптивних параметара приказани су и резултати Колмогоров-Смирнов теста који није показао ниједно одступање од нормалне дистрибуције ни у Е1 групи ни у Е2 групи.

Табела 27. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције кинематичких параметара (НЈ) испитаника Е1 групе на финалном мерењу

Варијабле	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	p
Угао кука, °	99.64	7.98	24.10	87.80	111.90	.149	.200 [#]
Угао колена, °	14.59	8.00	20.70	2.00	22.70	.201	.200 [#]

Легенда: Mean – вредност аритметичке средине; SD – стандардна девијација; Min – минимална вредност; Max – максимална вредност; Range – распон; p – коефицијент нивоа значајности; ° – степен; # – доња граница праве вредности.

Табела 28. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције кинематичких параметара (НЈ) испитаника Е2 групе на финалном мерењу

Варијабле	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	p
Угао кука, °	95.58	10.67	34.10	75.70	109.80	.149	.200 [#]
Угао колена, °	22.24	8.12	24.70	7.50	32.20	.176	.200 [#]

Легенда: Mean – вредност аритметичке средине; SD – стандардна девијација; Min – минимална вредност; Max – максимална вредност; Range – распон; K-S – Kolmogorov-Smirnov; p – коефицијент нивоа значајности; ° – степен; # – доња граница праве вредности.

7.3.5. Основни дескриптивни параметри тензиомиографских параметара на финалном мерењу

Основни дескриптивни параметри Е1 групе за ТМГ параметре шест мишића леве ноге на финалном мерењу представљени су у Табели 29, као и вредности Колмогоров-Смирнов теста.

Табела 29. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције тензиомиографских параметара испитаника Е1 групе на финалном мерењу – Лева нога

m.Vastus Lateralis							
Варијабле	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	p
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
m.Vastus Medialis							
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 [#]

Легенда: Mean – вредност аритметичке средине; SD – стандардна девијација; Min – минимална вредност; Max – максимална вредност; Range – распон; K-S – Kolmogorov-Smirnov; p – коефицијент нивоа значајности; * – статистички значајан резултат, p < .05; ** – статистички значајан резултат, p < .001; # – доња граница праве вредности; Tc – време контракције; Ts – време одржавања контракције; Tr – време опуштања; Dm – максимална амплитуда радијалног померања; Td – почетно време кашњења.

Нормална дистрибуција потврђена је за све тензиомиографске параметре четири мишића, Vastus Lateralis, Vastus Medialis, Biceps Femoris и Semitendinosus. Два мишића опружача стопала Gastrocnemius lateralis и Gastrocnemius medialis, имала су два односно један параметар који је одступао од нормалне дистрибуције. Код мишића опружача левог стопала Gastrocnemius lateralis-a, Tc и Td са вредностима K-C= .439, p= .000 и K-C= .299, p= .012, док код другог мишића опружача левог стопала Gastrocnemius medialis-a, само је један параметар показао одступање, Dm са вредностима K-C= .285, p= .021.

У Табели 30 приказани су основни дескриптивни параметри E1 групе за ТМГ параметре шест мишића десне ноге на финалном мерењу.

Табела 30. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције тензиомиографских параметара испитаника E1 групе на финалном мерењу – Десна нога							
m.Vastus Lateralis							
Варијабле	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	p
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 [#]
m.Semitendinosus							

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 [#]

Легенда: Mean – вредност аритметичке средине; SD – стандардна девијација; Min – минимална вредност; Max – максимална вредност; Range – распон; K-S – Kolmogorov-Smirnov; p – коефицијент нивоа значајности; * – статистички значајан резултат, p < .05; ** – статистички значајан резултат, p < .001; # – доња граница праве вредности; Tc – време контракције; Ts – време одржавања контракције; Tr – време опуштања; Dm – максимална амплитуда радијалног померања; Td – почетно време кашпења.

Резултати Колмогоров-Смирнов теста мишића опружача десне потколенице Vastus Medialis-a у E1 групе испитаника, показују нормалну дистрибуираност свих ТМГ параметара сем Tc и Ts, са вредностима K-C= .269, p= .039, и K-C= .426, p= .000. Сви ТМГ параметри мишића опружача десне потколенице Vastus Lateralis-a имају нормалну дистрибуцију. Флексор десне потколенице, мишић Biceps Femoris, има само један ТМГ параметар који одступа од нормалне дистрибуције резултата Tc, са вредностима K-C= .291, p= .016, у односу на други флексор десне потколенице, мишић Semitendinosus, који нема ниједно одступање. Два мишића опружача десног стопала Gastrocnemius lateralis и Gastrocnemius medialis, показала су по три и један параметар који имају одступања од нормалне дистрибуције. Мишић Gastrocnemius lateralis за Tc, Ts и Tr, са вредностима K-C= .413, p= .000, K-C= .307, p= .008 и K-C= .274, p= .032. Мишић Gastrocnemius medialis за Tr, са вредностима K-C= .267, p= .042.

У Табели 31 приказани су основни дескриптивни параметри E2 групе за ТМГ параметре шест мишића леве ноге на финалном мерењу.

Табела 31. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције тензиомиографских параметара испитаника Е2 групе на финалном мерењу – Лева нога

m.Vastus Lateralis							
Варијабле	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	p
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 [*]
m.Gastrocnemius lateralis							
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#

Легенда: Mean – вредност аритметичке средине; SD – стандардна девијација; Min – минимална вредност; Max – максимална вредност; Range – распон; K-S – Kolmogorov-Smirnov; p – коефицијент нивоа значајности; * – статистички значајан резултат, p < .05; # – доња граница праве вредности; Tc – време контракције; Ts – време одржавања контракције; Tr – време опуштања; Dm – максимална амплитуда радијалног померања; Td – почетно време кашњења.

Вредности резултата Колмогоров-Смирнов теста мишића опружача леве потколенице, Vastus Lateralis и Vastus Medialis имала су по један ТМГ параметар који је одступао од нормалне дистрибуције, Tr са вредностима K-S = .267, p = .042, и Tr са вредностима K-S = .323, p = .004. Флексор леве потколенице, мишић Viceps Femoris није показао одступања за ниједан ТМГ параметар за разлику од другог мишића флексора леве потколенице, Semitendinosus који је показао једно одступање за Td, са вредностима K-S = .316, p = .006. Такође, код мишића опружача левог стопала примећује се да један, мишић Gastrocnemius lateralis нема одступања од нормалне дистрибуције за ниједан ТМГ параметар, док други мишић, Gastrocnemius medialis има два одступања, Ts са вредностима K-S = .276, p = .029 и Tr са вредностима K-S = .325, p = .004.

У Табели 32 приказани су основни дескриптивни параметри E2 групе за ТМГ параметре шест мишића десне ноге на финалном мерењу.

Табела 32. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције тензиомиографских параметара испитаника E2 групе на финалном мерењу – Десна нога

m.Vastus Lateralis							
Варијабле	Mean	SD	Range	Min	Max	K-S	
						Statistic	p
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 [*]
m.Gastrocnemius lateralis							
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 [#]

Легенда: Mean – вредност аритметичке средине; SD – стандардна девијација; Min – минимална вредност; Max – максимална вредност; Range – распон; K-S – Kolmogorov-Smirnov; p – коефицијент нивоа значајности; * – статистички значајан резултат, p < .05; # – доња граница праве вредности; Tc – време контракције; Ts – време одржавања контракције; Tr – време опуштања; Dm – максимална амплитуда радијалног померања; Td – почетно време кашњења.

Само пет ТМГ параметра показала су одступање од нормалне дистрибуције у Е2 групи. По један ТМГ параметар за мишић опружача десне потколенице, Vastus Medialis за Tr, са вредностима K-C= .268, p= .040, и мишић флексора леве потколенице Semitendinosus за Td, са вредностима, K-C= .264, p= .046. Два односно један ТМГ параметар за мишиће опружача десног стопала, Gastrocnemius lateralis и Gastrocnemius medialis за Tc и Td, са вредностима, K-C= .347, p= .001, и K-C= .291, p= .016 односно Tr

са вредностима, $K-S = .337$, $p = .002$. Остали ТМГ параметри за све мерене мишиће нису имали одступања од нормалне дистрибуције.

7.3.6. Основни дескриптивни параметри спринт теста на 10 m и 20 m за процену брзине на финалном мерењу

Основни дескриптивни параметри E1 и E2 групе за параметре спринт теста на 10 m и 20 m на финалном мерењу, представљени су у Табели 33 и 34 као и вредности Колмогоров-Смирнов теста. У E групи 1 установљена је нормална дистрибуција параметара спринт теста на 20 m али не и за параметре на 10 m, $K-S = .278$, $p = .028$. У Табели 34 за параметре E2 групе вредности Колмогоров-Смирнов теста нису показала одступања од нормалности.

Табела 33. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције спринт теста на 10 m и 20 m испитаника E1 групе на финалном мерењу

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

Легенда: Mean – вредност аритметичке средине; SD – стандардна девијација; Min – минимална вредност; Max – максимална вредност; Range – распон; K-S – Kolmogorov-Smirnov; p – коефицијент нивоа значајности; * – статистички значајан резултат, $p < .05$; # – доња граница праве вредности.

Табела 34. Дескриптивна статистика и нормалност дистрибуције спринт теста на 10 m и 20 m испитаника E2 групе на финалном мерењу

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

Легенда: Mean – вредност аритметичке средине; SD – стандардна девијација; Min – минимална вредност; Max – максимална вредност; Range – распон; K-S – Kolmogorov-Smirnov; p – коефицијент нивоа значајности; # – доња граница праве вредности.

7.4. Разлике између E1 и E2 групе на иницијалном мерењу

7.4.1. Разлике између E1 и E2 групе у морфолошким карактеристикама и параметрима телесне композиције на иницијалном мерењу

У Табели 35 приказани су резултати Т-теста за утврђивање разлика између E1 и E2 групе у морфолошким карактеристикама и параметрима телесне композиције на иницијалном мерењу.

Табела 35. Разлике између E1 и E2 групе у параметрима морфолошких карактеристика и телесне композиције на иницијалном мерењу

Варијабле	E1	E2	F	p	t (2-tailed)	p
	Mean±SD	Mean±SD				
Године	17.00±.94	16.90±1.10	.32	.578	.22	.830
ВН, cm	174.90±4.75	171.90±8.36	2.54	.129	.99	.337
ВМ, 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
<hr/>						
$\lambda = .467$	$F = 1.57$	$p = .240$	$\eta_p^2 = .53$	Велики утицај		

Легенда: Mean – вредност аритметичке средине; SD – стандардна девијација; λ – коефицијент Wilks-овог теста за једнакост центроида група; F – коефицијент F-теста за значајност Wilks' lambda и коефицијент Levene теста једнакости варијансе; t – коефицијент T-теста; p – коефицијент нивоа значајности; p (2-tailed) – коефицијент двостраног нивоа значајности; η_p^2 – делимични ета коефицијент величине утицаја; ВН – телесна висина; ВМ – телесна маса; BMI – индекс телесне масе; Lean body mass – чиста телесна маса; SMM – мишићна маса; FFM – немасна маса тела; InBodyScore – укупан телесни резултат.

За ниједну мерену варијаблу у Табели 35 не постоји статистичка значајност што представља не постојање значајних разлика између E1 и E2 групе.

7.4.2. Разлике између E1 и E2 групе у кинетичким параметрима СМЈ теста на иницијалном мерењу

Разлике између E1 и E2 групе за кинетичке параметре ексцентричне фазе СМЈ скока приказане су у Табели 36.

Table 36. Разлике између E1 и E2 групе у кинетичким параметрима СМЈ на иницијалном мерењу – ексцентрична фаза скока

Варијабле	E1	E2	F	p	t (2-tailed)	p
	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
<hr/>						
$\lambda = .540$	$F = 3.14$	$p = .046^*$	$\eta_p^2 = .46$	Велики утицај		

Легенда: Mean – вредност аритметичке средине; SD – стандардна девијација; λ – коефицијент Wilks-овог теста за једнакост центроида група; F – коефицијент F-теста за значајност Wilks' lambda и коефицијент Levene теста једнакости варијансе; t – коефицијент T-теста; p – коефицијент нивоа значајности; p (2-tailed) – коефицијент двостраног нивоа значајности; η_p^2 – делимични ета коефицијент величине утицаја; EccV – брзина у ексцентричној фази; EccF – релативна сила у ексцентричној фази; EccT – време трајања ексцентричне фазе; EccI – релативни импулс у ексцентричној фази; * – статистички значајан резултат, $p < .05$.

На основу вредности резултата у колони р види се да постоји једина статистички значајна разлика за мерену варијаблу EccV , $t = 3.64$, $p = .002$, ($\text{E1 Mean} \pm \text{SD}$, $1.32 \pm .17$ и E2 , $1.04 \pm .17$).

У Табели 37 представљени су резултати разлика између E1 и E2 групе у кинетичким параметрима са релативним вредностима концентричне фазе CMJ скока на иницијалном мерењу.

Табела 37. Разлике између E1 и E2 групе у кинетичким параметрима CMJ на иницијалном мерењу – концентрична фаза скока

Варијабле	E1 Mean±SD	E2 Mean±SD	F	p	t (2-tailed)	p
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

$\lambda = .980$ $F = .076$ $p = .988$ $\eta^2 = .02$ Мали утицај

Легенда: Mean – вредност аритметичке средине; SD – стандардна девијација; λ – коефицијент Wilks-овог теста за једнакост центроида група; F – коефицијент F-теста за значајност Wilks' lambda и коефицијент Levene теста једнакости варијансе; t – коефицијент T-теста; p – коефицијент нивоа значајности; p (2-tailed) – коефицијент двостраног нивоа значајности; η^2 – делимични ета коефицијент величине утицаја; ConcV – брзина у ексцентричној фази; ConcF – релативна сила у концентричној фази; ConcT – време трајања концентричне фазе; ConcI – релативни импулс у концентричној фази.

Вредности резултата T-теста не показују постојање разлика за ниједну мерену варијаблу.

У Табели 38 представљени су резултати разлика између E1 и E2 групе за релативне вредности кинетичких параметара мерених током извођења целог CMJ скока на иницијалном мерењу.

Табела 38. Разлике између E1 и E2 групе у кинетичким параметрима CMJ на иницијалном мерењу – цео скок

Варијабле	E1 Mean±SD	E2 Mean±SD	F	p	t (2-tailed)	p
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

$\lambda = .981$ $F = .08$ $p = .987$ $\eta^2 = .02$ Мали утицај

Легенда: Mean – вредност аритметичке средине; SD – стандардна девијација; λ – коефицијент Wilks-овог теста за једнакост центроида група; F – коефицијент F-теста за значајност Wilks' lambda и коефицијент Levene теста једнакости варијансе; t – коефицијент T-теста; p – коефицијент нивоа значајности; p (2-tailed) – коефицијент двостраног нивоа значајности; η^2 – делимични ета коефицијент величине утицаја; Height – висина скока; Rel F – укупна релативна сила; T – време скока; Rel I – укупан релативни импулс; * – статистички значајан резултат, $p < .05$.

Као и код резултати посебних фаза СМЈ скока, ексцентричне и концентричне фазе, овде се не примећује постојање разлика између Е1 и Е2 групе на иницијалном мерењу.

7.4.3. Разлике између Е1 и Е2 групе у кинетичким параметрима НЈ теста на иницијалном мерењу

Табела 39. Разлике између Е1 и Е2 групе у кинетичким параметрима НЈ на иницијалном мерењу – ексцентрична фаза скока

Варијабле	E1	E2	F	p	t (2-tailed)	p
	Mean±SD	Mean±SD				
ЕсcV, m/s	1.15±.18	1.05±.13	1.38	.256	1.34	.196
ЕсcТ, m/s	.89±.21	.9±.25	.01	.935	-.13	.901
λ = .910 F = .86 p = .441 ηp ² = .09 Умерен утицај						

Легенда: Mean – вредност аритметичке средине; SD – стандардна девијација; λ – коефицијент Wilks-овог теста за једнакост центроида група; F – коефицијент F-теста за значајност Wilks' lambda и коефицијент Levene теста једнакости варијансе; t – коефицијент T-теста; p – коефицијент нивоа значајности; p (2-tailed) – коефицијент двостраног нивоа значајности; ηp² – делимични ета коефицијент величине утицаја; ЕсcV – брзина у ексцентричној фази; ЕсcТ – време трајања ексцентричне фазе.

Разлике између Е1 и Е2 групе за кинетичке параметре код ексцентричне фазе НЈ скока приказане су у Табели 39. За обе мерене варијабле не постоји значајна разлика.

Резултати разлика између Е1 и Е2 групе у кинетичким параметрима концентричне фазе НЈ скока на иницијалном мерењу представљени су у Табели 40.

Табела 40. Разлике између Е1 и Е2 групе у кинетичким параметрима НЈ на иницијалном мерењу – концентрична фаза скока

Варијабле	E1	E2	F	p	t (2-tailed)	p
	Mean±SD	Mean±SD				
ConcV, m/s	3.69±.42	3.56±.37	.35	.560	.71	.487
ConcТ, s	.29±.04	.29±.05	.77	.393	.19	.850
λ = .961 F = .36 p = .705 ηp ² = .04 Умерен утицај						

Легенда: Mean – вредност аритметичке средине; SD – стандардна девијација; λ – коефицијент Wilks-овог теста за једнакост центроида група; F – коефицијент F-теста за значајност Wilks' lambda и коефицијент Levene теста једнакости варијансе; t – коефицијент T-теста; p – коефицијент нивоа значајности; p (2-tailed) – коефицијент двостраног нивоа значајности; ηp² – делимични ета коефицијент величине утицаја; ConcV – брзина у ексцентричној фази; ConcТ – време трајања ексцентричне фазе.

Као и за кинетичке параметара концентричне фазе НЈ скока тако и за кинетичке параметара ексцентричне фазе НЈ скока није утврђена статистички значајна разлика између Е1 и Е2 групе.

У Табели 41 представљени су резултати разлика између E1 и E2 групе за дужину и време НЈ скока на иницијалном мерењу. Установљено је да не постоји статистички значајна разлика између група.

Табела 41. Разлике између E1 и E2 групе у кинетичким параметрима НЈ на иницијалном мерењу – цео скок

Варијабле	E1	E2	F	p	t	p (2-tailed)
	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	$\eta_p^2 = .02$	Мали утицај		

Легенда: Mean – вредност аритметичке средине; SD – стандардна девијација; λ – коефицијент Wilks-овог теста за једнакост центроида група; F – коефицијент F-теста за значајност Wilks' lambda и коефицијент Levene теста једнакости варијансе; t – коефицијент T-теста; p – коефицијент нивоа значајности; p (2-tailed) – коефицијент двостраног нивоа значајности; η_p^2 – делимични ета коефицијент величине утицаја; Length – дужина скока; T – време скока.

7.4.4. Разлике између E1 и E2 групе у кинематичким параметрима СМЈ теста на иницијалном мерењу

У Табели 42 представљени су резултати разлика између E1 и E2 групе за кинематичке параметара из сагиталне и фронталне равни СМЈ скока на иницијалном мерењу.

Табела 42. Разлике између E1 и E2 групе у кинематичким параметрима СМЈ на иницијалном мерењу

Сагитална раван						
Варијабле	E1	E2	F	p	t	p (2-tailed)
	Mean±SD	Mean±SD				
Угао кука, °	39.92±10.46	46.01±11.74	.071	.793	-1.23	.236
Угао колена, °	82.85±9.82	86.67±3.51	8.171	.010	-1.16	.262
$\lambda = .888$	F = 1.07	p = .365	$\eta_p^2 = .11$	Умерен утицај		
Фронтална раван						
Варијабле	E1	E2	F	p	t	p (2-tailed)
	Mean±SD	Mean±SD				
Угао левог колена, °	182.30±22.01	179.83±6.74	5.890	.026	.34	.738
Угао десног колена, °	170.23±20.41	177.14±17.49	.029	.867	-.81	.427
$\lambda = .964$	F = .31	p = .735	$\eta_p^2 = .04$	Мали утицај		

Легенда: Mean – вредност аритметичке средине; SD – стандардна девијација; λ – коефицијент Wilks-овог теста за једнакост центроида група; F – коефицијент F-теста за значајност Wilks' lambda и коефицијент Levene теста једнакости варијансе; t – коефицијент T-теста; p – коефицијент нивоа значајности; p (2-tailed) – коефицијент двостраног нивоа значајности; ° – степен.

Вредности резултата T-теста не показују постојање разлика за ниједну мерену варијаблу.

7.4.5. Разлике између E1 и E2 групе у кинематичким параметрима НЈ теста на иницијалном мерењу

У Табели 43 представљени су резултати разлика између E1 и E2 групе за кинематичке параметара НЈ скока на иницијалном мерењу.

Табела 43. Разлике између E1 и E2 групе у кинематичким параметрима НЈ на иницијалном мерењу							
Варијабле	E1		E2		F	p	t (2-tailed)
	Mean±SD	Mean±SD	Mean±SD	Mean±SD			
Угао кука, °	96.35±6.15	96.81±6.90	.09	.769	-.16	.877	
Угао колена, °	19.55±8.90	22.56±10.48	.00	.961	-.69	.498	
$\lambda = .974$ $F = .23$ $p = .800$ $\eta_p^2 = .03$ Мали утицај							
Легенда: Mean – вредност аритметичке средине; SD – стандардна девијација; λ – коефицијент Wilks-овог теста за једнакост центроида група; F – коефицијент F-теста за значајност Wilks' lambda и коефицијент Levene теста једнакости варијансе; t – коефицијент T-теста; p – коефицијент нивоа значајности; p (2-tailed) – коефицијент двостраног нивоа значајности; η_p^2 – делимични ета коефицијент величине утицаја; ° – степен.							

Обе мерене варијабле, угао кука и угао колена, не показују статистички значајне разлике између група на иницијалном мерењу.

7.4.6. Разлике између E1 и E2 групе у тензиомиографским параметрима на иницијалном мерењу

У Табели 44 представљени су резултати разлика између E1 и E2 групе за ТМГ параметаре шест мишића леве ноге на иницијалном мерењу.

Табела 44. Разлике између E1 и E2 групе у тензиомиографским параметрима на иницијалном мерењу – Лева нога							
m.Vastus lateralis							
Варијабле	E1		E2		F	p	t (2-tailed)
	Mean±SD	Mean±SD	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	
$\lambda = .790$ $F = .74$ $p = .604$ $\eta_p^2 = .21$ Велики утицај							
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

$\lambda = .762$ $F = .88$ $p = .522$ $\eta_p^2 = .24$ Велики утицај

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

$\lambda = .069$ $F = 1.27$ $p = .332$ $\eta_p^2 = .31$ Велики утицај

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

$\lambda = .700$ $F = 1.20$ $p = .360$ $\eta_p^2 = .30$ Велики утицај

m.Gastrocnemius lateralis

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

$\lambda = .826$ $F = .59$ $p = .708$ $\eta_p^2 = .17$ Велики утицај

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

$\lambda = .680$ $F = 1.30$ $p = .317$ $\eta_p^2 = .32$ Велики утицај

Легенда: Mean – вредност аритметичке средине; SD – стандардна девијација; λ – коефицијент Wilks-овог теста за једнакост центроида група; F – коефицијент F-теста за значајност Wilks' lambda и коефицијент Levene теста једнакости варијансе; t – коефицијент T-теста; p – коефицијент нивоа значајности; p (2-tailed) – коефицијент двостраног нивоа значајности; η_p^2 – делимични ета коефицијент величине утицаја; Tc – време контракције; Ts – време одржавања контракције; Tr – време опуштања; Dm – максимална амплитуда радијалног померања; Td – почетно време кашњења; * – статистички значајан резултат, $p < .05$.

За скоро све ТМГ параметре мишића Vastus medialis-a, Biceps femoris-a, Semitendinosus-a, Gastrocnemius lateralis-a и Gastrocnemius medialis-a, није установљена статистички значајна разлика између група. Једина значајна разлика постоји код мишића опружача леве потколенице Vastus lateralis-a, за Dm са $t = -2.10$, са граничном вредношћу, $p = .050$, (E1 Mean±SD, 2.80±1.31 и E2, 3.88±.96).

Резултати разлика између E1 и E2 групе за ТМГ параметаре шест мишића десне ноге на иницијалном мерењу представљени су у Табели 45.

Табела 45. Разлике између E1 и E2 групе у тензиомиографским параметрима на иницијалном мерењу – Десна нога

m.Vastus lateralis						
Варијабле	E1 Mean±SD	E2 Mean±SD	F	p	t	p (2-tailed)
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	$\eta^2 = .18$	Велики утицај		
<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	$\eta^2 = .21$	Велики утицај		
<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	$\eta^2 = .37$	Велики утицај		
<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

$\lambda = .910$ $F = .28$ $p = .917$ $\eta_p^2 = .09$ Умерен утицај

m.Gastrocnemius lateralis

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

$\lambda = .886$ $F = .36$ $p = .866$ $\eta_p^2 = .11$ Умерен утицај

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

$\lambda = .794$ $F = .73$ $p = .614$ $\eta_p^2 = .21$ Велики утицај

Легенда: Mean – вредност аритметичке средине; SD – стандардна девијација; λ – коефицијент Wilks-овог теста за једнакост центроида група; F – коефицијент F-теста за значајност Wilks' lambda и коефицијент Levene теста једнакости варијансе; t – коефицијент T-теста; p – коефицијент нивоа значајности; p (2-tailed) – коефицијент двостраног нивоа значајности; η_p^2 – делимични ета коефицијент величине утицаја; Tc – време контракције; Ts – време одржавања контракције; Tr – време опуштања; Dm – максимална амплитуда радијалног померања; Td – почетно време кашњења; * – статистички значајан резултат, $p < .05$.

Као и код резултата мишића леве ноге тако и за резултате мишића десне ноге не постоји статистичка значајна разлика између група за скоро ниједан ТМГ параметар. Мишићи Vastus lateralis, Vastus medialis, Semitendinosus, Gastrocnemius lateralis и Gastrocnemius medialis-а, нису показали значајне разлика, док је једина значајна разлика примећена код мишића флексора десне потколенице Biceps femoris-а, за Ts са $t = 2.87$, $p = .010$, (E1 Mean±SD, 221.97±80.03 и E2, 122.28±75.01).

7.4.7. Разлике између E1 и E2 групе у параметрима спринт теста на 10 m и 20 m на иницијалном мерењу

Резултати разлика између E1 и E2 групе за вредности спринт теста на 10 m и 20 m на иницијалном мерењу представљени су у Табели 46.

Табела 46. Разлике између E1 и E2 групе у параметрима спринт теста на 10 m и 20 m на иницијалном мерењу

Варијабле	E1	E2	F	p	t (2-tailed)	p
	Mean±SD	Mean±SD				
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
$\lambda = .855$ $F = 1.44$ $p = .265$ $\eta^2 = .14$ Велики утицај						

Легенда: Mean – вредност аритметичке средине; SD – стандардна девијација; λ – коефицијент Wilks-овог теста за једнакост центроида група; F – коефицијент F-теста за значајност Wilks' lambda и коефицијент Levene теста једнакости варијансе; t – коефицијент T-теста; p – коефицијент нивоа значајности; p (2-tailed) – коефицијент двостраног нивоа значајности; η^2 – делимични ета коефицијент величине утицаја.

Статистички значајна разлике не постоје између E1 и E2 групе за резултате спринт теста на 10 m ни на 20 m.

7.5. Разлике између E1 и E2 групе на финалном мерењу

7.5.1. Разлике између E1 и E2 групе у кинетичким параметрима СМЈ теста на финалном мерењу

У Табели 47 приказани су резултати T-теста за утврђивање разлика између E1 и E2 групе у кинетичким параметрима ексцентричне фазе СМЈ скока на финалном мерењу.

Табела 47. Разлике између E1 и E2 групе у кинетичким параметрима СМЈ на финалном мерењу – ексцентрична фаза скока

Варијабле	E1	E2	F	p	t (2-tailed)	p
	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
$\lambda = .549$ $F = 3.08$ $p = .049^*$ $\eta^2 = .45$ Велики утицај						

Легенда: Mean – вредност аритметичке средине; SD – стандардна девијација; λ – коефицијент Wilks-овог теста за једнакост центроида група; F – коефицијент F-теста за значајност Wilks' lambda и коефицијент Levene теста једнакости варијансе; t – коефицијент T-теста; p – коефицијент нивоа значајности; p (2-tailed) – коефицијент двостраног нивоа значајности; η^2 – делимични ета коефицијент величине утицаја; EccV – брзина у ексцентричној фази; EccF – релативна сила у ексцентричној фази; EccT – време трајања ексцентричне фазе; EccI – релативни импулс у ексцентричној фази; * – статистички значајан резултат.

Статистички значајна разлика постоји за једну мерену варијаблу EccV, $t = 2.60$, $p = .018$, (E1 Mean±SD, 1.39±.16 и E2, 1.18±.20), док за остале варијабле није уочена значајна разлика између група.

Табела 48. Разлике између E1 и E2 групе у кинетичким параметрима СМЈ на финалном мерењу – концентрична фаза скока

Варијабле	E1	E2	F	p	t (2-tailed)	p
	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
$\lambda = .547$ $F = 3.10$ $p = .048^*$ $\eta p^2 = .45$ Велики утицај						

Легенда: Mean – вредност аритметичке средине; SD – стандардна девијација; λ – коефицијент Wilks-овог теста за једнакост центроида група; F – коефицијент F-теста за значајност Wilks' lambda и коефицијент Levene теста једнакости варијансе; t – коефицијент T-теста; p – коефицијент нивоа значајности; p (2-tailed) – коефицијент двостраног нивоа значајности; ηp^2 – делимични ета коефицијент величине утицаја; ConcV – брзина у ексцентричној фази; ConcF – релативна сила у концентричној фази; ConcT – време трајања концентричне фазе; ConcI – релативни импулс у концентричној фази; * – статистички значајан резултат, $p < .05$.

У Табели 48 представљени су резултати разлика између E1 и E2 групе у кинетичким параметрима концентричне фазе СМЈ скока на финалном мерењу.

Утврђена је статистички значајна разлика за једну мерену варијаблу ConcT, $t = 2.13$, $p = .047$, (E1 Mean±SD, .40±.01 и E2, .31±.08), док остале варијабле не показују разлике између група.

У Табели 49 представљени су резултати разлика између E1 и E2 групе кинетичких параметара мерених током целог СМЈ скока на иницијалном мерењу.

Табела 49. Разлике између E1 и E2 групе у кинетичким параметрима СМЈ на финалном мерењу – цео скок

Варијабле	E1	E2	F	p	t (2-tailed)	p
	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
$\lambda = .505$ $F = 3.67$ $p = .028^*$ $\eta p^2 = .49$ Велики утицај						

Легенда: Mean – вредност аритметичке средине; SD – стандардна девијација; λ – коефицијент Wilks-овог теста за једнакост центроида група; F – коефицијент F-теста за значајност Wilks' lambda и коефицијент Levene теста једнакости варијансе; t – коефицијент T-теста; p – коефицијент нивоа значајности; p (2-tailed) – коефицијент двостраног нивоа значајности; ηp^2 – делимични ета коефицијент величине утицаја; Height – висина скока; Rel F – укупна релативна сила; T – време скока; Rel I – укупан релативни импулс; * – статистички значајан резултат, $p < .05$.

Као и код претходних резултата разлика за кинетичке параметаре ексцентричне и концентричне фазе, тако је и овде уочена разлика за једну мерену варијаблу, T, $t = 2.12$, $p = .048$, (E1 Mean±SD, .88±.13 и E2, .76±.13).

7.5.2. Разлике између E1 и E2 групе у кинетичким параметрима НЈ теста на финалном мерењу

Табела 50. Разлике између E1 и E2 групе у кинетичким параметрима НЈ на финалном мерењу – ексцентрична фаза скока

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

Легенда: Mean – вредност аритметичке средине; SD – стандардна девијација; λ – коефицијент Wilks-овог теста за једнакост центроида група; F – коефицијент F-теста за значајност Wilks' lambda и коефицијент Levene теста једнакости варијансе; t – коефицијент T-теста; p – коефицијент нивоа значајности; p (2-tailed) – коефицијент двостраног нивоа значајности; ηp^2 – делимични ета коефицијент величине утицаја; ЕссV – брзина у ексцентричној фази; ЕссТ – време трајања ексцентричне фазе; * – статистички значајан резултат, $p < .05$.

Резултати разлика између E1 и E2 групе у кинетичким параметрима ексцентричне фазе НЈ скока на финалном мерењу представљени су у Табели 50.

За варијаблу ЕссV установљено је на основу резултата да постоји значајна разлика на финалном мерењу између група, $t = 2.55$, $p = .020$, (E1 Mean±SD, 1.25±.19 и E2, 1.03±.20).

У Табели 51 представљени су резултати разлика између E1 и E2 групе у кинетичким параметрима концентричне фазе НЈ скока на финалном мерењу. На основу резултата нису утврђене разлике између група.

Табела 51. Разлике између E1 и E2 групе у кинетичким параметрима НЈ на финалном мерењу – концентрична фаза скока

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

Легенда: Mean – вредност аритметичке средине; SD – стандардна девијација; λ – коефицијент Wilks-овог теста за једнакост центроида група; F – коефицијент F-теста за значајност Wilks' lambda и коефицијент Levene теста једнакости варијансе; t – коефицијент T-теста; p – коефицијент нивоа значајности; p (2-tailed) – коефицијент двостраног нивоа значајности; ηp^2 – делимични ета коефицијент величине утицаја; КонсV – брзина у ексцентричној фази; КонсТ – време трајања ексцентричне фазе.

У Табели 52 представљени су резултати разлика између E1 и E2 групе за цео НЈ скок на финалном мерењу. Установљено је да постоји значајна разлика између група за варијаблу Length односно дужину скока, $t = 2.17$, $p = .044$, (E1 Mean±SD, 2.20±.25 и E2, 2.01±.12).

Табела 52. Разлике између E1 и E2 групе у кинетичким параметрима НЈ на финалном мерењу – цео скок

Варијабле	E1	E2	F	p	t	p (2-tailed)
	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
<hr/>						
$\lambda = .777$	F = 2.44	p = .117	$\eta_p^2 = .22$	Велики утицај		

Легенда: Mean – вредност аритметичке средине; SD – стандардна девијација; λ – коефицијент Wilks-овог теста за једнакост центроида група; F – коефицијент F-теста за значајност Wilks' lambda и коефицијент Levene теста једнакости варијансе; t – коефицијент T-теста; p – коефицијент нивоа значајности; p (2-tailed) – коефицијент двостраног нивоа значајности; η_p^2 – делимични ета коефицијент величине утицаја; Length – дужина скока; T – време скока; * – статистички значајан резултат, p < .05.

7.5.3. Разлике између E1 и E2 групе у кинематичким параметрима СМЈ теста на финалном мерењу

У Табели 53 представљени су резултати разлика између E1 и E2 групе за кинематичке параметара СМЈ скока на финалном мерењу, мерене из сагиталне и из фронталне равни.

Табела 53. Разлике између E1 и E2 групе у кинематичким параметрима СМЈ на финалном мерењу

Сагитална раван						
Варијабле	E1	E2	F	p	t (2-tailed)	p
	Mean±SD	Mean±SD				
Угао кука, °	36.70±9.46	45.20±8.43	.106	.748	-2.57	.019*
Угао колена, °	83.56±7.97	88.64±6.70	.530	.476	-1.67	.112
<hr/>						
$\lambda = .697$	F = 3.70	p = .046*	$\eta_p^2 = .30$	Велики утицај		
<hr/>						
Фронтална раван						
Варијабле	E1	E2	F	p	t (2-tailed)	p
	Mean±SD	Mean±SD				
Угао левог колена, °	186.09±15.55	182.82±13.83	.03	.860	.50	.625
Угао десног колена, °	173.19±11.23	175.40±15.93	1.75	.202	-.36	.724
<hr/>						
$\lambda = .985$	F = .13	p = .879	$\eta_p^2 = .01$	Мали утицај		

Легенда: Mean – вредност аритметичке средине; SD – стандардна девијација; λ – коефицијент Wilks-овог теста за једнакост центроида група; F – коефицијент F-теста за значајност Wilks' lambda и коефицијент Levene теста једнакости варијансе; t – коефицијент T-теста; p – коефицијент нивоа значајности; p (2-tailed) – коефицијент двостраног нивоа значајности; η_p^2 – делимични ета коефицијент величине утицаја; ° – степен; * – статистички значајан резултат, p < .05.

Вредности T-теста СМЈ скока за кинематичке параметре из сагиталне равни показале су половичан резултат где је једна варијабла угао кука показала значајну разлику, t = -2.57, p = .019, (E1 Mean±SD, 36.70±9.46 и E2, 45.20±8.43), док друга варијабла угао колена није. Резултати из фронталне равни не показују да постоји статистичка значајна разлика између група на финалном мерењу.

7.5.4. Разлике између E1 и E2 групе у кинематичким параметрима НЈ теста на финалном мерењу

У Табели 54 представљени су резултати разлика између E1 и E2 групе за кинематичке параметара НЈ скока на иницијалном мерењу.

Табела 54. Разлике између E1 и E2 групе у кинематичким параметрима НЈ на финалном мерењу							
Варијабле	E1		E2		F	p	t (2-tailed)
	Mean±SD	Mean±SD	Mean±SD	Mean±SD			
Угао кука, °	99.64±7.98	95.58±10.67	.710	.411	.96	.348	
Угао колена, °	14.59±8.0	22.24±8.12	.003	.956	-2.12	.048*	
$\lambda = .794$		F = 2.20		p = .141		$\eta^2 = .21$	Велики утицај

Легенда: Mean – вредност аритметичке средине; SD – стандардна девијација; λ – коефицијент Wilks-овог теста за једнакост центроида група; F – коефицијент F-теста за значајност Wilks' lambda и коефицијент Levene теста једнакости варијансе; t – коефицијент T-теста; p – коефицијент нивоа значајности; p (2-tailed) – коефицијент двостраног нивоа значајности; η^2 – делимични ета коефицијент величине утицаја; ° – степен; * – статистички значајан резултат, p < .05.

Половичан резултат примећен је и код кинематичних параметара НЈ скока на финалном мерењу, варијабла угао кука показала је значајну разлику између група, t = -2.12, p = .048, (E1 Mean±SD, 14.59±8.00 и E2, 22.24±8.12), док друга варијабла угао колена није.

7.5.5. Разлике између E1 и E2 групе у тензиомиографским параметрима на финалном мерењу

У Табели 55 представљени су резултати разлика између E1 и E2 групе за ТМГ параметаре шест мишића леве ноге на финалном мерењу.

Табела 55. Разлике између E1 и E2 групе у тензиомиографским параметрима на финалном мерењу – Лева нога							
m.Vastus lateralis							
Варијабле	E1		E2		F	p	t (2-tailed)
	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*		$\eta^2 = .64$	Велики утицај

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
<hr/>						
$\lambda = .559$	F = 2.20	p = .112	$\eta_p^2 = .44$	Велики утицај		
<hr/>						
m.Biceps femoris						
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	$\eta_p^2 = .22$	Велики утицај		
<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	$\eta_p^2 = .17$	Велики утицај		
<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	$\eta_p^2 = .33$	Велики утицај		
<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	$\eta_p^2 = .43$	Велики утицај		

Легенда: Mean – вредност аритметичке средине; SD – стандардна девијација; λ – коефицијент Wilks-овог теста за једнакост центроида група; F – коефицијент F-теста за значајност Wilks' lambda и коефицијент Levene теста једнакости варијансе; t – коефицијент T-теста; p – коефицијент нивоа значајности; p (2-tailed) – коефицијент двостраног нивоа значајности; η^2 – делимични ета коефицијент величине утицаја; Tc – време контракције; Ts – време одржавања контракције; Tr – време опуштања; Dm – максимална амплитуда радијалног померања; Td – почетно време кашњења; * – статистички значајан резултат, $p < .05$; ** – статистички значајан резултат, $p < .001$.

Код оба мишића опружача леве потколенице Vastus lateralis-a и Vastus medialis-a, уочена је разилка између група за ТМГ параметре, Td са вредностима $t = 2.25$, $p = .037$, (E1 Mean \pm SD, 22.26 \pm .73 и E2, 21.18 \pm 1.33), односно Tc са вредностима $t = 2.48$, $p = .023$, (E1 Mean \pm SD, 24.86 \pm 1.81 и E2, 22.42 \pm 2.55), док остали ТМГ параметри нису показали значајну разлику. Један од два мишића прегибача леве потколенице Biceps femoris, показао је један ТМГ параметар који има значајну разлику између група, Dm са вредностима $t = 2.17$, $p = .044$, (E1 Mean \pm SD, 7.49 \pm 1.68 и E2, 5.71 \pm 1.99), док остали ТМГ параметари нису показали значајне разлике. Други мишић прегибача леве потколенице Semitendinosus, није показао значајну разлику за ниједан мерени параметар. Мишићи опружачи стопала леве ноге показују половичан резултат где је један мишић Gastrocnemius medialis, приказао постојање разлике између група на финалном мерењу за један ТМГ параметар, Tr са вредностима $t = 2.21$, $p = .041$, (E1 Mean \pm SD, 110.82 \pm 73.28 и E2, 50.98 \pm 44.64). Други мишић опружача стопала леве ноге Gastrocnemius lateralis, није показао постојање статистички значајних разлика.

Резултати разлика између E1 и E2 групе за ТМГ параметаре шест мишића десне ноге на финалном мерењу представљени су у Табели 56.

Табела 56. Разлике између E1 и E2 групе у тензиомиографским параметрима на финалном мерењу – Десна нога

m.Vastus lateralis						
Варијабле	E1 Mean \pm SD	E2 Mean \pm SD	F	p	t (2-tailed)	p
Tc	22.48 \pm 1.85	22.78 \pm 2.33	.267	.612	-.32	.756
Ts	115.44 \pm 19.87	113.29 \pm 40.25	3.858	.065	.15	.881
Tr	86.29 \pm 19.39	68.86 \pm 35.89	7.086	.016*	1.35	.193
Dm	4.35 \pm 1.07	4.50 \pm .82	.058	.812	-.33	.742
Td	21.51 \pm .64	21.14 \pm 1.05	2.484	.132	.95	.353
<hr/>						
$\lambda = .803$	F = .69	p = .641	$\eta^2 = .20$	Велики утицај		
<hr/>						
m.Vastus medialis						
Tc	23.56 \pm 2.45	23.19 \pm 2.87	.085	.774	.31	.761
Ts	238.41 \pm 124.94	192.97 \pm 12.85	3.468	.079	1.14	.268
Tr	51.28 \pm 17.44	53.29 \pm 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

$\lambda = .688$ $F = 1.27$ $p = .331$ $\eta_p^2 = .31$ Велики утицај

m.Biceps femoris

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

$\lambda = .650$ $F = 1.51$ $p = .249$ $\eta_p^2 = .35$ Велики утицај

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

$\lambda = .927$ $F = .22$ $p = .948$ $\eta_p^2 = .07$ Умерен утицај

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

$\lambda = .929$ $F = .21$ $p = .951$ $\eta_p^2 = .07$ Умерен утицај

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*

$\lambda = .420$ $F = 3.86$ $p = .021^*$ $\eta_p^2 = .58$ Велики утицај

Легенда: Mean – вредност аритметичке средине; SD – стандардна девијација; λ – коефицијент Wilks-овог теста за једнакост центроида група; F – коефицијент F-теста за значајност Wilks' lambda и коефицијент Levene теста једнакости варијансе; t – коефицијент T-теста; p – коефицијент нивоа значајности; p (2-tailed) – коефицијент двостраног нивоа значајности; η_p^2 – делимични ета коефицијент величине утицаја; Tc – време контракције; Ts – време одржавања контракције; Tr – време опуштања; Dm – максимална амплитуда радијалног померања; Td – почетно време кашњења; * – статистички значајан резултат, $p < .05$; ** – статистички значајан резултат, $p < .001$.

Мишићи опружача десне потколенице Vastus lateralis и Vastus medialis, не показују постојање значајних разлика између група за ниједан мерени ТМГ параметар. Мишић Biceps femoris, један од два мишића прегибача десне потколенице, показао да постоји статистички значајна разлика између група за Ts, са вредностима $t = -2.18$, $p = .042$, (E1 Mean±SD, 35.51±7.70 и E2, 47.15±14.99), док други мишић Semitendinosus није показао значајну разлику за ниједан мерени параметар. Један мишић опружача стопала десне ноге Gastrocnemius lateralis, није показао постојање значајних разлика за ниједан мерени ТМГ параметар, док други мишић опружача стопала десне ноге Gastrocnemius medialis, показао је значајне разлике за три ТМГ параметра, за Ts са вредностима $t = 2.27$, $p = .036$, (E1 Mean±SD, 234.61±11.80 и E2, 166.07±94.90), за Dm, са вредностима $t = 2.22$, $p = .039$, (E1 Mean±SD, 2.96±1.07 и E2, 2.00±.85), и за Td, са вредностима $t = 2.37$, $p = .029$, (E1 Mean±SD, 21.34±1.12 и E2, 19.79±1.74).

7.5.6. Разлике између E1 и E2 групе у параметрима спринт теста процене брзине 10 m и 20 m на финалном мерењу

Резултати разлика између E1 и E2 групе за вредности спринт теста на 10 m и 20 m на финалном мерењу представљени су у Табели 57.

Табела 57. Разлике између E1 и E2 групе у параметрима спринт теста на 10 m и 20 m на финалном мерењу

Варијабле	E1 Mean±SD	E2 Mean±SD	F	p	t (2-tailed)	p
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*
$\lambda = .683$		$F = 3.94$	$p = .039^*$	$\eta p^2 = .32$	Велики утицај	

Легенда: Mean – вредност аритметичке средине; SD – стандардна девијација; λ – коефицијент Wilks-овог теста за једнакост центроида група; F – коефицијент F-теста за значајност Wilks' lambda и коефицијент Levene теста једнакости варијансе; t – коефицијент T-теста; p – коефицијент нивоа значајности; p (2-tailed) – коефицијент двостраног нивоа значајности; * – статистички значајан резултат, $p < .05$; ηp^2 – делимични ета коефицијент величине утицаја.

Разлика између испитаница E1 и E2 групе на финалном мерењу установљена је за оба резултата времена спринт теста на 10 m и 20 m, са вредностима $t = -2.13$, $p = .047$, (E1 Mean±SD, 1.76±.08 и E2, 1.84±.08), и $t = -2.88$, $p = .010$, (E1 Mean±SD, 3.19±.12 и E2, 3.36±.12).

7.6. Разлике између иницијалног и финалног мерења E1 и E2 групе за биомеханичке параметре

7.6.1. Разлике између иницијалног и финалног мерења код кинетичких параметара СМЈ теста

Разлика између иницијалног и финалног мерења код E1 и E2 групе за кинетичке параметре ексцентричне фазе СМЈ скока приказана је у Табели 58.

Табела 58. Разлике између иницијалног и финалног мерења у кинетичким параметрима (СМЈ) код E1 и E2 групе – ексцентрична фаза скока										
Варијабле	E1 I→F					E2 I→F				
	Diff (%)	F	p	η_p^2	Утицај	Diff (%)	F	p	η_p^2	Утицај
EccV, m/s	.07 (5.3)	5.11	.050*	.36	Велики	.14 (13.46)	2.42	.154	.21	Велики
EccF, F·Ns	1.47 (6.6)	7.56	.022*	.46	Велики	1.58 (7.46)	5.87	.038*	.39	Велики
EccT, s	-.02 (4.08)	.34	.573	.04	Мали	-.05 (10.2)	2.15	.176	.19	Велики
EccI, N·m/s	1.99 (4.51)	.24	.636	.03	Мали	3.61 (9.34)	1.63	.234	.15	Велики
	$\lambda = .305$	3.42	.087	.69	Велики	$\lambda = .576$	1.10	.435	.42	Велики

Легенда: I→F Diff (%) – разлика између иницијалног и финалног мерења; λ – коефицијент Wilks-овог теста за једнакост центроида група; F – коефицијент F-теста за значајност Wilks' lambda; η_p^2 – делимични ета коефицијент величине утицаја; p – коефицијент нивоа значајности; EccV – брзина у ексцентричној фази; EccF – релативна сила у ексцентричној фази; EccT – време трајања ексцентричне фазе; EccI – релативни импулс у ексцентричној фази; * – статистички значајан резултат, $p < .05$

Резултати мултиваријантне анализе варијансе поновљених мерења показују да не постоје значајне разлике између иницијалног и финалног мерења као ни утицаја времена код обе групе за кинетичке параметре ексцентричне фазе СМЈ скока. Посматрајући појединачне параметре на униваријантном нивоу, време има велики значајан утицај код E1 групе за две варијабле, EccV, $p = .05$, $\eta_p^2 = .36$, и EccF, $p = .022$, $\eta_p^2 = .46$, (E1 I→F Diff, .07 (5.3%) и 1.47 (6.6%)), односно код E2 групе за један параметар EccF, $p = .038$, $\eta_p^2 = .39$, (E2 I→F Diff, 1.58 (7.46%)).

У Табели 59 приказана је разлика између иницијалног и финалног мерења код E1 и E2 групе за кинетичке параметре концентричне фазе СМЈ скока.

Резултати мултиваријантне анализе варијансе поновљених мерења показују да постоје значајне разлике између иницијалног и финалног мерења код E1 и E2 групе као и велики значајна утицај времена за кинетичке параметре концентричне фазе СМЈ скока, E1 – $\lambda = .149$, $F = 8.57$, $p = .012$, $\eta_p^2 = .85$, односно E2 – $\lambda = .201$, $F = 5.98$, $p = .027$, $\eta_p^2 = .80$. Посматрајући појединачне параметре на униваријантном нивоу, време има велики значајан утицај код E1 групе за три мерене варијабле, ConcV, $p = .000$, $\eta_p^2 = .78$

(E1 I→F Diff, .19 (8.29%), ConcF, $p = .003$, $\eta^2 = .63$ (E1 I→F Diff, 1.63 (7.31%), и ConcT, $p = .019$, $\eta^2 = .47$ (E1 I→F Diff, .08 (2.5%), док код E2 групе има два параметра, ConcV, $p = .010$, $\eta^2 = .54$ (E2 I→F Diff, .13 (5.83%), и ConcI, $p = .003$, $\eta^2 = .65$ (E2 I→F Diff, 7.30 (5.01%).

Табела 59. Разлике између иницијалног и финалног мерења у кинетичким параметрима (СМЈ) код E1 и E2 групе – концентрична фаза скока

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

Легенда: I→F Diff (%) – разлика између иницијалног и финалног мерења; λ – коефицијент Wilks-овог теста за једнакост центроида група; F – коефицијент F-теста за значајност Wilks' lambda; η^2 – делимични ета коефицијент величине утицаја; p – коефицијент нивоа значајности; ConcV – брзина у ексцентричној фази; ConcF – релативна сила у концентричној фази; ConcT – време трајања концентричне фазе; ConcI – релативни импулс у концентричној фази; * – статистички значајан резултат, $p < .05$; ** – статистички значајан резултат, $p < .001$.

У Табели 60 приказана је разлика између иницијалног и финалног мерења код E1 и E2 групе за кинетичке параметре мерених током целог СМЈ скока.

Табела 60. Разлике између иницијалног и финалног мерења у кинетичким параметрима (СМЈ) код E1 и E2 групе – цео скок

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

Легенда: I→F Diff (%) – разлика између иницијалног и финалног мерења; λ – коефицијент Wilks-овог теста за једнакост центроида група; F – коефицијент F-теста за значајност Wilks' lambda; η^2 – делимични ета коефицијент величине утицаја; p – коефицијент нивоа значајности; ; Height – висина скока; Rel F – укупна релативна сила; T – време скока; Rel I – укупан релативни импулс; * – статистички значајан резултат, $p < .05$; ** – статистички значајан резултат, $p < .001$.

Резултати на мултиваријантном нивоу показују да постоје разлике између иницијалног и финалног мерења као и велики утицај времена само код E1 групе за кинетичке параметре СМЈ целог скока, $\lambda = .181$, $F = 6.79$, $p = .020$, $\eta^2 = .82$, док E2 група није показала значајне разлике. Појединачни параметри показали су постојање разлика између иницијалног и финалног мерења, велики значајан утицај код E1 групе за три

мерене варијабле, Height, $p = .000$, $\eta^2 = .79$, (E1 I→F Diff, 3.42 (9.02%), RelF, $p = .006$, $\eta^2 = .59$, (E1 I→F Diff, 17.01 (7.48%), и за Rel I, $p = .006$, $\eta^2 = .58$, (E1 I→F Diff, 9.14 (6.21%), а код код E2 групе значајне резултате за две варијабле, Height, $p = .011$, $\eta^2 = .53$, (E2 I→F Diff, 2.07 (5.59%) и Rel I, $p = .005$, $\eta^2 = .60$, (E2 I→F Diff, 6.76 (4.71%).

7.6.2. Разлике између иницијалног и финалног мерења код кинетичких параметара НЈ теста

У Табели 61 приказана је разлика између иницијалног и финалног мерења код E1 и E2 групе за кинетичке параметре ексцентричне фазе НЈ скока.

Табела 61. Разлике између иницијалног и финалног мерења у кинетичким параметрима (НЈ) код E1 и E2 групе – ексцентрична фаза скока										
Варијабле	E1 I→F					E2 I→F				
	Diff (%)	F	p	η^2	Утицај	Diff (%)	F	p	η^2	Утицај
EccV, m/s	.10 (8.69)	5.17	.049*	.36	Велики	-.02 (1.9)	.16	.701	.02	Мали
EccT, s	.05 (5.62)	.64	.443	.07	Умерен	.02 (2.22)	.03	.870	.01	Мали
	$\lambda = .599$	2.67	.129	.40	Велики	$\lambda = .969$	.13	.882	.03	Мали

Легенда: I→F Diff (%) – разлика између иницијалног и финалног мерења; λ – коефицијент Wilks-овог теста за једнакост центроида група; F – коефицијент F-теста за значајност Wilks' lambda; η^2 – делимични ета коефицијент величине утицаја; p – коефицијент нивоа значајности; EccV – брзина у ексцентричној фази; EccT – време трајања ексцентричне фазе; * – статистички значајан резултат, $p < .05$

На основу резултата мултиваријантне анализе варијансе поновљених мерења установљено је да не постоје разлике ни на мултиваријантном ни на униваријантном нивоу за кинетичке параметре ексцентричне фазе НЈ скока између иницијалног и финалног мерења код обе групе, као ни статистички значајан утицај мерених варијабли.

У Табели 62 приказана је разлика између иницијалног и финалног мерења код E1 и E2 групе за кинетичке параметре концентричне фазе НЈ скока.

На мултиваријантном нивоу резултати показују да постоје разлике између иницијалног и финалног мерења код E1 и E2 групе као и велики утицај времена на кинетичке параметре концентричне фазе НЈ скока, E1 – $\lambda = .231$, $F = 13.32$, $p = .003$, $\eta^2 = .77$, односно E2 – $\lambda = .457$, $F = 4.75$, $p = .044$, $\eta^2 = .54$. По један од два појединачна параметра на униваријантном нивоу код обе групе показао је постојање значајних разлика и велики утицај времена за ConcV, $p = .000$, $\eta^2 = .77$, (E1 I→F Diff, .44 (11.92%) у E1 групи, и ConcV, $p = .011$, $\eta^2 = .53$, (E2 I→F Diff, .37 (10.39%) у E2 групи.

Табела 62. Разлике између иницијалног и финалног мерења у кинетичким параметрима (НЈ) код Е1 и Е2 групе – концентрична фаза скока

Варијабле	Е1 I→F					Е2 I→F				
	Diff (%)	F	p	η_p^2	Утицај	Diff (%)	F	p	η_p^2	Утицај
ConcV, m/s	.44 (11.92)	29.92	.000**	.77	Велики	.37 (10.39)	10.33	.011*	.53	Велики
ConcT, s	.01 (3.45)	.08	.778	.01	Мали	-.01 (3.44)	.04	.850	.01	Мали
	$\lambda = .231$	13.32	.003*	.77	Велики	$\lambda = .457$	4.75	.044*	.54	Велики

Легенда: I→F Diff (%) – разлика између иницијалног и финалног мерења; λ – коефицијент Wilks-овог теста за једнакост центроида група; F – коефицијент F-теста за значајност Wilks' lambda; η_p^2 – делимични ета коефицијент величине утицаја; p – коефицијент нивоа значајности; ConcV – брзина у ексцентричној фази; ConcT – време трајања ексцентричне фазе; * – статистички значајан резултат, $p < .05$; ** – статистички значајан резултат, $p < .001$.

У Табели 63 приказана је разлика између иницијалног и финалног мерења код Е1 и Е2 групе за цео НЈ скок.

Табела 63. Разлике између иницијалног и финалног мерења у кинетичким параметрима (НЈ) код Е1 и Е2 групе – цео скок

Варијабле	Е1 I→F					Е2 I→F				
	Diff (%)	F	p	η_p^2	Утицај	Diff (%)	F	p	η_p^2	Утицај
Length, m	.29 (15.18)	59.16	.000**	.87	Велики	.16 (8.64)	15.15	.004*	.63	Велики
T, s	.05 (3.39)	.50	.498	.05	Мали	.01 (.84)	.03	.864	.01	Мали
	$\lambda = .132$	26.39	.000**	.87	Велики	$\lambda = .321$	8.48	.011*	.68	Велики

Легенда: I→F Diff (%) – разлика између иницијалног и финалног мерења; λ – коефицијент Wilks-овог теста за једнакост центроида група; F – коефицијент F-теста за значајност Wilks' lambda; η_p^2 – делимични ета коефицијент величине утицаја; p – коефицијент нивоа значајности; Length – дужина скока; T – време скока; * – статистички значајан резултат, $p < .05$; ** – статистички значајан резултат, $p < .001$.

Резултати показују да постоје разлике између иницијалног и финалног мерења као и велики утицај времена за дужину и трајање НЈ скока код обе групе, Е1 – $\lambda = .132$, $F = 26.39$, $p = .000$, $\eta_p^2 = .87$, односно Е2 – $\lambda = .321$, $F = 8.48$, $p = .011$, $\eta_p^2 = .68$. Посматрајући појединачне параметре, дужину трајања НЈ скока, T није показала значајне разлике ни у једној групи на униваријантном нивоу као ни значајан утицај времена. Дужина скока показала је значајне разлика и утицај времена код обе групе, Length $p = .000$, $\eta_p^2 = .87$, (Е1 I→F Diff, .29 (15.18%) у Е1 групи, односно $p = .004$, $\eta_p^2 = .63$, (Е2 I→F Diff, .16 (8.64%) у Е2 групи.

7.6.3. Разлике између иницијалног и финалног мерења код кинематичких параметара СМЈ теста

У Табели 64 приказана је разлика између иницијалног и финалног мерења код Е1 и Е2 групе за кинематичке параметре СМЈ скока мерене из сагиталне и фронталне равни.

Табела 64. Разлике између иницијалног и финалног мерења у кинематичким параметрима (СМЈ) код Е1 и Е2 групе										
Сагитална раван										
Варијабле	Е1 I→F					Е2 I→F				
	Diff (%)	F	p	η_p^2	Утицај	Diff (%)	F	p	η_p^2	Утицај
∠кука, °	-3.22 (8.06)	3.84	.082	.30	Велики	-.81 (1.76)	.04	.840	.01	Мали
∠колена, °	.71 (.86)	.02	.884	.01	Мали	1.97 (2.27)	.97	.351	.10	Умерен
	$\lambda = .617$	2.48	.145	.38	Велики	$\lambda = .840$	.763	.497	.16	Велики
Фронтална раван										
∠левог колена, °	3.79 (2.08)	.48	.507	.05	Мали	2.99 (1.66)	.62	.453	.06	Умерен
∠десног колена, °	2.96 (1.74)	.39	.547	.04	Мали	-1.74 (.98)	.16	.701	.02	Мали
	$\lambda = .881$	.542	.602	.12	Умерен	$\lambda = .932$	.294	.753	.07	Умерен

Легенда: I→F Diff (%) – разлика између иницијалног и финалног мерења; λ – коефицијент Wilks-овог теста за једнакост центроида група; F – коефицијент F-теста за значајност Wilks' lambda; η_p^2 – делимични ета коефицијент величине утицаја; p – коефицијент нивоа значајности; ∠ – угао; ° – степен.

На основу резултата мултиваријантне анализе варијансе поновљених мерења установљено је да не постоје значајне разлике између иницијалног и финалног мерења код Е1 и Е2 групе за кинематичке параметре СМЈ скока ни у једној мереној равни. Такође, посматрајући појединачне параметре нису установљене значајне разлике као ни статистички значајан утицај времена за ниједну мерену варијаблу.

7.6.4. Разлике између иницијалног и финалног мерења код кинематичких параметара НЈ теста

Разлике између иницијалног и финалног мерења код Е1 и Е2 групе за кинематичке параметре НЈ скока приказане су у Табели 65.

Резултати на мултиваријантном нивоу показују да постоје значајне разлике између иницијалног и финалног мерења као и велики утицај времена само код Е1 групе за кинематичке параметре НЈ, $\lambda = .454$, $F = 4.82$, $p = .042$, $\eta_p^2 = .55$, док друга Е2 група није показала значајне разлике. Такође, на униваријантном нивоу једино је Е1 група

показала значајне разлике између иницијалног и финалног мерења и значајан утицај времена за угао кука, $p = .012$, $\eta^2 = .52$, (E1 I→F Diff, 3.29 (3.41%).

Табела 65. Разлике између иницијалног и финалног мерења у кинематичким параметрима (HJ) код E1 и E2 групе

Варијабле	E1 I→F					E2 I→F				
	Diff (%)	F	p	η^2	Утицај	Diff (%)	F	p	η^2	Утицај
∠кука, °	3.29 (3.41)	9.71	.012*	.52	Велики	-1.23 (1.27)	.01	.935	.01	Мали
∠колена, °	-4.96 (25.37)	3.03	.116	.25	Велики	-.32 (1.42)	.18	.683	.02	Мали
	$\lambda = .454$	4.82	.042*	.55	Велики	$\lambda = .977$	.10	.910	.02	Мали

Легенда: I→F Diff (%) – разлика између иницијалног и финалног мерења; λ – коефицијент Wilks-овог теста за једнакост центроида група; F – коефицијент F-теста за значајност Wilks' lambda; η^2 – делимични ета коефицијент величине утицаја; p – коефицијент нивоа значајности; ∠ – угао; ° – степен; * – статистички значајан резултат, $p < .05$.

7.6.5. Разлике између иницијалног и финалног мерења код тензиомиографских параметара

У Табели 66 приказана је разлика између иницијалног и финалног мерења код E1 и E2 групе за ТМГ параметре шест мишића леве ноге испитаница.

Табела 66. Разлике између иницијалног и финалног мерења у тензиомиографским параметрима код E1 и E2 групе – Лева нога

m.Vastus lateralis										
Варијабле	E1 I→F					E2 I→F				
	Diff (%)	F	p	η^2	Утицај	Diff (%)	F	p	η^2	Утицај
Tc, ms	1.9 (9.30)	3.87	.081	.30	Велики	-2.39 (9.97)	3.20	.107	.26	Велики
Ts, ms	52.28 (81.34)	10.05	.011*	.59	Велики	22.36 (34.30)	4.42	.065	.33	Велики
Tr, ms	51.28 (144.45)	12.75	.006*	.59	Велики	17.3 (25.68)	2.21	.171	.20	Велики
Dm, mm	1.69 (60.36)	14.14	.004*	.61	Велики	.4 (10.31)	1.06	.329	.11	Умерен
Td, ms	1.13 (5.35)	3.85	.081	.30	Велики	-.77 (3.51)	2.52	.147	.22	Велики
	$\lambda = .198$	4.05	.075	.80	Велики	$\lambda = .260$	2.85	.138	.74	Велики
m.Vastus medialis										
Tc, ms	1.56 (6.70)	14.93	.004*	.62	Велики	.09 (.40)	.02	.883	.01	Мали
Ts, ms	27.71 (16.41)	16.69	.003*	.65	Велики	5.05 (2.84)	.44	.525	.04	Мали
Tr, ms	9.25 (15.75)	.37	.559	.04	Мали	12.2 (30.65)	.94	.357	.09	Умерен
Dm, mm	.13 (2.65)	.07	.795	.01	Мали	.19 (3.70)	.13	.726	.01	Мали
Td, ms	.38 (1.80)	1.01	.341	.10	Умерен	.34 (1.63)	.45	.520	.04	Мали
	$\lambda = .058$	16.26	.004*	.94	Велики	$\lambda = .783$	.28	.907	.22	Велики

m.Biceps femoris										
Tc, ms	4.19 (10.44)	.42	.533	.04	Мали	9.04 (27.19)	3.30	.103	.27	Велики
Ts, ms	41.3 (29.09)	3.85	.081	.30	Велики	-15.83 (7.95)	.75	.408	.08	Умерен
Tr, ms	34.3 (75.92)	10.57	.010*	.54	Велики	13.54 (26.22)	2.24	.169	.20	Велики
Dm, mm	3.01 (67.19)	13.67	.005*	.60	Велики	1.98 (53.08)	11.22	.009*	.55	Велики
Td, ms	2.03 (8.09)	3.90	.080	.31	Велики	2.02 (8.60)	4.69	.058	.34	Велики
$\lambda = .246$					Велики	$\lambda = .232$				
m.Semitendinosus										
Tc, ms	-8.47 (18.27)	2.54	.145	.22	Велики	-9.42 (20.86)	7.83	.021*	.46	Велики
Ts, ms	30.02 (19.83)	5.59	.042*	.38	Велики	8.24 (5.17)	0.68	.432	.07	Умерен
Tr, ms	8.81 (11.23)	0.45	.521	.05	Мали	6.02 (8.29)	0.33	.582	.03	Мали
Dm, mm	-.2 (3.33)	0.04	.840	.01	Мали	-.24 (4.03)	0.09	.773	.01	Мали
Td, ms	-.71 (2.75)	0.40	.542	.04	Мали	-.1 (.37)	0.01	.971	.01	Мали
$\lambda = .271$					Велики	$\lambda = .437$				
m.Gastrocnemius lateralis										
Tc, ms	.51 (1.85)	.03	.855	.01	Мали	-3.66 (16.25)	1.78	.214	.17	Велики
Ts, ms	28.32 (14.76)	9.08	.015*	.50	Велики	37.29 (21.56)	4.53	.062	.33	Велики
Tr, ms	-23.97 (43.78)	1.69	.225	.16	Велики	-35.18 (60.96)	4.23	.070	.32	Велики
Dm, mm	-.5 (19.01)	4.40	.065	.33	Велики	-.15 (6.25)	.16	.702	.02	Мали
Td, ms	-2.17 (10.35)	8.54	.017*	.49	Велики	-2.07 (10.06)	22.34	.001*	.71	Велики
$\lambda = .288$					Велики	$\lambda = .079$				
m.Gastrocnemius medialis										
Tc, ms	3.98 (24.36)	9.94	.012*	.52	Велики	4.02 (24.00)	12.04	.007*	.57	Велики
Ts, ms	50.78 (28.06)	3.04	.115	.25	Велики	56.78 (52.87)	4.61	.060	.34	Велики
Tr, ms	68.51 (161.92)	8.43	.017*	.48	Велики	27.9 (120.88)	2.11	.180	.19	Велики
Dm, mm	1.73 (155.86)	23.68	.001*	.72	Велики	1.64 (182.22)	24.77	.001*	.73	Велики
Td, ms	2.14 (11.52)	15.16	.004*	.63	Велики	3.05 (17.62)	21.14	.001*	.70	Велики
$\lambda = .159$					Велики	$\lambda = .210$				

Легенда: I→F Diff (%) – разлика између иницијалног и финалног мерења; λ – коефицијент Wilks-овог теста за једнакост центроида група; F – коефицијент F-теста за значајност Wilks' lambda; η^2 – делимични ета коефицијент величине утицаја; p – коефицијент нивоа значајности; Tc – време контракције; Ts – време одржавања контракције; Tr – време опуштања; Dm – максимална амплитуда радијалног померања; Td – почетно време кашњења; * – статистички значајан резултат, p < .05.

Резултати на мултиваријантном нивоу код E1 групе показују да постоји значајан велики утицај времена и разлике између иницијалног и финалног мерења за два мишића леве ноге, опружача потколенице Vastus medialis-a, $\lambda = .058$, F = 16.26, p = .004,

$\eta^2 = .94$, и опружача стопала, *Gastrocnemius medialis*-a, $\lambda = .159$, $F = 5.30$, $p = .046$, $\eta^2 = .84$. Код E2 групе само је један мишић показао значајне разлике и велики утицај времена, опружач стопала *Gastrocnemius lateralis*, $\lambda = .079$, $F = 11.59$, $p = .009$, $\eta^2 = .92$. Када се посматрају резултати у E1 групи на униваријантном нивоу установљене су значајне разлике између иницијалног и финалног мерења као и велики утицај времена за два ТМГ временска параметара код оба мишића опружача леве потколенице, *Vastus lateralis*-a за T_s , $p = .011$, $\eta^2 = .59$, и за T_r , $p = .006$, $\eta^2 = .59$, и код мишића *Vastus medialis*-a за T_s , $p = .004$, $\eta^2 = .62$, и за T_s , $p = .003$, $\eta^2 = .65$. У E2 групи није постојао ниједан значајан резултат. За оба мишића прегибача леве потколенице *Biceps femoris* и *Semitendinosus*, установљени су значајни резултати и велики утицај за по један ТМГ временски параметар. У E1 групи потврђене су значајне разлике код мишића прегибача леве потколенице *Biceps femoris*-a за T_r , $p = .010$, $\eta^2 = .54$, и код другог мишића прегибача леве потколенице *Semitendinosus*-a за T_s , $p = .042$, $\eta^2 = .38$. У E2 група само је један мишића прегибача леве потколенице *Semitendinosus* имао значајне резултате, за T_s , $p = .021$, $\eta^2 = .46$. Код оба мишића опружача левог стопала, *Gastrocnemius lateralis*-a и *Gastrocnemius medialis*-a уочени су значајни резултати за два односно три ТМГ временска параметра. У E1 групи потврђене су значајне разлике код мишића *Gastrocnemius lateralis*-a за T_s , $p = .015$, $\eta^2 = .50$, и T_d , $p = .017$, $\eta^2 = .49$ односно код мишића *Gastrocnemius medialis*-a за T_s , $p = .012$, $\eta^2 = .52$, T_r , $p = .017$, $\eta^2 = .48$ и T_d , $p = .004$, $\eta^2 = .63$. У E2 групи уочавају се по један односно два значајне разлике са великим утицајем код мишића *Gastrocnemius lateralis*-a за T_d , $p = .001$, $\eta^2 = .71$, односно код мишића *Gastrocnemius medialis*-a за T_s , $p = .007$, $\eta^2 = .57$, и T_d , $p = .001$, $\eta^2 = .70$.

За метрички ТМГ параметар D_m приказани су значајни резултати и велики утицај времена код три мишића леве ноге у E1 групи, *Vastus lateralis*, $p = .004$, $\eta^2 = .61$, *Biceps femoris*, $p = .005$, $\eta^2 = .60$ и *Gastrocnemius medialis*, $p = .001$, $\eta^2 = .72$, док у E2 групи само су два мишића показала значајне резултате, *Biceps femoris*, $p = .009$, $\eta^2 = .55$ и *Gastrocnemius medialis*, $p = .001$, $\eta^2 = .73$.

У Табели 67 приказана је разлика између иницијалног и финалног мерења код E1 и E2 групе за ТМГ параметре шест мишића десне ноге испитаница.

Табела 67. Разлике између иницијалног и финалног мерења у тензиомиографским параметрима код E1 и E2 групе – Десна нога

m.Vastus lateralis										
Варијабле	E1 I→F					E2 I→F				
	Diff (%)	F	p	η^2	Утицај	Diff (%)	F	p	η^2	Утицај
Tc, ms	3.16 (16.36)	3.07	.113	.25	Велики	.53 (2.38)	.31	.593	.03	Мали
Ts, ms	67.28 (139.70)	23.19	.001*	.72	Велики	32.71 (40.59)	6.38	.032*	.41	Велики
Tr, ms	64.77 (300.98)	37.62	.000**	.81	Велики	25.65 (59.36)	5.60	.042*	.38	Велики
Dm, mm	2.19 (101.39)	13.54	.005*	.60	Велики	1.58 (54.11)	39.84	.000**	.82	Умерен
Td, ms	1.18 (5.80)	2.46	.151	.21	Велики	-3.47 (14.10)	1.04	.333	.10	Умерен
$\lambda = .145$					5.90	.037*	.85	Велики	$\lambda = .103$	
					8.67	.017*	.90	Велики		
m.Vastus medialis										
Tc, ms	.61 (2.66)	.56	.475	.058	Мали	-3.39 (12.75)	2.29	.164	.20	Велики
Ts, ms	55.21 (30.14)	2.78	.130	.24	Велики	21.51 (12.55)	11.56	.008*	.56	Велики
Tr, ms	-3.15 (5.79)	.08	.780	.01	Мали	-18.28 (25.54)	0.76	.405	.08	Умерен
Dm, mm	-.35 (6.12)	.77	.401	.08	Умерен	-.25 (4.09)	0.20	.666	.02	Мали
Td, ms	-.63 (2.81)	3.18	.108	.26	Велики	-.93 (4.08)	3.43	.097	.28	Велики
$\lambda = .536$					.86	.561	.46	Велики	$\lambda = .040$	
					23.79	.002*	.96	Велики		
m.Biceps femoris										
Tc, ms	2.63 (8.00)	.26	.622	.03	Мали	19.8 (72.39)	16.14	.003*	.64	Велики
Ts, ms	-37.86 (17.06)	2.76	.131	.23	Велики	52.98 (43.33)	3.79	.083	.30	Велики
Tr, ms	-15.31 (20.43)	.81	.391	.08	Умерен	21.38 (43.77)	2.09	.182	.19	Велики
Dm, mm	3.57 (118.21)	19.67	.002*	.69	Велики	3.37 (150.45)	41.49	.000**	.82	Велики
Td, ms	2.9 (12.41)	14.02	.005*	.61	Велики	4.64 (21.16)	21.82	.001*	.71	Велики
$\lambda = .250$					2.99	.127	.75	Велики	$\lambda = .141$	
					6.11	.034*	.86	Велики		
m.Semitendinosus										
Tc, ms	-5.82 (13.47)	2.20	.172	.19	Велики	-2.36 (5.80)	1.01	.342	.10	Умерен
Ts, ms	-1.63 (.91)	.01	.948	.01	Мали	12.12 (7.65)	4.11	.073	.31	Велики
Tr, ms	19.63 (25.33)	4.73	.058	.34	Велики	18.2 (24.68)	4.06	.075	.31	Велики
Dm, mm	-.08 (1.39)	.01	.941	.01	Мали	.08 (1.35)	0.01	.918	.01	Мали
Td, ms	-2.74 (10.16)	2.40	.155	.21	Велики	.31 (1.23)	0.09	.769	.01	Мали
$\lambda = .182$					4.48	.063	.82	Велики	$\lambda = .166$	
					5.03	.050*	.83	Велики		
m.Gastrocnemius lateralis										
Tc, ms	-5 (17.36)	.87	.376	.09	Умерен	-6.42 (23.12)	1.10	.322	.11	Умерен
Ts, ms	34.85 (19.01)	11.47	.008*	.56	Велики	25.98 (13.36)	7.36	.024*	.45	Велики
Tr, ms	-8.14 (18.65)	2.98	.118	.25	Велики	-6.63 (17.00)	.63	.446	.07	Умерен

Dm, mm	-1.35 (39.24)	9.73	.012*	.52	Велики	-1.23 (39.68)	16.38	.003*	.64	Велики
Td, ms	-3.04 (14.21)	16.70	.003*	.65	Велики	-2.62 (12.26)	16.96	.003*	.65	Велики
	$\lambda = .025$	38.52	.001*	.97	Велики	$\lambda = .066$	14.17	.006*	.93	Велики
m.Gastrocnemius medialis										
Tc, ms	5.73 (37.35)	39.61	.000**	.81	Велики	2.35 (13.19)	1.91	.200	.17	Велики
Ts, ms	65.75 (38.94)	3.97	.078	.31	Велики	-42.68 (20.45)	.82	.390	.08	Умерен
Tr, ms	65.62 (364.56)	11.08	.009*	.55	Велики	4.92 (10.98)	.02	.894	.01	Мали
Dm, mm	2.13 (256.63)	27.04	.001*	.75	Велики	1.15 (135.29)	14.96	.004*	.62	Велики
Td, ms	4.26 (24.94)	29.30	.000**	.76	Велики	1.88 (10.50)	11.44	.008*	.56	Велики
	$\lambda = .151$	5.62	.041*	.85	Велики	$\lambda = .176$	4.67	.058	.82	Велики

Легенда: I→F Diff (%) – разлика између иницијалног и финалног мерења; λ – коефицијент Wilks-овог теста за једнакост центроида група; F – коефицијент F-теста за значајност Wilks' lambda; η^2 – делимични ета коефицијент величине утицаја; p – коефицијент нивоа значајности; Tc – време контракције; Ts – време одржавања контракције; Tr – време опуштања; Dm – максимална амплитуда радијалног померања; Td – почетно време кашњења; * – статистички значајан резултат, p < .05; ** – статистички значајан резултат, p < .001.

За разлику од резултата леве ноге код десне ноге резултати на мултиваријантном нивоу у E1 групи показују да постоји значајане разлике и велики утицај времена између иницијалног и финалног мерења за три мишића десне ноге, опружач десне потколенице Vastus lateralis-a, $\lambda = .145$, F= 5.90, p= .037, $\eta^2 = .85$, и оба мишића опружача левог стопала, Gastrocnemius lateralis, $\lambda = .025$, F= 38.52, p= .001, $\eta^2 = .97$, односно Gastrocnemius medialis-a, $\lambda = .151$, F= 5.62, p= .041, $\eta^2 = .85$. Код друге E2 групе резултати пет мишића показала су значајне разлике и велики утицај времена, оба мишића опружача десне потколенице Vastus lateralis-a, $\lambda = .103$, F= 8.67, p= .017, $\eta^2 = .90$ и Vastus medialis-a, $\lambda = .040$, F= 23.79, p= .002, $\eta^2 = .96$, оба мишића прегибача десне потколенице Biceps femoris-a, $\lambda = .141$, F= 6.11, p= .034, $\eta^2 = .86$ и Semitendinosus-a, $\lambda = .166$, F= 5.03, p= .05, $\eta^2 = .83$, и један мишић опружача десног стопала, Gastrocnemius lateralis-a, $\lambda = .066$, F= 14.17, p= .006, $\eta^2 = .93$.

Када се посматрају резултати на униваријантном нивоу установљене су значајне разлике између иницијалног и финалног мерења као и велики утицај времена на ТМГ временске параметаре код оба мишића опружача десне потколенице. Код мишића Vastus lateralis-a за Ts, p= .001, $\eta^2 = .72$, и за Tr, p= .000, $\eta^2 = .81$, у E1 групи, и за Ts, p= .032, $\eta^2 = .41$, и за Tr, p= .042, $\eta^2 = .38$ у E2 групи. Други мишић опружача десне потколенице Vastus medialis, имао је значајан резултат само код E2 групе и то за Ts, p= .008, $\eta^2 = .56$. За један мишић прегибача десне потколенице Biceps femoris-a, потврђени су значајни резултати и велики утицај за један ТМГ временски параметар Td, p= .005,

$\eta^2 = .61$, у Е1 групи, односно два, T_s , $p = .003$, $\eta^2 = .64$, и T_d , $p = .001$, $\eta^2 = .71$, код Е2 групе. Други мишић прегибач десне потколенице, *Semitendinosus* није показао значајне резултате. Код мишића опружача десног стопала *Gastrocnemius lateralis*-а уочена су два ТМГ временска параметра која су имале значајне разлике и велики утицај времена, T_s , $p = .008$, $\eta^2 = .56$, и T_d , $p = .003$, $\eta^2 = .65$, у Е1 групи, односно T_s , $p = .024$, $\eta^2 = .45$ и T_d , $p = .003$, $\eta^2 = .65$, у Е2 групи. Код другог мишића опружача десног стопала, *Gastrocnemius medialis*-а примећена су три односно један значајан резултат за T_s , $p = .000$, $\eta^2 = .81$, T_r , $p = .009$, $\eta^2 = .55$, и T_d , $p = .000$, $\eta^2 = .76$, у Е1 групи, односно T_d , $p = .008$, $\eta^2 = .56$, у Е2 групи.

За метрички ТМГ параметар D_m приказани су значајни резултати и велики утицај времена код четири мишића десне ноге у Е1 групи, мишић *Vastus lateralis*, $p = .005$, $\eta^2 = .60$, мишић *Biceps femoris*, $p = .002$, $\eta^2 = .69$ и оба мишића опружача десног стопала *Gastrocnemius lateralis* и *Gastrocnemius medialis*, $p = .012$, $\eta^2 = .52$, и $p = .001$, $\eta^2 = .75$. У Е2 групи четири истих мишића показала су значајне резултате са другачијим вредностима резултата, за мишић *Vastus lateralis*, $p = .000$, $\eta^2 = .82$, мишић *Biceps femoris*, $p = .000$, $\eta^2 = .82$, и оба мишића опружача десног стопала *Gastrocnemius lateralis* и *Gastrocnemius medialis*, $p = .003$, $\eta^2 = .64$, и $p = .004$, $\eta^2 = .62$.

7.6.6. Разлике између иницијалног и финалног мерења код спринт теста на 10 m и 20 m

У Табели 68 приказана је разлика између иницијалног и финалног мерења код Е1 и Е2 групе за вредности спринт теста на 10 m и 20 m.

Табела 68. Разлике између иницијалног и финалног мерења у параметрима спринт теста на 10 m и 20 m код Е1 и Е2 групе

Варијабле	Е1 I→F					Е2 I→F				
	Diff (%)	F	p	η^2	Утицај	Diff (%)	F	p	η^2	Утицај
10m, s	-.18 (9.23)	30.22	.000**	.77	Велики	-.19 (9.35)	35.76	.000**	.80	Велики
20m, s	-.21 (6.16)	43.59	.000**	.83	Велики	-.19 (5.35)	31.80	.000**	.78	Велики
	$\lambda = .171$	19.38	.001*	.83	Велики	$\lambda = .197$	16.28	.002*	.80	Велики

Легенда: I→F Diff (%) – разлика између иницијалног и финалног мерења; λ – коефицијент Wilks-овог теста за једнакост центроида група; F – коефицијент F-теста за значајност Wilks' lambda; η^2 – делимични ета коефицијент величине утицаја; p – коефицијент нивоа значајности; * – статистички значајан резултат, $p < .05$; ** – статистички значајан резултат, $p < .001$.

Резултати и на мултиваријантном и на униваријантном нивоу показују да постоје разлике између иницијалног и финалног мерења као и велики утицај времена

код обе групе за резултате спринт теста на 10 m и 20 m, $E1 - \lambda = .171$, $F = 19.38$, $p = .001$, $\eta^2 = .83$, односно $E2 - \lambda = .197$, $F = 16.28$, $p = .002$, $\eta^2 = .80$. Оба појединачна времена, на 10 m и 20 m, показала су такође значајну разлику и утицај времена код обе групе, за 10 m, $p = .000$, $\eta^2 = .77$, ($E1 I \rightarrow F$ Diff, $-.188$ (9.23%)) у $E1$ групи, односно $p = .000$, $\eta^2 = .80$, ($E2 I \rightarrow F$ Diff, $-.19$ (9.35%)) у $E2$ групи. Резултати за 20 m, $p = .000$, $\eta^2 = .83$, ($E1 I \rightarrow F$ Diff, $-.21$ (6.16%)) у $E1$ групи, односно, $p = .000$, $\eta^2 = .83$, ($E2 I \rightarrow F$ Diff, $-.19$ (5.35%)) у $E2$ групи.

7.7. Ефекти експерименталних програма 1 и 2 и величина утицаја

7.7.1. Ефекти експерименталних програма 1 и 2 за кинетичке параметере СМЈ теста

У Табели 69 приказани су резултати мултиваријантне анализе коваријансе за утврђивање реалних ефеката два плиометријска програма вежбања на кинетичке параметре ексцентричне фазе СМЈ скока.

Табела 69. Ефекти експерименталних програма 1 и 2 за кинетичке параметере (СМЈ) – ексцентрична фаза скока

Варијабле	Ef Diff	F	p	η^2	Утицај
EccV, m/s	.07	.87	.368	.06	Мали
EccF, F·Ns	.11	.66	.429	.04	Мали
EccT, s	-.03	1.83	.197	.12	Умерен
EccI, N·m/s	1.62	.30	.592	.02	Мали
	$\lambda = .779$	.78	.561	.22	Велики

Легенда: Ef Diff – Разлика у ефектима између два плиометријска програма у $E1$ и $E2$ групи; λ – коефицијент Wilks-овог теста за једнакост центроида група; F – коефицијент F-теста за значајност Wilks' lambda; p – коефицијент нивоа значајности; η^2 – делимични етa коефицијент величине утицаја; EccV – брзина у ексцентричној фази; EccF – релативна сила у ексцентричној фази; EccT – време трајања ексцентричне фазе; EccI – релативни импулс у ексцентричној фази. Напомена: Одузимањем напретка $E1$ групе од напретка $E2$ групе добијени су представљени резултати за Ef Diff.

Након укључивања резултата на иницијалном мерењу као коваријате резултати указују да не постоје значајне разлике ефеката између група на мултиваријантном нивоу, као ни на униваријантном нивоу.

У Табели 70 приказани су резултати мултиваријантне анализе коваријансе за утврђивање реалних ефеката два плиометријска програма вежбања на кинетичке параметре концентричне фазе СМЈ скока.

Табела 70. Ефекти експерименталних програма 1 и 2 за кинетичке параметере (СМЈ) – концентрична фаза скока

Варијабле	Ef Diff	F	p	η^2	Утицај
ConcV, m/s	-.06	4.89	.044*	.26	Велики
ConcF, F·Ns	-.83	1.67	.217	.11	Умерен
ConcT, s	-.07	6.11	.027*	.30	Велики
ConcI, N·m/s	1.46	.03	.871	.01	Мали
$\lambda = .421$		3.78	.036*	.58	Велики

Легенда: Ef Diff – Разлика у ефектима између два плиометријска програма у Е1 и Е2 групи; λ – коефицијент Wilks-овог теста за једнакост центроида група; F – коефицијент F-теста за значајност Wilks' lambda; p – коефицијент нивоа значајности; η^2 – делимични ета коефицијент величине утицаја; ConcV – брзина у ексцентричној фази; ConcF – релативна сила у концентричној фази; ConcT – време трајања концентричне фазе; ConcI – релативни импулс у концентричној фази; * – статистички значајан резултат.

Напомена: Одузимањем напретка Е1 групе од напретка Е2 групе добијени су представљени резултати за Ef Diff.

Након укључивања резултата на иницијалном мерењу као коваријате резултати указују да постоје значајне разлике ефеката програма са великим утицајем између група на мултиваријантном нивоу $\lambda = .421$, $F = 3.78$, $p = .036$, $\eta^2 = .58$. Резултати у Табели 70 показују да експериментални плиометријски програм у Е1 група, који је поред плиометријских вежби био базиран на вежбама са ексцентричним контракцијама, односно доскоцима, доприноси бољим резултатима у односу на експериментални плиометријски програм базиран на концентричним контракцијама у Е2 групи. Прецизније информације могу се видети на униваријантном нивоу такође у Табели 70, где су приказани резултати униваријантне анализе коваријансе са парцијализацијом и неутрализацијом резултата на иницијалном мерењу. Примећује се да су две од четири варијабле ConcV, $p = .044$, $\eta^2 = .26$, (Е1 – Ef Diff, -.06), и ConcT, $p = .027$, $\eta^2 = .30$, (Е1 – Ef Diff, -.07), допринеле постојању статистички значајних разлика на мултиваријантном нивоу са великим утицајем.

У Табели 71 представљени су резултати мултиваријантне анализе коваријансе за утврђивање реалних ефеката два плиометријска програма вежбања на кинетичке параметре мерених током целог СМЈ скока.

Након укључивања резултата на иницијалном мерењу као коваријате резултати указују да постоје значајне разлике ефеката програма са великим утицајем између група на мултиваријантном нивоу $\lambda = .377$, $F = 4.53$, $p = .021$, $\eta^2 = .62$. Експериментални плиометријски програм у Е1 група, допринео је бољим резултатима у односу на експериментални плиометријски програм у Е2 групи. Прецизније информације и

результати могу се видети на униваријантном нивоу у Табели 71. Уочавају се две од четири варијабле и које имају статистички значајних разлика на униваријантном нивоу са великим ефектом, Height $p = .035$, $\eta^2 = .28$, (E1 – Ef Diff, -1.35), и T, $p = .006$, $\eta^2 = .43$, (E1 – Ef Diff, .12).

Табела 71. Ефекти експерименталних програма 1 и 2 за кинетичке параметере (СМЈ) – цео скок

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

Легенда: Ef Diff – Разлика у ефектима између два плиометријска програма у E1 и E2 групи; λ – коефицијент Wilks-овог теста за једнакост центроида група; F – коефицијент F-теста за значајност Wilks' lambda; p – коефицијент нивоа значајности; η^2 – делимични ета коефицијент величине утицаја; Height – висина скока; Rel F – укупна релативна сила; T – време скока; Rel I – укупан релативни импулс; * – статистички значајан резултат.
Напомена: Одузимањем напретка E1 групе од напретка E2 групе добијени су представљени резултати за Ef Diff.

7.7.2. Ефекти експерименталних програма 1 и 2 за кинетичке параметере НЈ теста

У Табели 72 приказани су резултати мултиваријантне анализе коваријансе за утврђивање реалних ефеката два плиометријска програма вежбања на кинетичке параметре ексцентричне фазе НЈ скока.

Табела 72. Ефекти експерименталних програма 1 и 2 за кинетичке параметере (НЈ) – ексцентрична фаза скока

Варијабле	Ef Diff	F	p	η^2	Утицај
ЕссV, m/s	.12	3.96	.064	.20	Велики
ЕссТ, m/s	-.03	.11	.740	.01	Мали
$\lambda = .795$		1.93	.179	.21	Велики

Легенда: Ef Diff – Разлика у ефектима између два плиометријска програма у E1 и E2 групи; λ – коефицијент Wilks-овог теста за једнакост центроида група; F – коефицијент F-теста за значајност Wilks' lambda; p – коефицијент нивоа значајности; η^2 – делимични ета коефицијент величине утицаја; ЕссV – брзина у ексцентричној фази; ЕссТ – време трајања ексцентричне фазе.
Напомена: Одузимањем напретка E1 групе од напретка E2 групе добијени су представљени резултати за Ef Diff.

Након укључивања резултата на иницијалном мерењу као коваријате резултати указују да не постоје значајне разлике ефеката између група на мултиваријантном нивоу, као ни на униваријантном нивоу.

У Табели 73 приказани су резултати мултиваријантне анализе коваријансе за утврђивање реалних ефеката два плиометријска програма вежбања на кинетичке параметре концентричне фазе НЈ скока.

Табела 73. Ефекти експерименталних програма 1 и 2 за кинетичке параметере (НЈ) – концентрична фаза скока

Варијабле	Ef Diff	F	p	η^2	Утицај
ConcV, m/s	-.07	.62	.443	.04	Мали
ConcT, s	.02	.09	.772	.01	Мали
$\lambda = .951$		.39	.684	.05	Мали

Легенда: Ef Diff – Разлика у ефектима између два плиометријска програма у Е1 и Е2 групи; λ – коефицијент Wilks-овог теста за једнакост центроида група; F – коефицијент F-теста за значајност Wilks' lambda; p – коефицијент нивоа значајности; η^2 – делимични ета коефицијент величине утицаја; ConcV – брзина у ексцентричној фази; ConcT – време трајања ексцентричне фазе.

Напомена: Одузимањем напретка Е1 групе од напретка Е2 групе добијени су представљени резултати за Ef Diff.

Након укључивања резултата на иницијалном мерењу као коваријате резултати указују да не постоје значајне разлике ефеката између група на мултиваријантном нивоу, као ни на униваријантном нивоу.

У Табели 74 приказани су резултати мултиваријантне анализе коваријансе за утврђивање реалних ефеката два плиометријска програма вежбања на кинетичке параметре мерених током целог НЈ скока.

Табела 74. Ефекти експерименталних програма 1 и 2 за кинетичке параметере (НЈ) – цео скок

Варијабле	Ef Diff	F	p	η^2	Утицај
Length, m	-.13	9.92	.006*	.38	Велики
T, s	-.03	.12	.729	.01	Мали
$\lambda = .555$		6.00	.012*	.44	Велики

Легенда: Ef Diff – Разлика у ефектима између два плиометријска програма у Е1 и Е2 групи; λ – коефицијент Wilks-овог теста за једнакост центроида група; F – коефицијент F-теста за значајност Wilks' lambda; p – коефицијент нивоа значајности; η^2 – делимични ета коефицијент величине утицаја; Length – дужина скока; T – време скока; * – статистички значајан резултат, $p < .05$.

Напомена: Одузимањем напретка Е1 групе од напретка Е2 групе добијени су представљени резултати за Ef Diff.

Након укључивања резултата на иницијалном мерењу као коваријате резултати указују да постоје значајне разлике ефеката програма са великим утицајем између група на мултиваријантном нивоу $\lambda = .555$, $F = 6.00$, $p = .012$, $\eta^2 = .44$. Експериментални плиометријски програм у Е1 група, допринео је бољим резултатима у односу на експериментални плиометријски програм у Е2 групи. Прецизније информације и резултати могу се такође видети на униваријантном нивоу у Табели 74. Уочава се

постојање једне од две варијабле, која има статистички значајну разлику на униваријантном нивоу са великим ефектом, Length, $p = .006$, $\eta^2 = .38$, ($E1 - E2$ Diff, -.13).

7.7.3. Ефекти експерименталног програма 1 и 2 за кинематичке параметере СМЈ теста

У Табели 75 приказани су резултати мултиваријантне анализе коваријансе за утврђивање реалних ефеката два плиометријска програма вежбања на кинематичке параметре СМЈ скока мерене из сагиталне и из фронталне равни.

Табела 75. Ефекти експерименталних програма 1 и 2 за кинематичке параметере (СМЈ)					
Сагитална раван					
Варијабле	Ef Diff	F	p	η^2	Утицај
Угао кука, °	-2.41	4.74	.045*	.23	Велики
Угао колена, °	1.26	1.50	.239	.09	Умерен
$\lambda = .769$		2.26	.139	.23	Велики
Фронтална раван					
Угао левог колена, °	-.80	.04	.841	.01	Мали
Угао десног колена, °	4.70	.05	.831	.01	Мали
$\lambda = .992$		.06	.944	.01	Мали

Легенда: Ef Diff – Разлика у ефектима између два плиометријска програма у E1 и E2 групи; λ – коефицијент Wilks-овог теста за једнакост центроида група; F – коефицијент F-теста за значајност Wilks' lambda; p – коефицијент нивоа значајности; η^2 – делимични ета коефицијент величине утицаја; ° – степен; * – статистички значајан резултат, $p < .05$.
Напомена: Одузимањем напретка E1 групе од напретка E2 групе добијени су представљени резултати за Ef Diff.

Након укључивања резултата на иницијалном мерењу као коваријате резултати указују да не постоје значајне разлике ефеката између група на мултиваријантном нивоу, за кинематичке параметре мерене из сагиталне као и из фронталне равни. Прецизније информације и резултати могу се видети на униваријантном нивоу у Табели 75. Иако постоји један параметар из сагиталне равни, угао кука који има значајну разлику на униваријантном нивоу са великим ефектом, $p = .045$, $\eta^2 = .23$, ($E1 - E2$ Diff, -2.41), он није допринео да разлика буде значајна на мултиваријантном нивоу. Експериментални плиометријски програм у E1 групи, допринео је бољим резултатима у односу на експериментални плиометријски програм у E2 групи.

7.7.4. Ефекти експерименталног програма 1 и 2 за кинематичке параметере НЈ теста

У Табели 76 приказани су резултати мултиваријантне анализе коваријансе за утврђивање реалних ефеката два плиометријска програма вежбања на кинематичке параметре НЈ скока.

Табела 76. Ефекти експерименталних програма 1 и 2 за кинематичке параметере (НЈ) скока					
Варијабле	Ef Diff	F	p	η_p^2	Утицај
Угао кука, °	4.52	1.42	.251	.08	Умерен
Угао колена, °	-4.64	3.64	.074	.18	Велики
	$\lambda = .803$	1.84	.193	.05	Мали

Легенда: Ef Diff – Разлика у ефектима између два плиометријска програма у Е1 и Е2 групе; λ – коефицијент Wilks-овог теста за једнакост центроида група; F – коефицијент F-теста за значајност Wilks' lambda; p – коефицијент нивоа значајности; η_p^2 – делимични ета коефицијент величине утицаја; ° – степен.
Напомена: Одузимањем напретка Е1 групе од напретка Е2 групе добијени су представљени резултати за Ef Diff.

Након укључивања резултата на иницијалном мерењу као коваријате резултати указују да не постоје значајне разлике ефеката између група на мултиваријантном нивоу, као ни на униваријантном нивоу.

7.7.5. Ефекти експерименталног програма 1 и 2 за тензиомиографске параметере

У Табели 77 приказани су резултати мултиваријантне анализе коваријансе за утврђивање реалних ефеката два плиометријска програма вежбања за ТМГ параметаре шест мишића леве ноге.

Табела 77. Ефекти експерименталних програма 1 и 2 за тензиомиографске параметре – Лева нога					
m.Vastus lateralis					
Варијабле	Ef Diff	F	p	η_p^2	Утицај
Tc, ms	4.29	3.70	.077	.22	Велик
Ts, ms	-29.92	2.07	.174	.14	Умерен
Tr, ms	-33.98	2.19	.163	.14	Велики
Dm, mm	-1.29	.94	.349	.07	Умерен
Td, ms	1.9	8.18	.013*	.39	Велики
	$\lambda = .533$	1.57	.261	.47	Велики
m.Vastus medialis					
Tc, ms	-1.47	3.48	.085	.21	Велики

Ts, ms	-22.66	5.44	.036*	.29	Велики
Tr, ms	2.95	.06	.803	.01	Мали
Dm, mm	.07	1.17	.300	.08	Умерен
Td, ms	-.04	1.29	.271	.07	Умерен
<hr/>					
	$\lambda = .267$	4.95	.019*	.73	Велики
<hr/>					
m.Biceps femoris					
Tc, ms	4.85	.08	.780	.01	Мали
Ts, ms	-57.13	.09	.771	.01	Мали
Tr, ms	-20.76	.49	.496	.04	Мали
Dm, mm	-1.03	1.30	.275	.09	Умерен
Td, ms	-.01	.02	.877	.01	Мали
<hr/>					
	$\lambda = .839$	.35	.872	.16	Велики
<hr/>					
m.Semitendinosus					
Tc, ms	-.95	.63	.440	.05	Мали
Ts, ms	-21.78	.27	.610	.02	Мали
Tr, ms	-2.79	.22	.646	.02	Мали
Dm, mm	-.04	.01	.945	.01	Мали
Td, ms	.61	.04	.835	.01	Мали
<hr/>					
	$\lambda = .758$	.57	.719	.24	Велики
<hr/>					
m.Gastrocnemius lateralis					
Tc, ms	-4.17	.53	.478	.04	Мали
Ts, ms	8.97	.85	.373	.06	Умерен
Tr, ms	-11.21	1.21	.291	.08	Умерен
Dm, mm	.35	.74	.405	.05	Мали
Td, ms	.1	.02	.878	.01	Мали
<hr/>					
	$\lambda = .555$	1.44	.298	.44	Велики
<hr/>					
m.Gastrocnemius medialis					
Tc, ms	.04	.18	.681	.01	Мали
Ts, ms	6.0	3.43	.087	.21	Велики
Tr, ms	-40.61	.86	.369	.06	Умерен
Dm, mm	-.09	2.69	.129	.17	Велики
Td, ms	.91	.01	.952	.01	Мали
<hr/>					
	$\lambda = .513$	1.71	.229	.48	Велики

Легенда: Ef Diff – Разлика у ефектима између два плиометријска програма у E1 и E2 групи; λ – коефицијент Wilks-овог теста за једнакост центроида група; F – коефицијент F-теста за значајност Wilks' lambda; p – коефицијент нивоа значајности; η^2 – делимични ета коефицијент величине утицаја; Tc – време контракције; Ts – време одржавања контракције; Tr – време опуштања; Dm – максимална амплитуда радијалног померања; Td – почетно време кашњења; * – статистички значајан резултат.

Напомена: Одузимањем напретка E1 групе од напретка E2 групе добијени су представљени резултати за Ef Diff.

Након укључивања резултата на иницијалном мерењу као коваријате резултати указују да не постоје значајне разлике ефеката за ТМГ параметре између група на мултиваријантном нивоу за пет мишића леве ноге, мишић *Vastus lateralis*, мишић *Biceps femoris*, мишић *Semitendinosus*, мишић *Gastrocnemius lateralis*, и мишић *Gastrocnemius medialis*. Значајне разлике и велики ефекат једино је уочен за мишић опружача леве потколенице *Vastus medialis*-а, $\lambda = .267$, $F = 4.95$, $p = .019$, $\eta^2 = .73$. Прецизније информације и резултати могу се видети на униваријантном нивоу у Табели 77. Код мишића *Vastus medialis*, такође се уочава постојање једног временског ТМГ параметра T_s , који има значајну разлику на униваријантном нивоу са великим ефектом, $p = .036$, $\eta^2 = .29$, ($E1 - E_f$ Diff, -22.66), која је била довољна да разлика буде значајна на мултиваријантном нивоу. Код преосталих пет мишића леве ноге постоје ТМГ параметри са значајним резултатима који нису допринели да постоји и значајна разлика на мултиваријантном нивоу између два пиометријска програма. Мишић опружача леве потколенице *Vastus lateralis*, показао је значајну разлику са великим ефектом за ТМГ параметар T_d , $p = .013$, $\eta^2 = .39$, ($E1 - E_f$ Diff, 1.9). Сви остали мишићи леве ноге, мишић *Biceps femoris*, мишић *Semitendinosus*, мишић *Gastrocnemius lateralis*, и мишић *Gastrocnemius medialis*, нису показали значајне разлике за ниједан ТМГ параметар на униваријантном нивоу.

У Табели 78 приказани су резултати мултиваријантне анализе коваријансе за утврђивање реалних ефеката два плиометријска програма вежбања за ТМГ параметаре шест мишића десне ноге.

Табела 78. Ефекти експерименталних програма 1 и 2 за тензиомиографске параметре – Десна нога

m.Vastus lateralis					
Варијабле	Ef Diff	F	p	η^2	Утицај
Tc, ms	-2.63	.01	.979	.01	Мали
Ts, ms	-34.57	1.02	.330	.07	Умерен
Tr, ms	-39.12	4.42	.055	.25	Велики
Dm, mm	-.61	.11	.755	.01	Мали
Td, ms	-4.65	.38	.548	.02	Мали
	$\lambda = .621$	1.10	.425	.38	Велики
m.Vastus medialis					
Tc, ms	-4.00	2.36	.148	.15	Велики

Ts, ms	-33.70	.20	.658	.02	Мали	
Tr, ms	-15.13	.19	.748	.01	Мали	
Dm, mm	.10	.03	.864	.01	Мали	
Td, ms	-.30	.33	.573	.02	Мали	
		$\lambda = .733$.65	.666	.27	Велики
m.Biceps femoris						
Tc, ms	17.17	7.34	.018*	.36	Велики	
Ts, ms	90.84	.59	.455	.04	Мали	
Tr, ms	36.69	4.12	.063	.24	Велики	
Dm, mm	-.20	.01	.981	.01	Мали	
Td, ms	1.74	1.76	.207	.12	Умерен	
		$\lambda = .614$	1.13	.410	.39	Велики
m.Semitendinosus						
Tc, ms	3.46	1.08	.317	.08	Умерен	
Ts, ms	13.75	.12	.735	.01	Мали	
Tr, ms	-1.43	.06	.807	.01	Мали	
Dm, mm	.16	.43	.522	.03	Мали	
Td, ms	3.05	3.35	.090	.20	Велики	
		$\lambda = .616$	1.12	.414	.38	Велики
m.Gastrocnemius lateralis						
Tc, ms	-1.42	.01	.923	.01	Мали	
Ts, ms	-8.87	.32	.579	.02	Мали	
Tr, ms	1.51	.01	.948	.01	Мали	
Dm, mm	.12	.01	.948	.01	Мали	
Td, ms	.42	1.16	.301	.08	Умерен	
		$\lambda = .680$.85	.549	.32	Велики
m.Gastrocnemius medialis						
Tc, ms	-3.38	1.27	.281	.09	Умерен	
Ts, ms	-108.43	7.92	.015*	.38	Велики	
Tr, ms	-60.70	1.04	.326	.07	Умерен	
Dm, mm	-.98	4.05	.065	.24	Велики	
Td, ms	-2.38	5.45	.036*	.30	Велики	
		$\lambda = .406$	2.63	.098	.59	Велики

Легенда: Ef Diff – Разлика у ефектима између два плиометријска програма у E1 и E2 групи; λ – коефицијент Wilks-овог теста за једнакост центроида група; F – коефицијент F-теста за значајност Wilks' lambda; p – коефицијент нивоа значајности; η^2 – делимични ета коефицијент величине утицаја; Tc – време контракције; Ts – време одржавања контракције; Tr – време опуштања; Dm – максимална амплитуда радијалног померања; Td – почетно време кашњења; * – статистички значајан резултат.

Напомена: Одузимањем напретка E1 групе од напретка E2 групе добијени су представљени резултати за Ef Diff.

Након укључивања резултата на иницијалном мерењу као коваријате резултати указују да не постоје значајне разлике ефеката на ТМГ параметре између група на мултиваријантном нивоу за ниједан мерени мишић десне ноге. На униваријантном нивоу постоје значајне разлике и велики ефекат код мишића прегибача десне потколенице *Viceps femoris-a* за ТМГ параметар T_c , $p = .018$, $\eta^2 = .36$, ($E1 - E_f$ Diff, 17.17), и код мишића опружача десног стопала *Gastrocnemius medialis-a* за два ТМГ параметра, T_s са вредностима $p = .015$, $\eta^2 = .38$, ($E1 - E_f$ Diff, -108.43), и за T_d , са вредностима $p = .036$, $\eta^2 = .30$, ($E1 - E_f$ Diff, -2.38). Иако постоје значајни резултати ТМГ параметара који имају значајне разлике на униваријантном нивоу са великим ефектом они нису допринели да разлика буде значајна и на мултиваријантном нивоу. Остали мишићи десне ноге, мишић *Vastus lateralis*, мишић *Vastus medialis*, мишић *Semitendinosus*, и мишић *Gastrocnemius lateralis* нису показали ниједан статистички значајан резултат на униваријантном нивоу.

7.7.6. Ефекти експерименталног програма 1 и 2 за параметара спринт теста на 10 m и 20 m

У Табели 79 приказани су резултати мултиваријантне анализе коваријансе за утврђивање реалних ефеката два плиометријска програма вежбања за вредности спринт теста на 10 m и 20 m.

Табела 79. Ефекти експерименталних програма 1 и 2 за параметере спринт теста на 10m и 20m

Варијабле	Ef Diff	F	p	η^2	Утицај
10m, s	.01	1.78	.201	.10	Умерен
20m, s	-.03	5.33	.035*	.25	Велики
$\lambda = .735$		2.70	.099	.26	Велики

Легенда: Ef Diff – Разлика у ефектима између два плиометријска програма у E1 и E2 групи; λ – коефицијент Wilks-овог теста за једнакост центроида група; F – коефицијент F-теста за значајност Wilks' lambda; p – коефицијент нивоа значајности; η^2 – делимични ета коефицијент величине утицаја; * – статистички значајан резултат.
Напомена: Одузимањем напретка E1 групе од напретка E2 групе добијени су представљени резултати за Ef Diff.

Након укључивања резултата на иницијалном мерењу као коваријате резултати указују да не постоје значајне разлике ефеката између група на мултиваријантном нивоу, за параметре брзине. Прецизније информације и резултати могу се видети на униваријантном нивоу у Табели 79. За резултате спринт теста на 10 m установљено је да не постоје значајне разлике ефеката између група на униваријантном нивоу. Иако

постоји статистички значајна разлика на униваријантном нивоу са великим ефектом код резултата времена спринт теста на 20 m, $p = .035$, $\eta^2 = .25$, (E1 – Ef Diff, -.03), он није допринео да разлика буде значајна на мултиваријантном нивоу. Експериментални плиометријски програм у Е1 група, допринео је бољим временима у односу на експериментални плиометријски програм у Е2 групи.

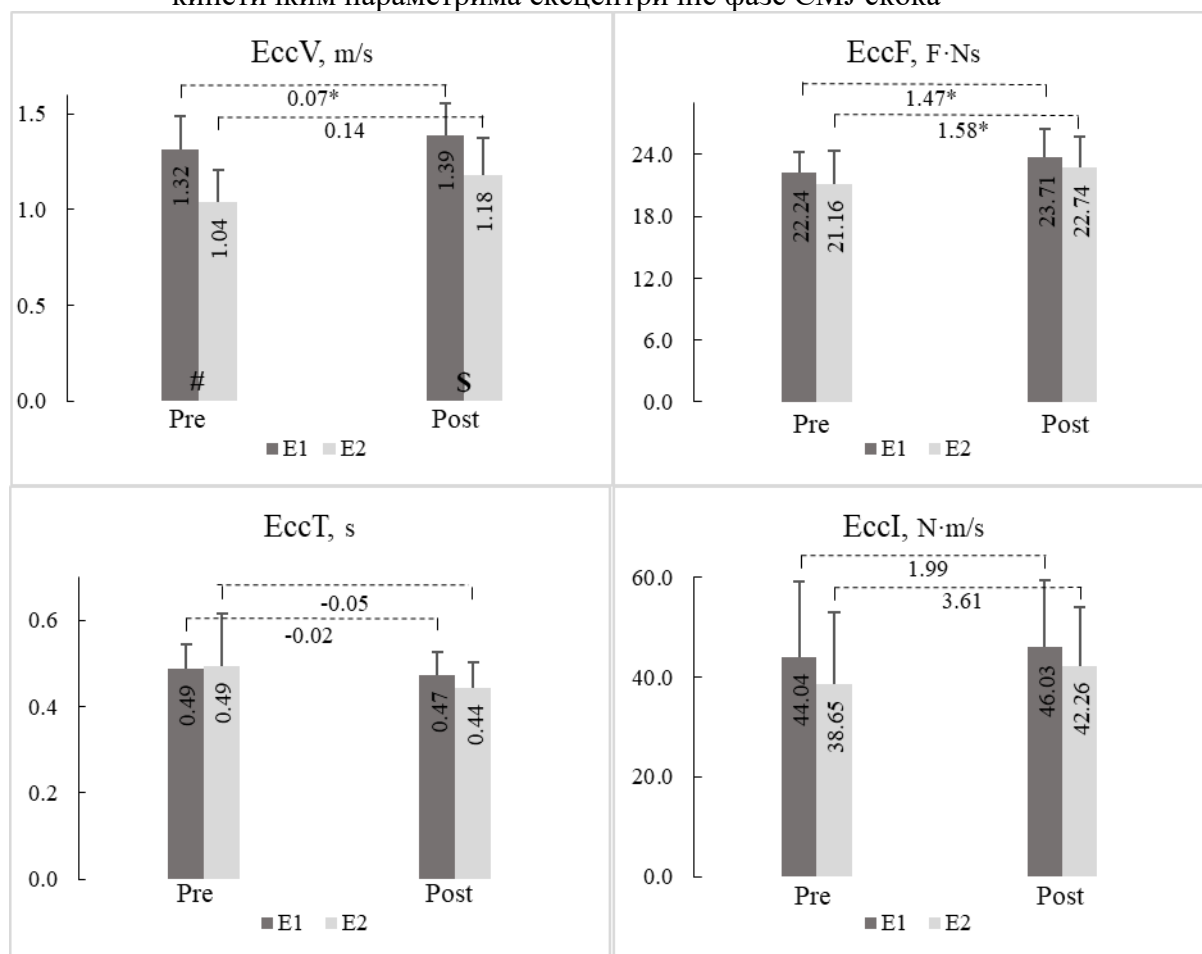
8. ДИСКУСИЈА

Реализовано истраживање испитивало је ефекте два различита плиометријска програма која су базирана на вежбама са ексцентричним контракцијама и вежбама са концентричним контракцијама. Истраживање је трајало шест недеља а испитанци су били искључиво женског пола, јуниорског узраста од 16 до 18 година.

8.1. Разлике између група на иницијалном мерењу

Резултати реализованог истраживања показали су да не постоји статистички значајна разлика између група на иницијалном мерењу у морфолошких карактеристика, параметрима телесне композиције и брзине. За биомеханичке параметре, односно кинетичке параметре, на мултиваријантном нивоу само је један резултат код ексцентричне фазе СМЈ скока показао статистичку значајну разлику као и на униваријантном нивоу, $F_{(5,10)}$. Резултати су у складу са већином досадашњих истраживања која су такође показала непостојање разлика између група на иницијалном мерењу (резултати реализованог истраживања разлика између Е1 и Е2 групе у кинетичким параметрима ексцентрична фаза СМЈ скока на иницијалном мерењу детаљније су приказане у Фигура 2 и Табела 35–46).

Фигура 3. Разлике између E1 и E2 групе на иницијалном и на финалном мерењу и разлике између иницијалног и финалног мерења код E1 и E2 групе у кинетичким параметрима ексцентричне фазе СМЈ скока



Легенда: * – статистички значајна разлика између иницијалног и финалног мерења код E1 и E2 групе резултат, $p < .05$; # – статистички значајна разлика између E1 и E2 групе на иницијалном мерењу; \$ – статистички значајна разлика између E1 и E2 групе на финалном мерењу; Pre – иницијално мерење; Post – финално мерење.

У већини истраживањима која су испитивала ефекте различитих плиометријских програма вежбања на биомеханичке параметре (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), параметре снаге (Lyttle et al., 1996; Arazi & Asadi, 2011; Meszler & Vaczi, 2019) и брзине (El-Ashker et al., 2019; Bouteraa et al., 2020; Tomlinson, Hansen, Helzer, Lewis, Leyva et al., 2020), аутори су одређивали групе насумично или циљано са изједначавањем група по вредностима резултата параметара телесне композиције и морфолошким карактеристикама испитаника. Наведена истраживања нису показала статистички значајне разлике између група на иницијалном мерењу што је и случај са резултатима реализованог истраживања (детаљније у Табела 35–46 и Фигура 2–17). Студије које су имала значајне разлике између група на почетку истраживања имала су за циљ испитивање ефеката плиометријског тренирања спортиста са већим и мањим

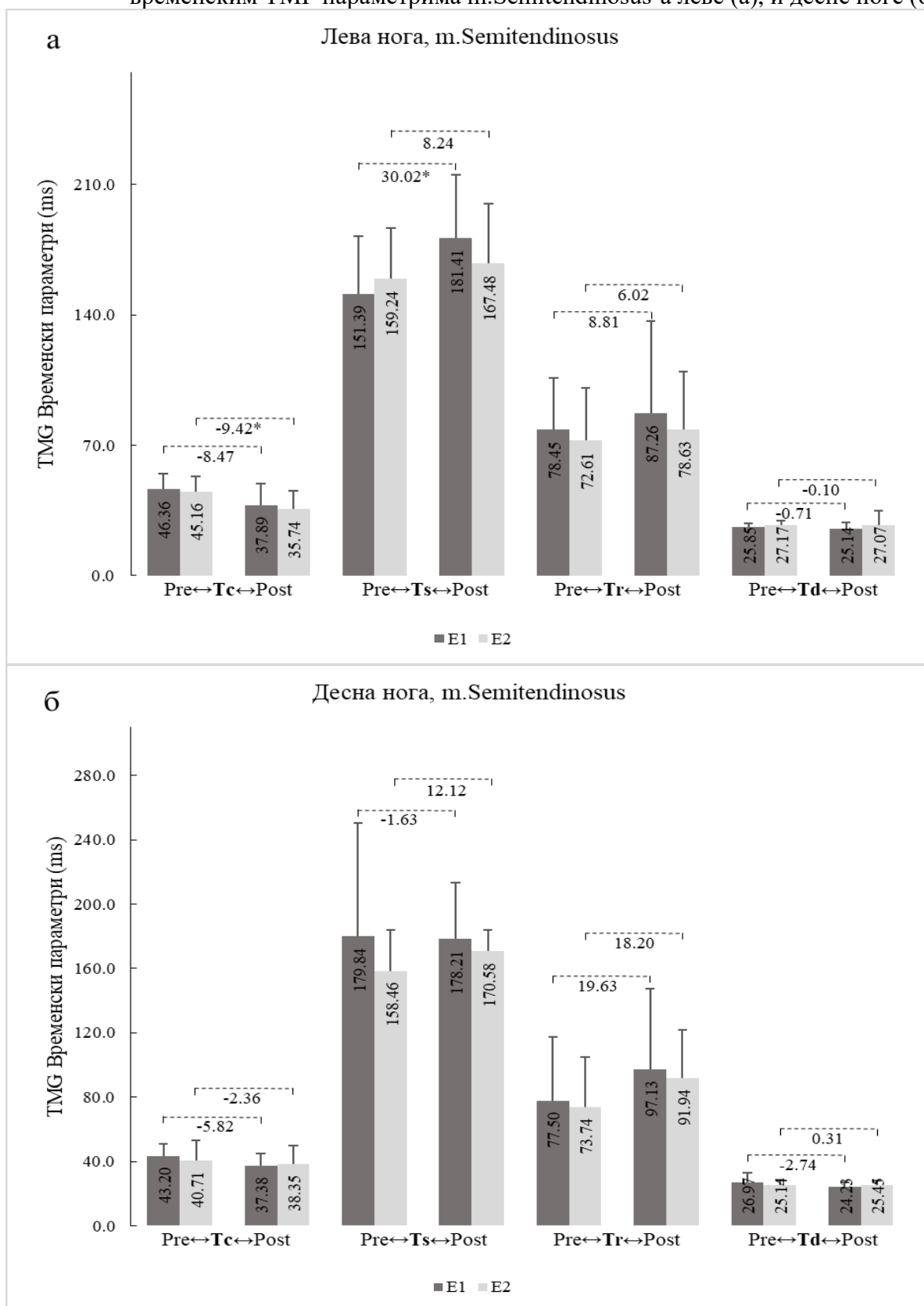
вредности резултата тестова брзине и снаге доњих екстремитета (Arede et al., 2019; Mackala et al., 2019), што је у супротности са циљевима реализованог истраживања.

Поједине студије су са једном (Mackala & Fostiak, 2015), или две истраживачке групе (Mackala et al., 2019), испитаници из спорта атлетике, са једном експерименталном и једном контролном, (Newton et al., 1999; Martel et al., 2005; Krističević et al., 2016), испитаници из спорта одбојке, (Arede et al., 2019; Meszler & Vaczi, 2019; Bouteraa et al., 2020), испитаници из спорта кошарке, и (Chelly et al., 2015; El-Ashker et al., 2019), испитаници из спорта атлетике. Такође постоје истраживања која су имала две или више експерименталних група (Lyttle et al., 1996; Arazi & Asadi, 2011; Fontenay et al., 2013; Usman & Shenoy, 2015; Idrizovic et al., 2018).

Постоје студије које су истраживале на нешто старијим испитаницима из више различитих спортова или рекреативних активности, који нису били део испитивања овог истраживања, где је такође установљено непостојање статистички значајних разлика између група на иницијалном мерењу (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). Потребно је напоменути да су наведена истраживања испитивала вредности резултата различитих тестова за процену експлозивне снагу, брзине и биомеханичке параметре као и друге параметре које нису биле део анализирања реализованог истраживања.

Постоје неколико истраживања са ТМГ анализом, једног или осам мишића доњих екстремитета које су испитивале друге спортисте, старијег узраста и трансверзалног карактера (de Paula Simola et al., 2015a), и лонгитудалног карактера (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) (резултати реализованог истраживања разлика између Е1 и Е2 групе у временским ТМГ параметрима код мишића SM на иницијалном мерењу детаљније су приказане у Фигури 3а и 3б, и Табела 44 и 45).

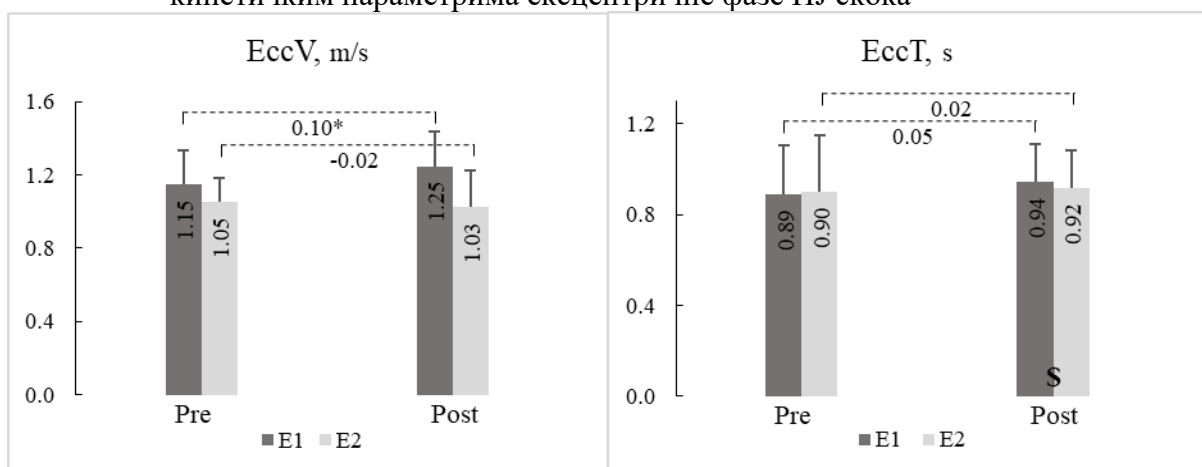
Фигура 4 и 4б. Разлике између E1 и E2 групе на иницијалном и на финалном мерењу и разлике између иницијалног и финалног мерења код E1 и E2 групе у временским ТМГ параметрима m.Semitendinosus-а леве (а), и десне ноге (б)



Легенда: * – статистички значајна разлика између иницијалног и финалног мерења код E1 и E2 групе резултат, $p < .05$; Pre – иницијално мерење; Post – финално мерење; Tc – време контракције; Ts – време одржавања контракције; Tr – време опуштања; Dm – максимална амплитуда радијалног померања; Td – почетно време кашњења.

У истраживањима за процену експлозивне снаге доњих екстремитета најчешће се користе тестови хоризонталног и вертикалног скока, НЈ, СМЈ, скок у дубину, скок из чучња, скок са почучњем са замахом руку и тд. За процену брзине најчешће се користе спринт тестови од 5 m до 60 m, из високог старта или у неким случајевима из летећег старта. У истраживању Chelly et al. (2015), спринтери нешто млађег узраста од 12 година имали су ниже вредности резултата на иницијалном мерењу у СМЈ тесту, код експерименталне и контролне групе у односу на резултате реализованог истраживања. Сличне вредности СМЈ теста на иницијалном мерењу представљени су у истраживању на кошаркашицама јуниорског узраста од 16 година (Meszler & Vaczi, 2019), и код (Bouteraa et al., 2020). За разлику од кошаркашица, мушки испитаници узраста 15 година, показали су сличне вредности резултата СМЈ теста (Arede et al., 2019). У складу са резултатима реализоване студије и истраживањима са кошаркашицама или спринтеркама, аутори који су испитивали одбојкашице јуниорског узраста добили су такође сличне резултате СМЈ теста (Krističević et al., 2016) (детаљније у Фигура 2 и Табела 36–38). У студији El-Ashker et al. (2019), спринтери јуниорског узраста су на иницијалном мерењу имали очекивано боље резултате НЈ скока, као и у истраживању (Rusu et al., 2013), где су фудбалери јуниорског узраста показале нешто слабије вредности, али у складу са резултатима реализованог истраживања (резултати реализованог истраживања разлика између E1 и E2 групе у кинетичким параметрима ексцентрична фаза НЈ скока на иницијалном мерењу детаљније су приказане у Фигури 4 и Табела 39–41).

Фигура 5. Разлике између E1 и E2 групе на иницијалном и на финалном мерењу и разлике између иницијалног и финалног мерења код E1 и E2 групе у кинетичким параметрима ексцентричне фазе НЈ скока



Легенда: * – статистички значајна разлика између иницијалног и финалног мерења код E1 и E2 групе резултат, $p < .05$; \$ – статистички значајна разлика између E1 и E2 групе на финалном мерењу; Pre – иницијално мерење; Post – финално мерење.

Lyttle et al. (1996) анализирали су испитанике из више спортова и старијег узраста од 23 година који су показали боље резултате СМЈ теста, исто тако аутори су тестирали брзину испитаника летећим спринт тестом на 20 m који је очекивано показао боље резултате услед старости испитаника. Tomlinson et al. (2020), показали су боље вредности спринт теста на 10 m и 20 m за спринтере такође старијег узраста од 20 година. У Núñez et al. (2018), 27 испитаника мушког пола из различитих колективних спортова узраста од 23 година показала су вредности СМЈ скока у складу са претходним студијама, као и за резултате спринт теста на 10 m. Аутори Idrizovic et al. (2018), који су испитивали одбојкашице, јуниорског узраста, добили су нешто боље резултате, док су вредности спринт тест на 20 m у оквирима осталих истраживања и реализоване студије (детаљније у Фигура 17 и Табели 46).

Услед малог броја истраживања ТМГ анализе мишића доњих екстремитета и непостојање студија које су анализирале испитанице јуниорског узраста, наведени су резултати постојећих студија са старијим испитаницима. Детаљна анализа са ТМГ параметрима рађена је у (de Paula Simola et al., 2016). Аутори су испитивали метрички ТМГ параметар Dm, мишића Vastus lateralis-а доминантне ноге. Старији мушки дизаџи на иницијалном мерењу имали су очекивано већи вредности у односу на резултате реализоване студије. Резултати временског параметра Tc, показали су постојање разлика између група што није био случај са резултатима реализоване студије.

У складу са претходном студијом, истраживање старијих мушких рекреативаца (Wilson, et al., 2019), такође је показало непостојање разлика између три група на иницијалном мерењу. То су вредности резултата метричког Dm параметра, мишића Vastus lateralis-а, али и вредности временског Tc параметра. Резултати се делимично поклапају у односу на резултате реализоване студије за ТМГ параметар Tc, али не и за Dm. Истраживање које је испитивало две групе и један мишић обе ноге мушких јуниорских фудбалера приказано је у студији (Rusu et al., 2013). Резултати приказују непостојање значајних разлика између група на иницијалном мерењу што је у складу са резултатима реализованог истраживања (детаљније у Фигура 12а, 12б, 15а и 15б и Табела 44–45). Аутори су испитивали метрички параметар Dm, као и временски параметар Tc мишића флексора леве и десне ноге и нису добили значајне разлике између група. Најобимније истраживање које је испитивало ефекте плиометријског програма вежбања и вежбе са посебно ексцентричним и концентричним контракцијама приказано је у студији (Núñez et al., 2018). Истраживачи су анализирали ТМГ

параметре осам мишића доминантне ноге али нису представили разлике на иницијалном мерењу између група.

8.2. Разлике између група на финалном мерењу

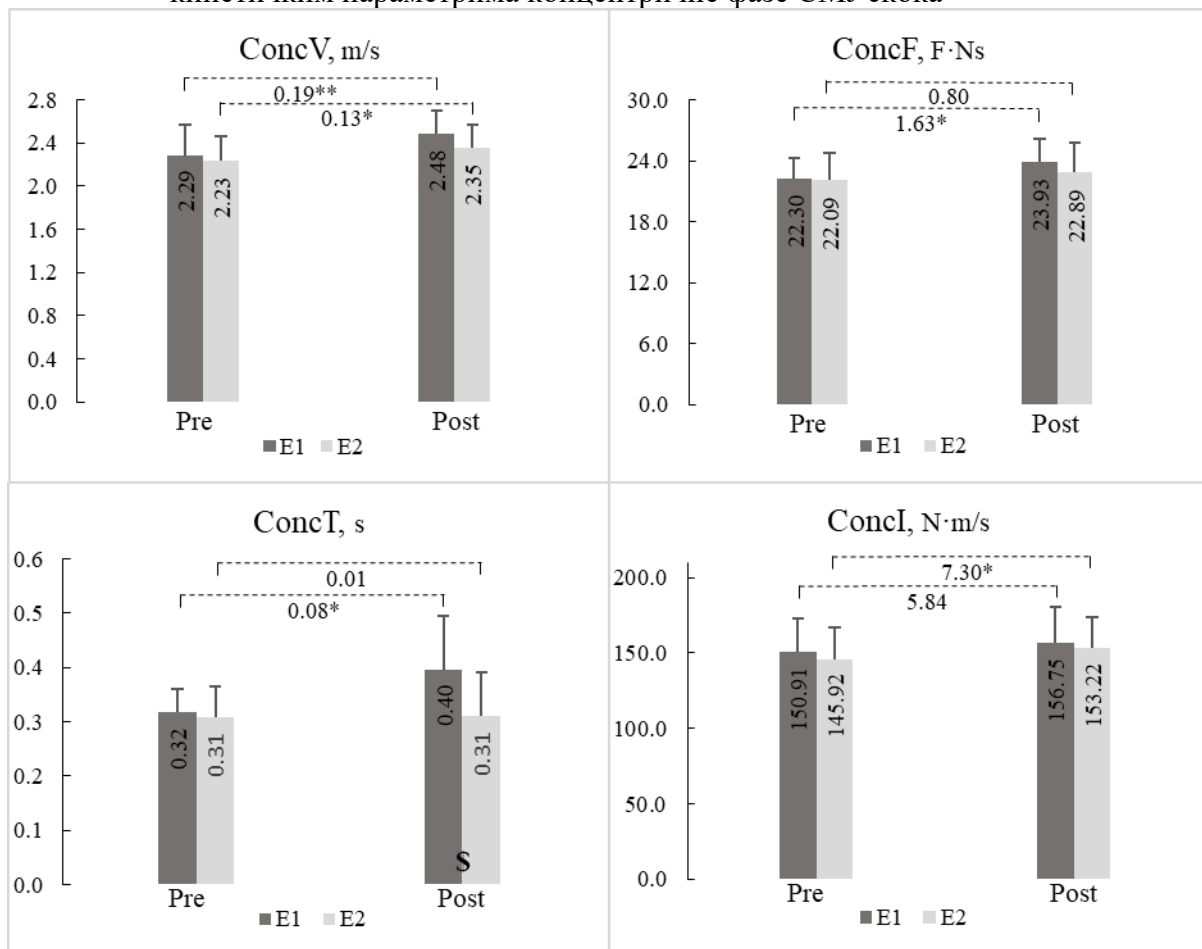
Резултати истраживања показали су да постоје статистички значајне разлике на финалном мерењу између два различита плиометријска програма односно две групе испитаница. Разлике су установљене у кинетичким параметрима ексцентричне и концентричне фазе СМЈ скока као и целог СМЈ скока на мултиваријантном нивоу и на униваријантном нивоу за: ЕссV, СопсТ, и Т (детаљније у Фигура 2, 5 и 8, и Табела 47–49). Други тест процене експлозивне снаге, скок у даљ из места НЈ, такође је показао резултате који се разликују између група, за кинетичке параметре ексцентричне фазе НЈ скока и цео НЈ скок, само на униваријантном нивоу за ЕссV и Length (детаљније у Фигура 4 и 7 и Табела 50 и 52). Када се посматрају кинематички параметри СМЈ скока разлике су установљене једино из сагиталне равни на мултиваријантном и униваријантном нивоу, угао кука (детаљније у Фигура 9 и Табела 42), док су резултати из сагиталне равни НЈ скока показали значајне разлике само на униваријантном нивоу за угао кука (детаљније у Фигура 10 и Табела 43).

Временски параметри ТМГ мерења показала су значајне разлике између група на финалном мерењу за мишиће леве и десне ноге. Резултати опружача леве потколенице код мишића *Vastus lateralis*-а на униваријантном нивоу за Td, мишић *Vastus medialis* за Tc, и мишића опружача стопала *Gastrocnemius medialis* за Ts и Tr. Разлике у метричком параметру Dm виђен је код само једног мишића флексора леве подколенице *Biceps femoris*-а. Резултати десне ноге имали су мање разлика за временске параметре ТМГ мерења и то код мишића флексора подколенице *Biceps femoris*-а на униваријантном нивоу за Tc, и мишића опружача стопала *Gastrocnemius medialis*-а за Ts и Td. Једина разлика метричког параметра Dm, код мишића десне ноге примећена је код мишића *Gastrocnemius medialis*-а (детаљније у Фигура 3 и 11–16, и Табела 44 и 45).

Оба резултат теста за процену брзине на 10 m и 20 m показала су значајне разлике на финалном мерењу и на мултиваријантном нивоу и на униваријантном нивоу (детаљније у Фигура 17 и Табела 57).

У складу са резултатима истраживања, студија Idrizovic et al. (2018) приказала је разлике на финалном мерењу у висини СМЈ скока између група са плиометријским програмом вежбања. Групе испитаника вежбале су скокове из чучња и скокове у дубину односно обичан тренинг са неконтролисаним бројем различитих врста скокова. Студија са истом дужином трајања као реализовано истраживање, али са три тренинга у току недеље, показала је значајне разлике на финалном мерењу између експерименталних група као и између експерименталних група и контролне (Young et al., 1999). Оба плиометријски програма вежбања обухватала су скокове у дубину са једном разликом, у што краћем времену контакта са подлогом и максималном висином скока у једној групи, док у другој групи максимална висина скокова без контроле контакта са подлогом. Резултати показују разлике између група у реактивној снази приликом одскока на финалном мерењу и у складу су са реализованом студијом (детаљније у Фигура 2, 5 и 8 и 17, и Табела 47–49 и 57). Истраживање Wagner & Kosak (1997), имало је сличан плиометријски програм вежбања са реализованом студијом. Аутори су вршили експериментални програм на искључиво мушким испитаницима а разлике у односу на претходне студије огледају се у интензитету тренинга који се временом постепено повећавао. Једна група имала је само плиометријски програм вежбања а друга и додатни кошаркашки тренинг. Вршени су скокови у дубину са висина постоља од 30 cm и 35 cm (Wagner & Kosak, 1997). Резултати показују разлике између група на финалном мерењу у кинетичким параметрима вертикалног одскока али не и код времена спринт теста на 50 m што је делимично у складу са резултатима реализованог истраживања. Укупно 41 рекреативних испитаника старијег узраста од 20 година били су подељени у три експерименталне и једну контролну групу у (Fatouros et al., 2000). Резултати су показали да постоје промене на финалном мерењу између експерименталних група као и разлика између контролне и експерименталних. Учесталији тренинзи у току недеље и скокови у дубину са већих висина од 30 cm и 80 cm, допринели су резултатима који се поклапају са реализованом студијом (резултати реализованог истраживања разлика на финалном мерењу између E1 и E2 групе за кинетичке параметре СМЈ концентричне фазе детаљније су приказане у Фигура 5 и Табела 48).

Фигура 6. Разлике између E1 и E2 групе на иницијалном и на финалном мерењу и разлике између иницијалног и финалног мерења код E1 и E2 групе у кинетичким параметрима концентричне фазе СМЈ скока



Легенда: * – статистички значајна разлика између иницијалног и финалног мерења код E1 и E2 групе резултат, $p < .05$; ** – статистички значајна разлика између иницијалног и финалног мерења код E1 и E2 групе резултат, $p < .001$; \$ – статистички значајна разлика између E1 и E2 групе на финалном мерењу; Pre – иницијално мерење; Post – финално мерење.

Иако постоје студија са више различитих плиометријских програма вежбања (Holcomb, Lander, Rutland, & Wilson, 1996; Matavulj et al., 2001; Zubac & Šimunic, 2017; Núñez et al., 2018; Zubac et al., 2019), оне су имале и контролну групу са којом су анализирали разлике између група на финалном што није био случај са реализованим истраживањем. Све наведене студије показале су разлике на финалном мерењу у односу са контролном групом док анализа између експерименталних група није постојала.

Резултати који нису у складу са реализованим истраживањем приказани су у раду (Lyttle et al., 1996). Истраживачи су установили да не постоје разлике између група на финалном мерењу. Аутори су испитивали два програма вежбања у трајању од осам недеља где су испитаници у једној групи имали плиометријске вежбе, вежбе са оптерећењем и скокове из чучња са и без оптерећења, док у другом програму скокове у

дубину са одскоком и постепеним повећање висине од 20 cm до 60 cm. Непостојање разлика између група на финалном мерењу показано је и у истраживању (Arazi & Asadi, 2011), који су испитивали плиометријски програм са скоковима из чучња и другим плиометријским вежбама. Аутори су испитивали програм вежбања са дужином трајања од осам недеља два пута у току недеље. Плиометријски програм вежбања примењен је у обе групе подједнако са тим да је једна група тренирала у води која је покривала 70% тела испитаника док је друга група вежбала на нормалној подлози на сувом. Још једна студија која је испитивала 40 старијих рекреативаца, није показала разлике између група на финалном мерењу (Miller, Berry, Bullard, & Gilders, 2002). Аутори су такође применили један плиометријски програм на две групе са разликом у подлози и додатном оптерећењу воде. Такође, у студији Fontenay et al. (2013), показано је да не постоје разлике у сили на финалном мерењу између два плиометријска програма на јуниорским кошаркашицама. Исто тако истраживање које није показало значајне разлике на финалном мерењу између експерименталних група је (Gehri, Ricard, Kleiner, & Kirkendall, 1998). Аутори су испитивали два различита плиометријска програма на 28 старијих испитаника узраста од 20 година и дупло дужи програм вежбања у трајању од 12 недеља. Програми вежбања били су сачињени искључиво са СМЈ скоковима и скоковима у дубину са постоља висине од 40 cm. Установљена је једина значајна разлику на финалном мерењу у односу на контролну групу. За разлику од резултата реализованог истраживања аутори наведених студија нису добили разлике између група на финалном мерењу.

Треба напоменути да се реализовано истраживање у потпуности разликује у односу на већину наведених студија које су испитивале такође плиометријске програме вежбања са скоковима из чучња али не и вежбама са искључиво ексцентричним контракцијама односно доскоцима, изузимајући неки други вид ексцентричних вежби.

Један од главних разлога постојања разлика у великом броју испитиваних биомеханичких параметара између група на финалном мерењу је због супротно конципираних плиометријских програма вежбања који су примењени. Ексцентричне контракције и вежбе доскока имају у потпуности другачије дејство на неуромишићни склоп и CNS где такође изискују невољни максимум од спортиста у односу на концентричне контракције односно вежбе скока из чучња (Komi & Buskirk, 1972; Hakkinen, 1981; Епока, 1996; Taube et al., 2012). Испитаници не могу максимално активирати мишиће током ексцентричних контракција, нервна активација је другачија а

централни нервни систем невољно (подсвесно) ствара блокаде приликом извођења ексцентричних вежби (Enoka, 1996; Verkhoshansky & Siff, 2009), а самим тим доприносе промени тонуса мускулатуре и технике извођења скокова што се види код резултата кинематичких параметара оба теста СМЈ и НЈ скока (детаљније у Фигура 9 и 10, и Табела 64 и 65).

Концентричне контракције и вежбе скока из чучња такође доводе до промене у неуромишићном склопу и CNS испитаница (Komi & Buskirk, 1972) које су довеле до крајњег резултата разлика на финалном мерењу. Максимална вољна контракција је већа али ограничавајућа у односу на ексцентричне контракције (Enoka, 1996), један од разлога је и мања сила која се производи приликом извођења скока из чучња у односу на вежбе доскока (Komi & Buskirk, 1972; Cavanagh & Komi, 1979; Verkhoshansky & Siff, 2009). Концентрична контракција производи најмању максималну силу у односу на изометријске и ексцентричне контракције у просеку од 1,2 до 1,6 пута (Željaskov, 2004), или 10% до 40% мање у односу на ексцентричну контракцију (Bosco et al., 1982). Такође могућност максималног вољног напрезања приликом скока из чучња доводи до напретка са једном предношћу, смањеног ризика од повреда (Zatsiorsky, 2008) за разлику од вежбе доскока и ексцентричних контракција које изискују већу силу приликом извођења (Komi & Buskirk, 1972; Verkhoshansky & Siff, 2009) и већи ризик од повреда (Friden et al., 1983; Brewer, 2017).

8.3. Разлике између иницијалног и финалног мерења

Резултати реализованог истраживања показали су значајне разлике и ефекте између иницијалног и финалног мерења код обе групе испитаница и на мултиваријантном и на униваринатном нивоу за половину мерених параметара. Установљено је да постоји већи број мерених параметара који се значајно разликовао између иницијалног и финалног мерења код групе испитаника која су вежбала плиометриски програм базиран са ексцентричним контракцијама у односу на групу са плиометријским програмом вежбања базираним са концентричним контракцијама.

Код биомеханичких параметара плиометријски програм који је био базиран са ексцентричним контракцијама у Е1 групи имао је 11 параметара на мултиваријантном нивоу са значајним разликама и ефектима између иницијалног и финалног мерења. На униваријантном нивоу испитанице у Е1 групи имале су 40 параметара са значајном разликом између иницијалног и финалног мерења. За кинетичке параметре СМЈ

ексцентричне фазе E1 група показала је два параметра на униваријантном нивоу који су имали значајне разлике и ефекте, E_{ssV} и E_{ssF} (детаљније у Фигура 2 и Табела 58). На мултиваријантном нивоу нису постојале значајне разлике. За концентричну фазу CMJ скока, уочавају се значајне резултати и на мултиваријантном нивоу и на униваријантном за три параметра $ConcV$, $ConcF$, и $ConcT$ (детаљније у Фигура 5 и Табела 59). Прва E1 група имала значајне разлике и ефекте на мултиваријантном нивоу за цео скок CMJ, а на униваријантном нивоу значајне резултате примећене су за три параметра $Height$, $Rel F$, и $Rel I$ (детаљније у Фигура 8 и Табела 60). Када посматрамо други тест процене експлозивне снаге, ексцентрична фаза HJ не уочавају се значајне разлике на мултиваријантном нивоу, док је једина значајна разлика и ефекти на униваријантном нивоу примећена у E1 групи за E_{ssV} (детаљније у Фигура 4 и Табела 61). Резултати концентричне фазе HJ скока показали су значајне разлике и ефекте на мултиваријантном нивоу код E1 групе, док на униваријантном нивоу постоји само један параметар, $ConcV$ (детаљније у Фигура 6 и Табела 62). Посматрајући цео скок HJ, E1 група показала је значајне разлике и ефекте на мултиваријантном нивоу и један параметар на униваријантном нивоу, $Length$ (детаљније у Фигура 7 и Табела 63).

Код биомеханичког плиометријског програма који је био базиран са концентричним контракцијама параметара у E2 групи имао је 10 параметара на мултиваријантном нивоу са значајним разликама и ефектима између иницијалног и финалног мерења. На униваријантном нивоу испитанице у E2 групи имале су 28 параметара са значајном разликом између иницијалног и финалног мерења. За кинетичке параметре ексцентричне фазе CMJ, E2 група показала је један параметар на униваријантном нивоу који је имао значајне разлике и ефекте E_{ssF} (детаљније у Фигура 2 и Табела 58). На мултиваријантном нивоу нису постојале значајне разлике. За концентричну фазу CMJ скока уочавају се значајне резултати и на мултиваријантном нивоу и на униваријантном за два параметра $ConcI$ и $ConcI ConcT$ (детаљније у Фигура 5 и Табела 59). На мултиваријантном нивоу E2 група није показала значајне резултате код цео скок CMJ, док на униваријантном нивоу постоје значајни резултате за два параметра $Height$ и $Rel I$ (детаљније у Фигура 8 и Табела 60). Резултати код ексцентричне фазе HJ не показују значајне разлике на мултиваријантном нивоу као ни на униваријантном нивоу (детаљније у Фигура 4 и Табела 61). Резултати концентричне фазе HJ скока показали су значајне разлике и ефекте на мултиваријантном нивоу, а на униваријантном нивоу постоји један параметар $ConcV$ са

значајним резултатом (детаљније у Фигура 6 и Табела 62). Посматрајући цео НЈ скок, Е2 група имала је значајне разлике и ефекте на мултиваријантном нивоу и један параметар на униваријантном нивоу, Length (детаљније у Фигура 7 и Табела 63).

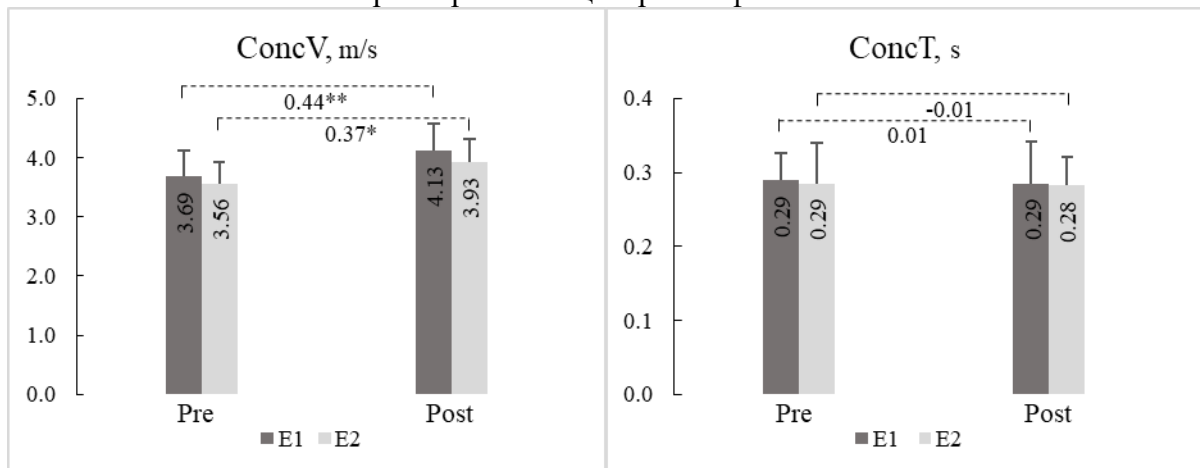
У истраживању које је трајало 10 недеља аутори Chelly et al. (2015), добили су значајне разлике и ефекте између иницијалног и финалног мерења код свих врста вертикалних и хоризонталних тест скокова. За разлику од резултата реализованог истраживања спринтери млађег узраста нису показали значајне разлике за кинетичке параметре код СМЈ скока. Забележен је значајни напредак од два cm који је нешто мањи у односу на резултате реализоване студије (Chelly et al., 2015). Сличне резултате разлике између иницијалног и финалног мерења и значајни напредак од два cm у СМЈ скоку представљени су и у (Gehri et al., 1998). Истраживачи су испитивали два различита програма вежбања по врсти скокова на испитаницима различитих спортова. Једна група је вежбала СМЈ скокове а друга скокове у дубину.

Значајна напредак од шест cm који је у складу са резултатима реализоване студије виђен је и код програма вежбања који је био сачињен од комбинације различитих плиометријских скокова (Holcomb et al., 1996). Сличан напредак између пет и шест cm представљен је код јуниорских кошаркаша у (Matavulj et al., 2001). Два плиометријска програма имала су једну вежбу скока у дубину са различитим висинама постоља од 50 cm до 100 cm. Значајне разлике и ефекти показани су и код кинетичког параметра максималног развоја силе (Matavulj et al., 2001). Значајне разлике и ефекти у кинетичком параметру реактивне снаге приликом скока потврђене су у (Young et al., 1999). Још једна потврда напретка између иницијалног и финалног мерења од шест и осам cm представљена је у (Fatouros et al., 2000). Забележен је и резултат кинетичког параметра време контакта са подлогом током вертикалног скока који није у складу са резултатима реализоване студије (детаљније у Фигура 2, 5 и 8, и Табела 58–60).

Истраживање са истом дужином трајања програма и резултатима у складу са реализовани истраживањем приказано је у студији (El-Ashker et al., 2019). Аутори су показали значајне резултате атлетичара јуниорског узраста. Испитаници су имали значајно побољшање висине вертикалног скока од 13 cm, као и кинетичке параметре почетне брзине и време трајања контакта СМЈ скока. Идентична ситуација показана је код резултата хоризонталног скока у даљ из места где су представљене значајне разлике и ефекти између иницијалног и финалног мерења од 13 cm за дужину скока.

Један кинетички параметар, почетна брзина НЈ скока, такође је имао значајно побољшање (El-Ashker et al., 2019) (резултати реализованог истраживања разлика између иницијалног и финалног мерења у кинетичким параметрима концентричне фазе НЈ скока код Е1 и Е2 групе детаљније су приказане у Фигура 6 и Табела 62).

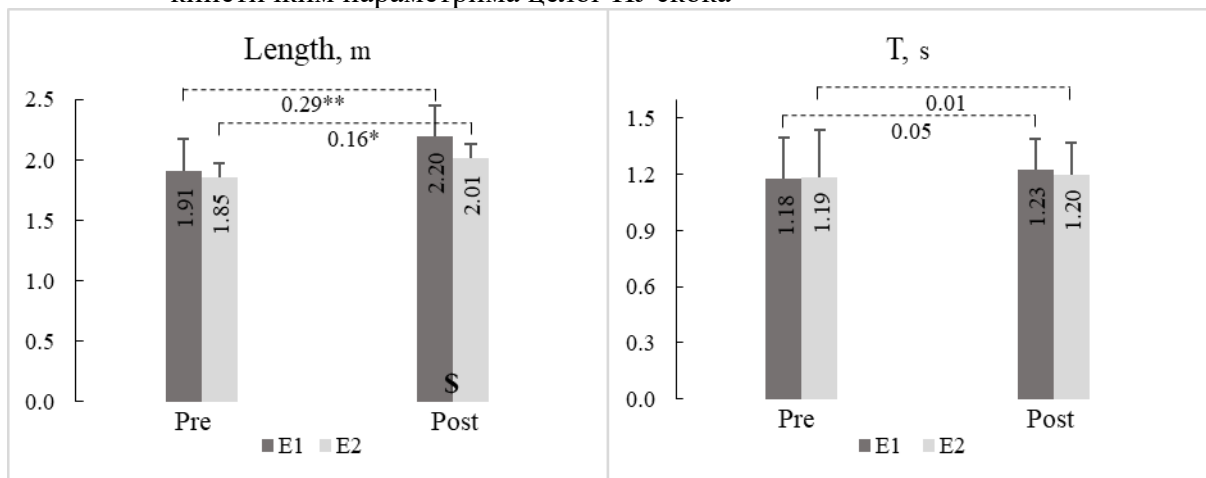
Фигура 7. Разлике између Е1 и Е2 групе на иницијалном и на финалном мерењу и разлике између иницијалног и финалног мерења код Е1 и Е2 групе у кинетичким параметрима концентричне фазе НЈ скока



Легенда: * – статистички значајна разлика између иницијалног и финалног мерења код Е1 и Е2 групе резултат, $p < .05$; ** – статистички значајна разлика између иницијалног и финалног мерења код Е1 и Е2 групе резултат, $p < .001$; Pre – иницијално мерење; Post – финално мерење.

Краћи плиометриски програм вежбања од две недеље такође доприноси значајном побољшању дужине хоризонталног скока у даљ (Mackala & Fostiak, 2015). Позитиван напредак од 2,2% је нешто мањи у односу на реализовану студију. Разлог томе је дужина трајања плиометријског вежбања као и због испитаника који су спринтери елитног ранга у јуниорској категорији што није случај са испитаницама реализоване студије. Напредак код СМЈ скока од 10,2%, такође у студији (Mackala & Fostiak, 2015), показује резултате који су у складу са реализованим истраживањем (детаљније у Фигура 7 и 8, и Табела 60 и 63). Још једна студија (Mackala et al., 2019), са краћим плиометриским програмом од три недеље показала је значајне резултате у складу са реализованом студијом. Потврђен је значајан напредак код обе групе јуниорских спринтера у СМЈ скоку од 7,9% или шест cm и код хоризонталног скока из места од 2,5% и 5,3%, односно седам и осам cm (резултати реализованог истраживања разлика између иницијалног и финалног мерења код цео НЈ скока код Е1 и Е2 групе детаљније су приказане у Фигура 7 и Табела 63).

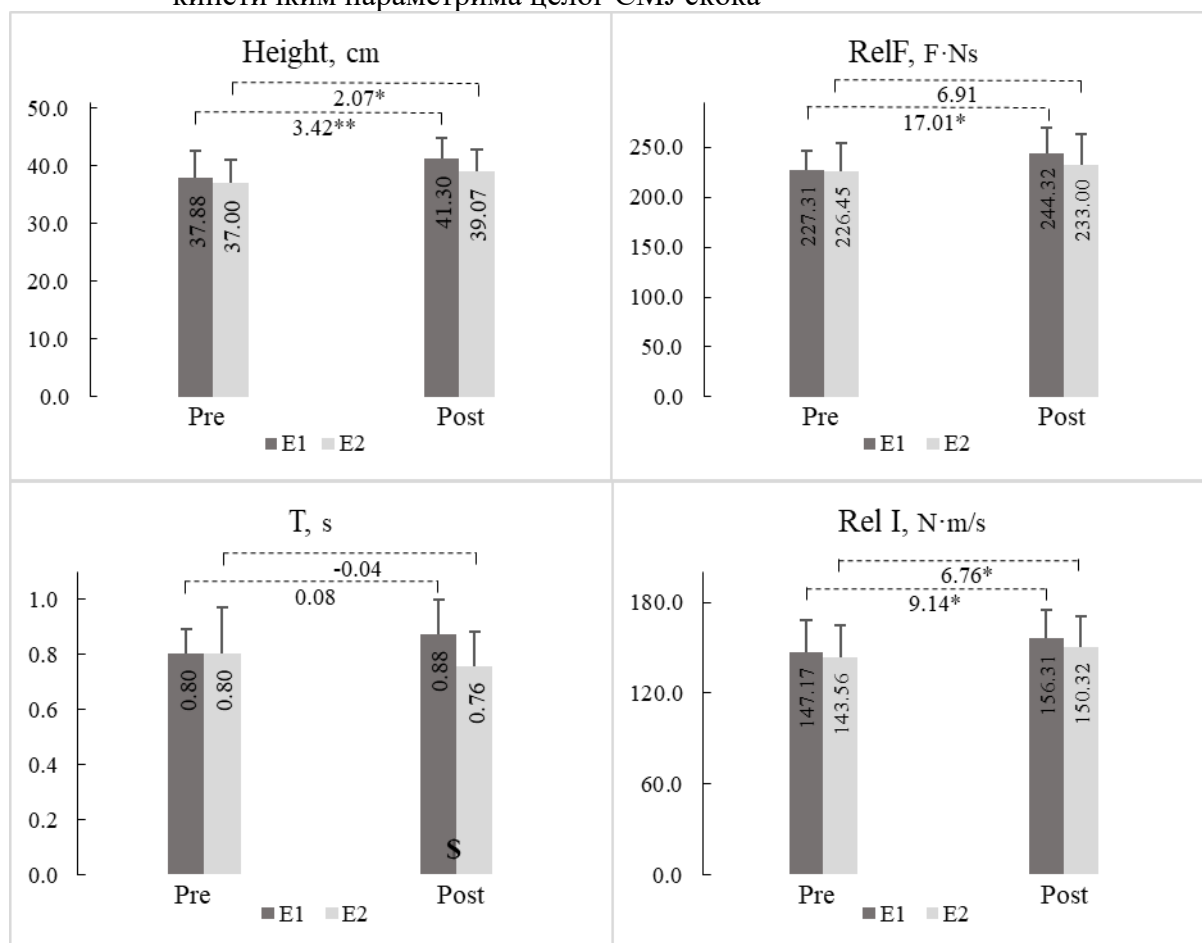
Фигура 8. Разлике између E1 и E2 групе на иницијалном и на финалном мерењу и разлике између иницијалног и финалног мерења код E1 и E2 групе у кинетичким параметрима целог НЈ скока



Легенда: * – статистички значајна разлика између иницијалног и финалног мерења код E1 и E2 групе резултат, $p < .05$; ** – статистички значајна разлика између иницијалног и финалног мерења код E1 и E2 групе резултат, $p < .001$; \$ – статистички значајна разлика између E1 и E2 групе на финалном мерењу; Pre – иницијално мерење; Post – финално мерење.

Резултати висине скока СМЈ теста у студији (Lyttle et al., 1996), потврђује значајне разлике и напредак између иницијалног и финалног мерења који су у складу са реализованом студијом. Кошаркаши јуниорског узраста показали су значајне разлике и напредак између иницијалног и финалног мерења од 6% код СМЈ теста (Arede et al., 2019). Значајан напредак између иницијалног и финалног мерења код СМЈ теста забележен је такође у студији (Fontenay et al., 2013). Истраживачи су добили значајне ефекте са дупло већим напретком од 12% код кошаркашица јуниорског узраста. Приказано је да кинетички параметар време СМЈ скока нема значајне разлике што је у складу са резултатима реализованог истраживања. За разлику од резултата време СМЈ скока, кинетички параметар силе није показао значајне разлике и није у складу са резултатима реализованог истраживања (Fontenay et al., 2013) (резултати реализованог истраживања разлика између иницијалног и финалног мерења код целог СМЈ скока код E1 и E2 групе детаљније су приказане у Фигура 8 и Табела 60).

Фигура 9. Разлике између E1 и E2 групе на иницијалном и на финалном мерењу и разлике између иницијалног и финалног мерења код E1 и E2 групе у кинетичким параметрима целог СМЈ скока



Легенда: * – статистички значајна разлика између иницијалног и финалног мерења код E1 и E2 групе резултат, $p < .05$; ** – статистички значајна разлика између иницијалног и финалног мерења код E1 и E2 групе резултат, $p < .001$; \$ – статистички значајна разлика између E1 и E2 групе на финалном мерењу; Pre – иницијално мерење; Post – финално мерење.

Један од највећих забележених напретка између иницијалног и финалног мерења у досадашњим истраживањима код СМЈ теста приказан је у студији (Idrizovic et al., 2018). Истраживачи су добили значајне ефекте после 12 недеља вежбања плиометријског програма од 16,9% код одбојкашица јуниорског узраста. Постојање значајних разлика и ефеката примећени су и у студији (Martel et al., 2005), која је исто испитивала одбојкашице јуниорског узраста. Са дупло краћим трајањем плиометријског програма од шест недеља, истраживачи су добили резултате напретка од 11% који су у складу са резултатима реализованог истраживања. Још једна потврда успешности плиометријског вежбања виђена је код јуниорских одбојкаша у (Newton et al., 1999). Аутори су добили значајане разлике и напредак од 5,9% код СМЈ теста. Уочене су и нешто мање вредности напретка од 2,1% за кинетичке параметре силе у односу на резултате реализоване студије. У студији Кристичевић et al. (2016), аутори су

испитивали одбојкашице јуниорског узраста и добили значајне разлике између иницијалног и финалног мерења код СМЈ скока. Значајани ефекти уочени су и у студији (Usman & Shenoy, 2015), која је показала и да одбојкаши имају веће вредности напретка у СМЈ скоку у односу на напредак одбојкашица (детаљније у Фигура 5 и 8 и Табела 59 и 60).

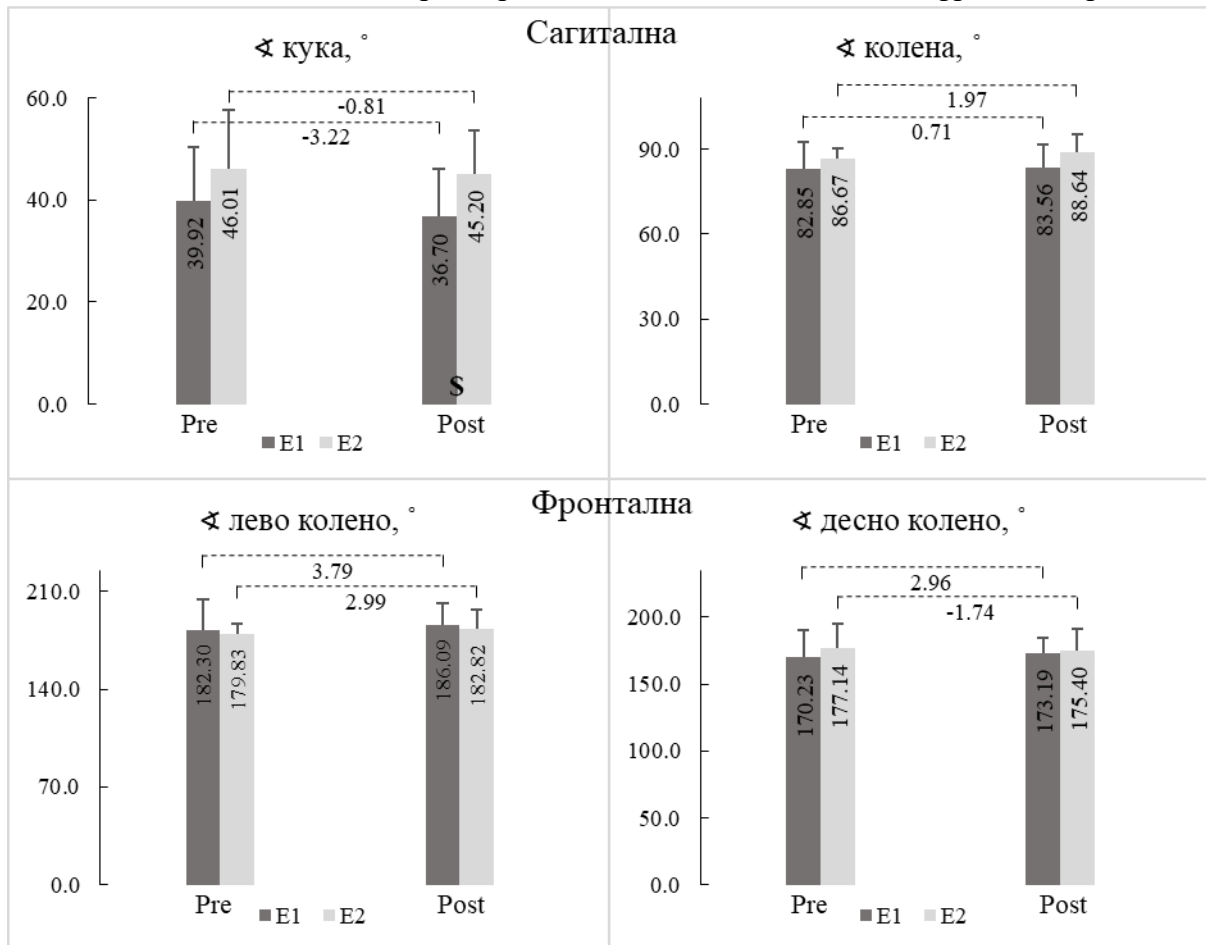
Студија чији резултати нису у складу са реализованим истраживањем и резултатима досадашњих истраживања виђена је у раду (Bouteraa et al., 2020). Аутори су спровели плиометријски програм вежбања у трајању од осам недеља на кошаркашима јуниорског узраста и нису добили значајне разлике нити ефекте између иницијалног и финалног мерења код СМЈ теста. Могуће објашњење оваквих резултата јесте што се истраживање одвијало у сезони када су испитанице имале кошаркашке утакмице и имале додатне кошаркашке тренинге (Bouteraa et al., 2020). Још једна студија која није имала значајне разлике и ефекте између иницијалног и финалног мерења је (Meszler & Vaczi, 2019). Кошаркашице нису имале напретка у СМЈ тесту због кратког плиометријског тренинга од свега 20 min (Moran, Clark, Ramirez-Campillo, Davies, & Drury, 2019). Два различита плиометријска програма са једном врстом вежбе, скокове у дубину, и једном разликом у времену контакта са подлогом нису довеле до значајних ефеката у висини скока (Young et al., 1999). Висина постоља скока у дубину која је достигала 75 cm доводи до превелике силе и немогућности извођења плиометријске акције то може објаснити овакве резултате (Bobbett et al., 1987).

Резултати кинематичких параметара СМЈ теста из сагиталне и из фронталне равни нису показали значајне резултате ни на мултиваријантном ни на униваријантном нивоу код ниједне групе (детаљније у Фигура 9 и Табела 64). Док су резултати између иницијалног и финалног мерења за кинематичке параметре НЈ скока показали значајну разлику и велики утицај код само Е1 групе на мултиваријантном нивоу. На униваријантном нивоу Е1 група показала је један значајан резултат за угао кука (детаљније у Фигура 10 и Табела 65).

У студији (McErlain-Naylor, King, & Pain, 2014), били су укључени 18 старијих испитаника различитих спортова који су имали средње вредности висине скока од 55 cm. Аутори су упоређивали кинетичке и кинематичке параметре у различитим зглобовима и тренуцима СМЈ скока и добили вредности угла колена од 81° из сагиталне

равни. Резултати угла колена поклапају се са вредностима реализованог истраживања код угла колена испитаница E1 групе али не и код E2 групе (резултати реализованог истраживања разлика између иницијалног и финалног мерења у кинематичким параметрима СМЈ скока код E1 и E2 групе детаљније су приказане у Фигура 9 и Табела 64).

Фигура 10. Разлике између E1 и E2 групе на иницијалном и на финалном мерењу и разлике између иницијалног и финалног мерења код E1 и E2 групе у кинематичким параметрима СМЈ скока из сагиталне и фронталне равни



Легенда: \$ – статистички значајна разлика између E1 и E2 групе на финалном мерењу; Pre – иницијално мерење; Post – финално мерење.

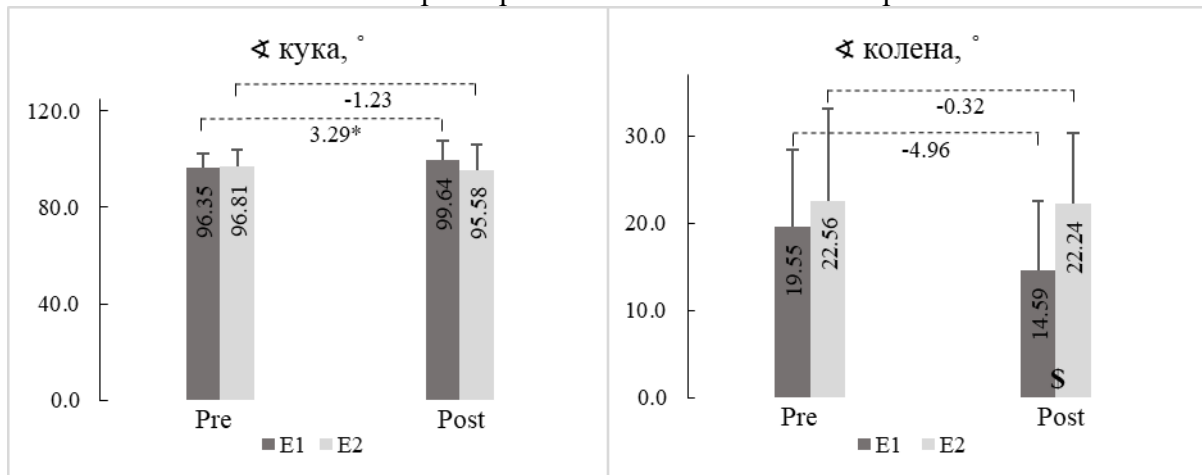
Старији испитаници различитих спортова и узраста од 20 година учествовали су у детаљној студији са три различита програма вежбања (Arabatzi, Kellis, & De Villarreal, 2010). Сви програми допринели су различитим резултатима. Плиометријски програм побољшава висину СМЈ скока, кинетички параметар снаге у ексцентричној фази, и узрокује значајну промену у кинематичком параметру из сагиталне равни. Резултати између иницијалног и финалног мерења у СМЈ скока делимично се поклапају са резултатима реализованог истраживања. Непостојање значајних разлика и ефеката код

угла кука (Arabatzi et al., 2010), поклапају се са резултатима реализоване студије, док значајне разлике код угла колена су у супротности. Још једно истраживање са старијим испитаницима и нешто краћим плиометријским програмом вежбања од шест недеља приказано је у (Azreh, Oskouei, & Shirazi, 2020). Са значајним напретком висине СМЈ скока представљени су и значајни резултати разлика између иницијалног и финалног мерења за два кинематичка параметра из сагиталне равни. Резултати угла колена и кука не поклапају се са резултатима реализоване студије (детаљније у Фигура 2, 8 и 9, и Табела 58, 60 и 64).

У недостатку истраживања која су испитивала ефекте плиометријског програма вежбања на кинематичке параметре са СМЈ скока, дискутоване су студије које су испитивале кинематичке параметре са скоком у дубину са различитих висина постоља. Принцип СМЈ скока и скока у дубину разликује се у већој ексцентричној сили која се производи у зависности од висине постоља од којег се врши скок (Bosco, 1982). Искоришћење веће силе из ексцентричних контракција и ексцентричне фазе доприноси и до веће силе у концентричној фази односно концентричној контракцији где се директно утиче на висину одскока (Gehri et al., 1998; Ramirez-Campillo et al., 2020b). Резултати реализоване студије имају веће вредности углова колена из фронталне и сагиталне равни СМЈ скока у односу на резултате студија (Coh & Mackala, 2013) (детаљније у Фигура 9 и 10, и Табела 64 и 65). Такође, треба напоменути да углови колена из фронталне равни се користе за одређивање динамичког валгуса колена који је резултат прекомерне адукције кука и унутрашње ротације. Пошто је стопало фиксирано за под, прекомерно кретање у фронталној и попречној равни у куку може изазвати медијално померање зглоба колена, абдукцију тибије и пронацију стопала (Cooke, Sled, & Scudamore, 2007; Powers, 2010). Из сагиталне равни померање трупа у сагиталној равни може утицати на моменте у куку и колenu. Позиција тела са трупом напред повећава момент у куку док смањује момент у колenu, а позиција тела са усправљеним трупом повећава момент у колenu док смањује момент у куку што се даље зове “компензовани Тренделенбургов знак“ (Powers, 2010). Студија са скоком у дубину (Fontenay et al., 2013), испитивала је кинематичке параметре СМЈ скока из фронталне равни. Резултати показују значајне разлике и ефекте између иницијалног и финалног мерења код јуниорских кошаркашица који нису у складу са реализованим истраживањем. Јуниорске кошаркашице у студији Herrington (2010), показале су да након шест недеља плиометријског програма постоје значајне разлике и смањења угла

колена из фронталне равни, код леве ноге за 9,8 °, и код десна ноге за 12,3 °. Резултати се не поклапају са резултатима реализоване студије (резултати реализованог истраживања разлика између иницијалног и финалног мерења у кинематичким параметрима НЈ скока код Е1 и Е2 групе детаљније су приказане у Фигура 10 и Табела 65).

Фигура 11. Разлике између Е1 и Е2 групе на иницијалном и на финалном мерењу и разлике између иницијалног и финалног мерења код Е1 и Е2 групе у кинематичким параметрима НЈ скока из сагиталне равни



Легенда: * – статистички значајна разлика између иницијалног и финалног мерења код Е1 и Е2 групе резултат, $p < .05$; \$ – статистички значајна разлика између Е1 и Е2 групе на финалном мерењу; Pre – иницијално мерење; Post – финално мерење.

Код резултата ТМГ анализе показано је постојање значајних разлика и ефеката на мултиваријантном нивоу групи за два мишића леве ноге, *Vastus medialis* и *Gastrocnemius medialis*. Значајни резултати на мултиваријантном нивоу уочени су и код три мишића десне ноге испитаница у Е1 групи, *Vastus lateralis*, *Gastrocnemius lateralis* и *Gastrocnemius medialis*.

На униваријантном нивоу 11 временска ТМГ параметра показала су значајне разлике и ефекте код мишића леве ноге у Е1 групи, код мишића *Vastus lateralis-a*, *Vastus medialis-a*, *Biceps femoris-a*, *Semitendinosus-a*, *Gastrocnemius lateralis-a* и *Gastrocnemius medialis-a*. Док код мишића десне ноге на униваријантном нивоу примећују се осам временска ТМГ параметра са значајним резултатима, код мишића *Vastus lateralis-a*, *Biceps femoris-a*, *Gastrocnemius lateralis-a*, и *Gastrocnemius medialis-a*.

На униваријантном нивоу у Е1 групи за метрички Dm параметар ТМГ анализе установљени су значајни резултати и ефекти за три мишића леве ноге, *Vastus lateralis*,

Biceps femoris, и Gastrocnemius medialis. Резултати код мишића десне ноге показују значајне резултате за четири мишића Vastus lateralis-a, Biceps femoris-a, Gastrocnemius lateralis-a и Gastrocnemius medialis-a (детаљније у Фигура 3, 11–16, и Табела 66 и 67).

Код резултата ТМГ анализе приказано је постојање значајних разлика и ефеката на мултиваријантном нивоу за један мишић леве ноге испитаница у Е2 групи, Gastrocnemius lateralis. Док резултати код мишића десне ноге у Е2 групи показују значајне разлике и ефекте за пет мишића, оба опружача потколенице Vastus medialis и Vastus lateralis, оба прегибача подколенице, Biceps femoris и Semitendinosus, и један мишић опружача стопала Gastrocnemius lateralis.

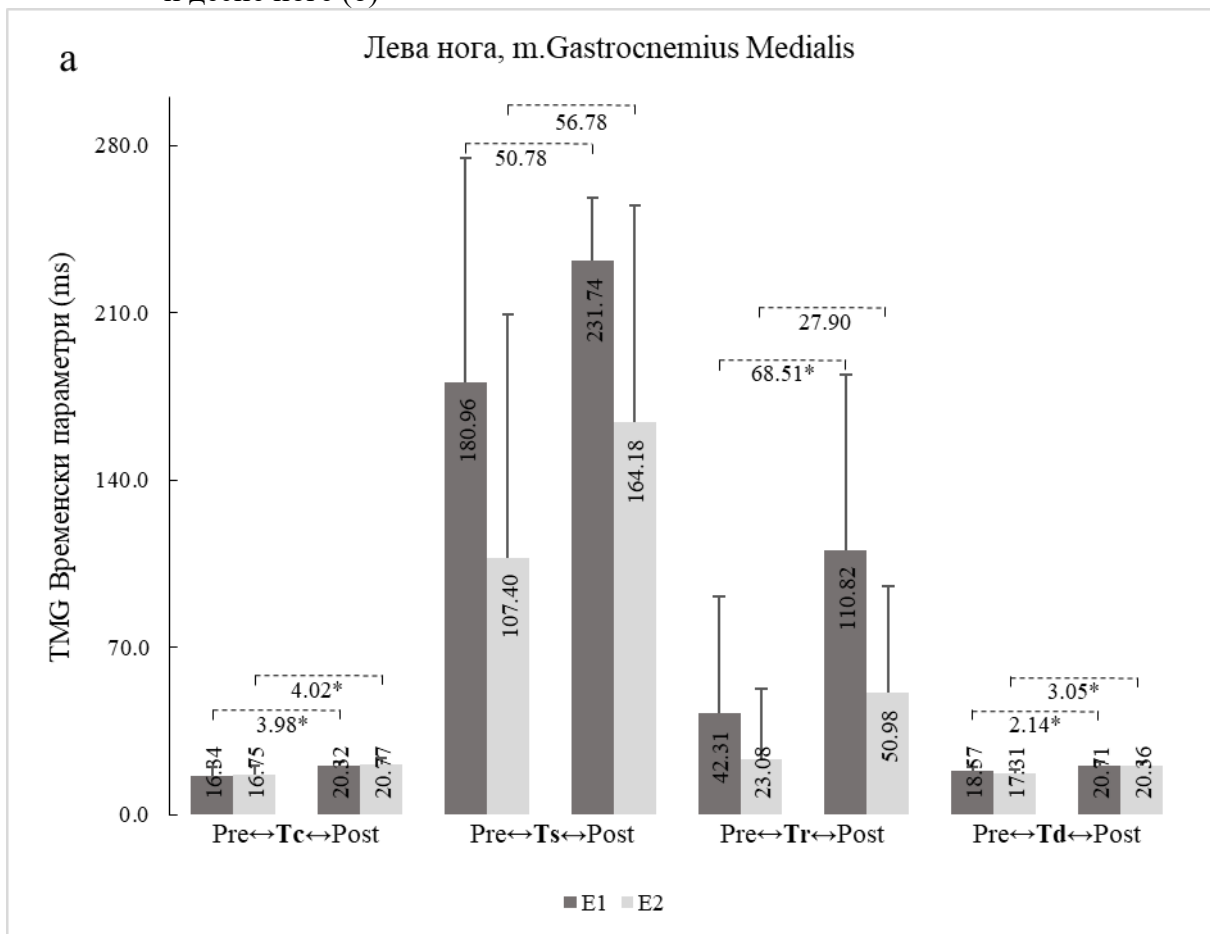
На униваријантном нивоу четири временска ТМГ параметра показала су значајне разлике и ефекте код мишића леве ноге у Е2 групи, код мишића Semitendinosus-a, Gastrocnemius lateralis-a и Gastrocnemius medialis-a. Код мишића десне ноге примећују се на униваријантном нивоу осам временска ТМГ параметра са значајним резултатима, код мишића Vastus lateralis-a, Vastus medialis-a, Biceps femoris-a, Gastrocnemius lateralis-a и Gastrocnemius medialis-a.

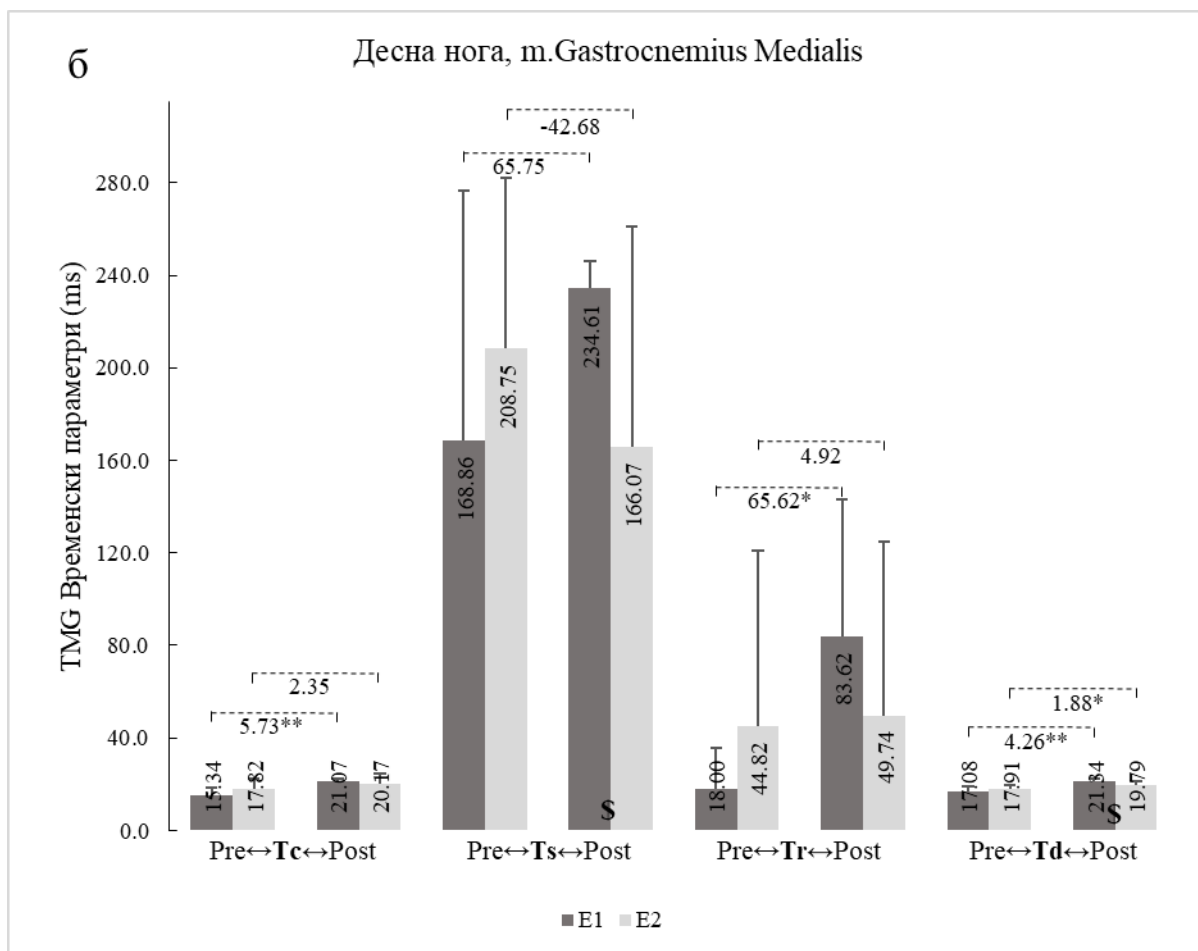
У Е2 групи на униваријантном нивоу за метрички Dm параметар ТМГ анализе приказани су значајни резултати и ефекти за два мишића леве ноге, код мишића Biceps femoris-a и Gastrocnemius medialis-a. Резултати код мишића десне ноге показују значајне резултате за четири мишића Vastus lateralis-a, Biceps femoris-a, Gastrocnemius lateralis-a и Gastrocnemius medialis-a (детаљније у Фигура 3, 11–16, и Табела 66 и 67).

Једина студија која је испитивала ефекте плиометриског програма вежбања на спортистима и ТМГ анализе је (Zubac & Šimunic, 2017). Аутори су применили осмонедељни плиометријски програм вежбања код старијих испитаника из колективних спортова. Са значајним побољшањем СМЈ скока дошло је до значајног смањења Tc и смањења мишићног тонуса. Висина СМЈ скока значајно се повећала за 12.2%, док се код мишића VL вредности временског ТМГ параметра Tc смањила за 8.7%. Такође код мишића BF забележено је значајно смањење од 26.7%, и код мишића GL за 25.8%. Резултати код мишића GM нису показали значајне резултате (Zubac & Šimunic, 2017). Истраживачи су такође добили за метрички Dm ТМГ параметар значајно смањење код мишића BF за 26.5%, код мишића GM за 14.9%, и код мишића GL за 31.5%. Једино непостојање значајних резултата примећено је код мишића VL (Zubac & Šimunic, 2017). Резултати реализоване студије се не поклапају са резултатима

временског ТМГ параметра Тс код мишића VL, код мишића VF, и код мишића GL. Иако постоји статистички значајна разлика код мишића GM резултати реализоване студије показали су значајно повећање а не смањење (резултати реализованог истраживања разлика између иницијалног и финалном мерења у временским ТМГ параметрима мишића GM код E1 и E2 групе детаљније су приказане у Фигура 11а и 11б, и и Табела 66 и 67).

Фигура 12а и 12б. Разлике између E1 и E2 групе на иницијалном и на финалном мерењу и разлике између иницијалног и финалног мерења код E1 и E2 групе у временским ТМГ параметрима m.Gastrocnemius medialis-а леве (а), и десне ноге (б)

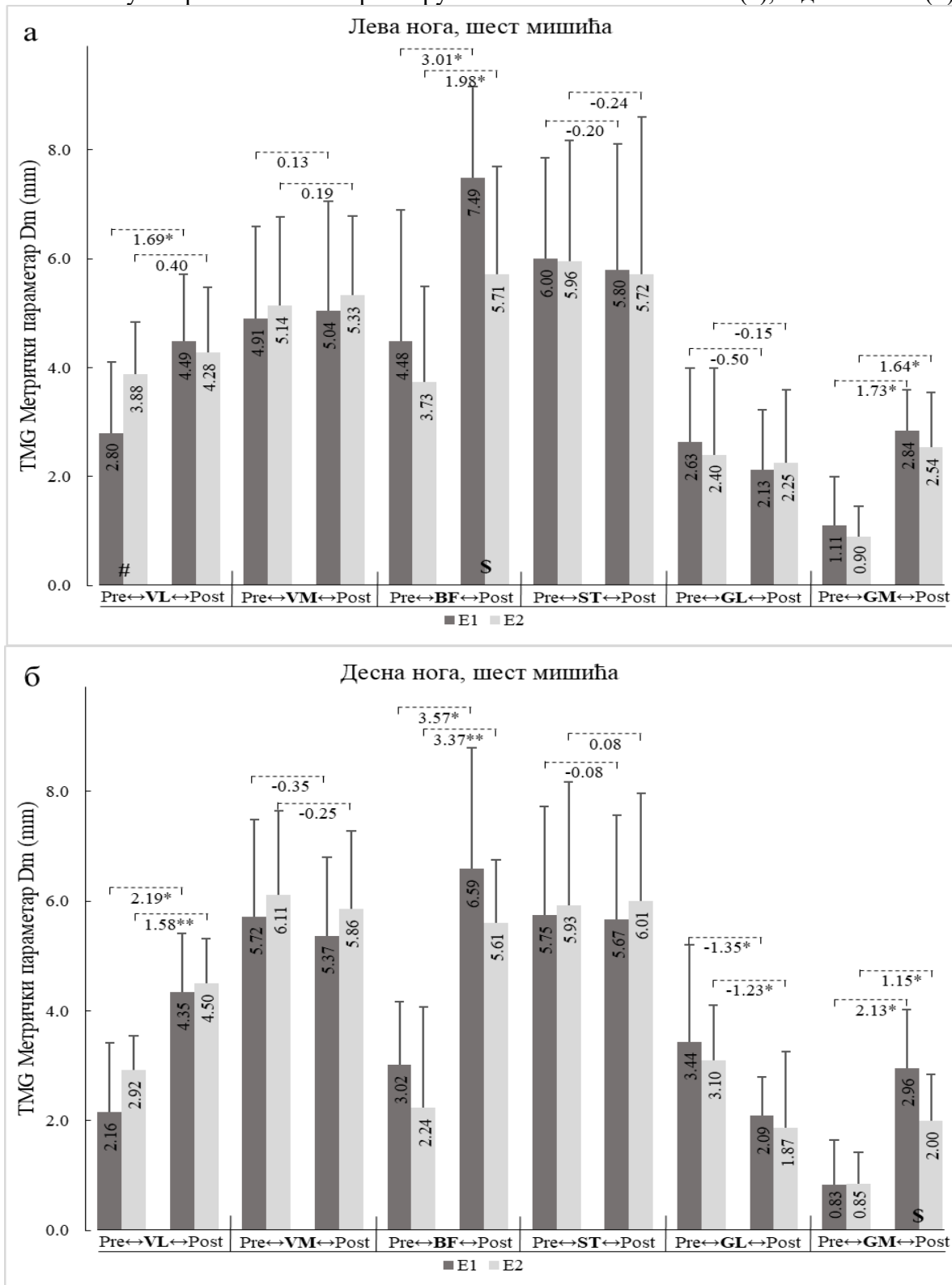




Легенда: * – статистички значајна разлика између иницијалног и финалног мерења код E1 и E2 групе резултат, $p < .05$; ** – статистички значајна разлика између иницијалног и финалног мерења код E1 и E2 групе резултат, $p < .001$; \$ – статистички значајна разлика између E1 и E2 групе на финалном мерењу; Pre – иницијално мерење; Post – финално мерење; Tc – време контракције; Ts – време одржавања контракције; Tr – време опуштања; Dm – максимална амплитуда радијалног померања; Td – почетно време кашњења.

Када се посматрају резултати метричког Dm TMГ параметра, не примећује се поклапање са резултатима реализованог истраживања за мишић BF, а поклапају се за мишић GL и GM, с тим да су резултати реализоване студије показали значајно повећање а не смањење (резултати реализованог истраживања разлика између иницијалног и финалног мерења у метричком TMГ параметру свих мерених мишића код E1 и E2 групе детаљније су приказане у Фигура 12а и 12б, и Табела 66 и 67).

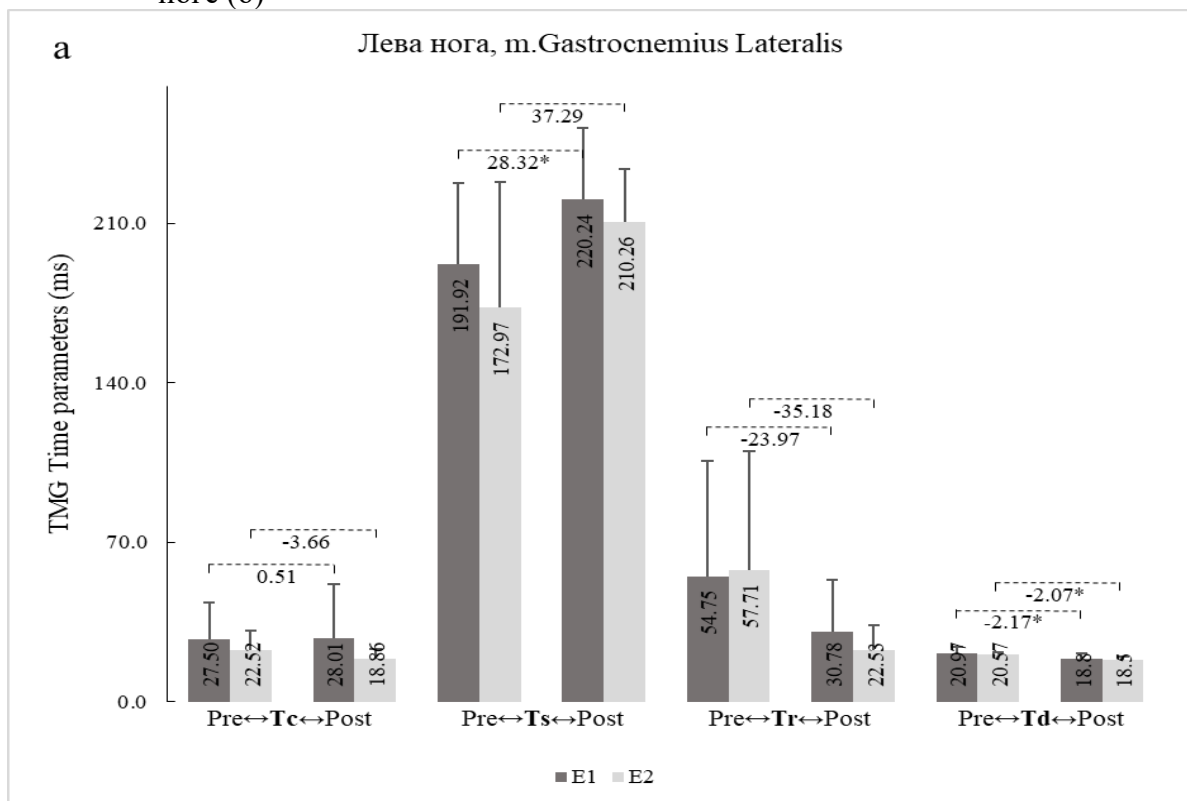
Фигура 13а и 13б. Разлике између E1 и E2 групе на иницијалном и на финалном мерењу и разлике између иницијалног и финалног мерења код E1 и E2 групе у метричком ТМГ параметру Dm за шест мишића леве (а), и десне ноге (б)

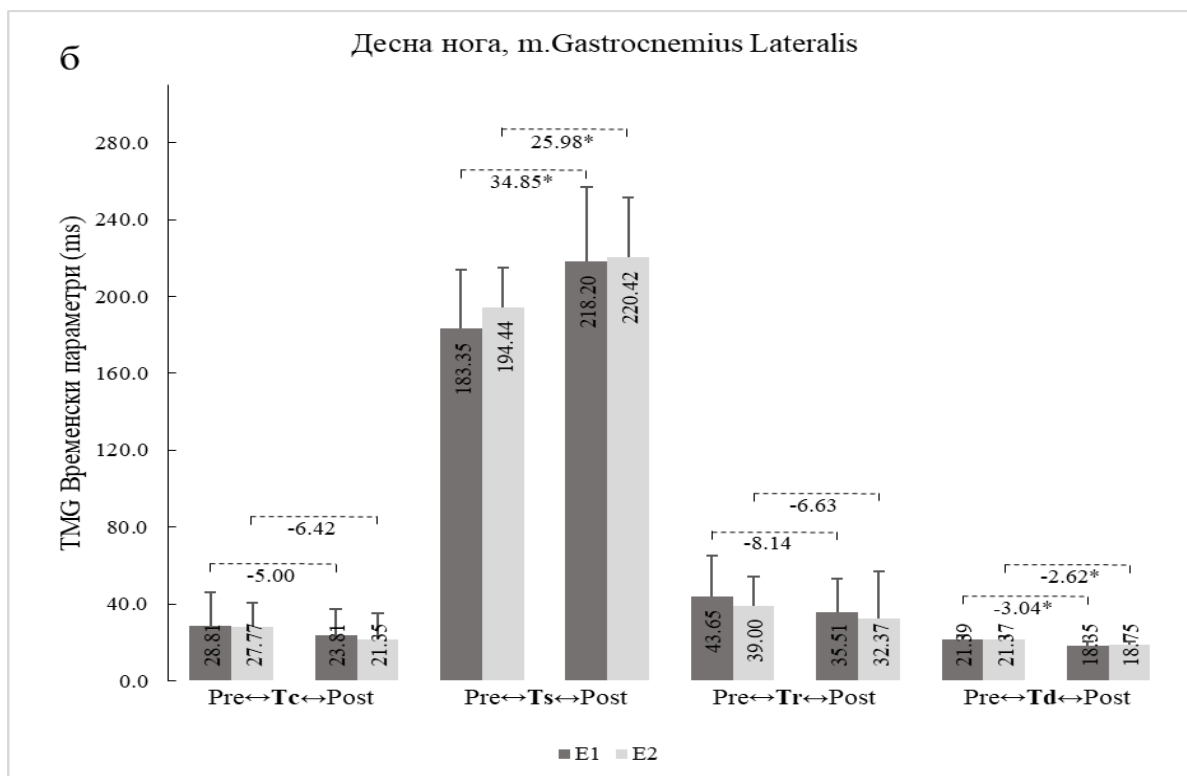


Легенда: * – статистички значајна разлика између иницијалног и финалног мерења код E1 и E2 групе резултат, $p < .05$; ** – статистички значајна разлика између иницијалног и финалног мерења код E1 и E2 групе резултат, $p < .001$; # – статистички значајна разлика између E1 и E2 групе на иницијалном мерењу; \$ – статистички значајна разлика између E1 и E2 групе на финалном мерењу; Pre – иницијално мерење; Post – финално мерење; Ts – време контракције; Tr – време опуштања; Dm – максимална амплитуда радијалног померања; Td – почетно време кашњења.

Због недостатка студија са ТМГ анализом које су испитивале ефекте плиометријског начина вежбања на мишиће доњих екстремитета јуниорских испитаница представљене су истраживања са старијим испитаницима. Студија са детаљном ТМГ анализом више мишића доњих екстремитета Zubac et al. (2019), испитивала је ефекте плиометриског вежбања на старијим рекреативцима. Са значајним побољшањем између иницијалног и финалног мерења у СМЈ скоку од 8,2% временски параметри ТМГ анализе показали су значајно смањење времена. Уочен је опсег од 5.7% до 28.9% код мишића GM, и BF, док код мишића GL није установљена значајна разлика. Резултати се делимично поклапају са резултатима реализованог истраживања (резултати реализованог истраживања разлика између иницијалног и финалног мерења у временским ТМГ параметрима мишића GL код E1 и E2 групе детаљније су приказане у Фигура 13а и 13б, и Табела 66 и 67).

Фигура 14а и 14б. Разлике између E1 и E2 групе на иницијалном и на финалном мерењу и разлике између иницијалног и финалног мерења код E1 и E2 групе у временским ТМГ параметрима m.Gastrocnemius lateralis-а леве (а), и десне ноге (б)

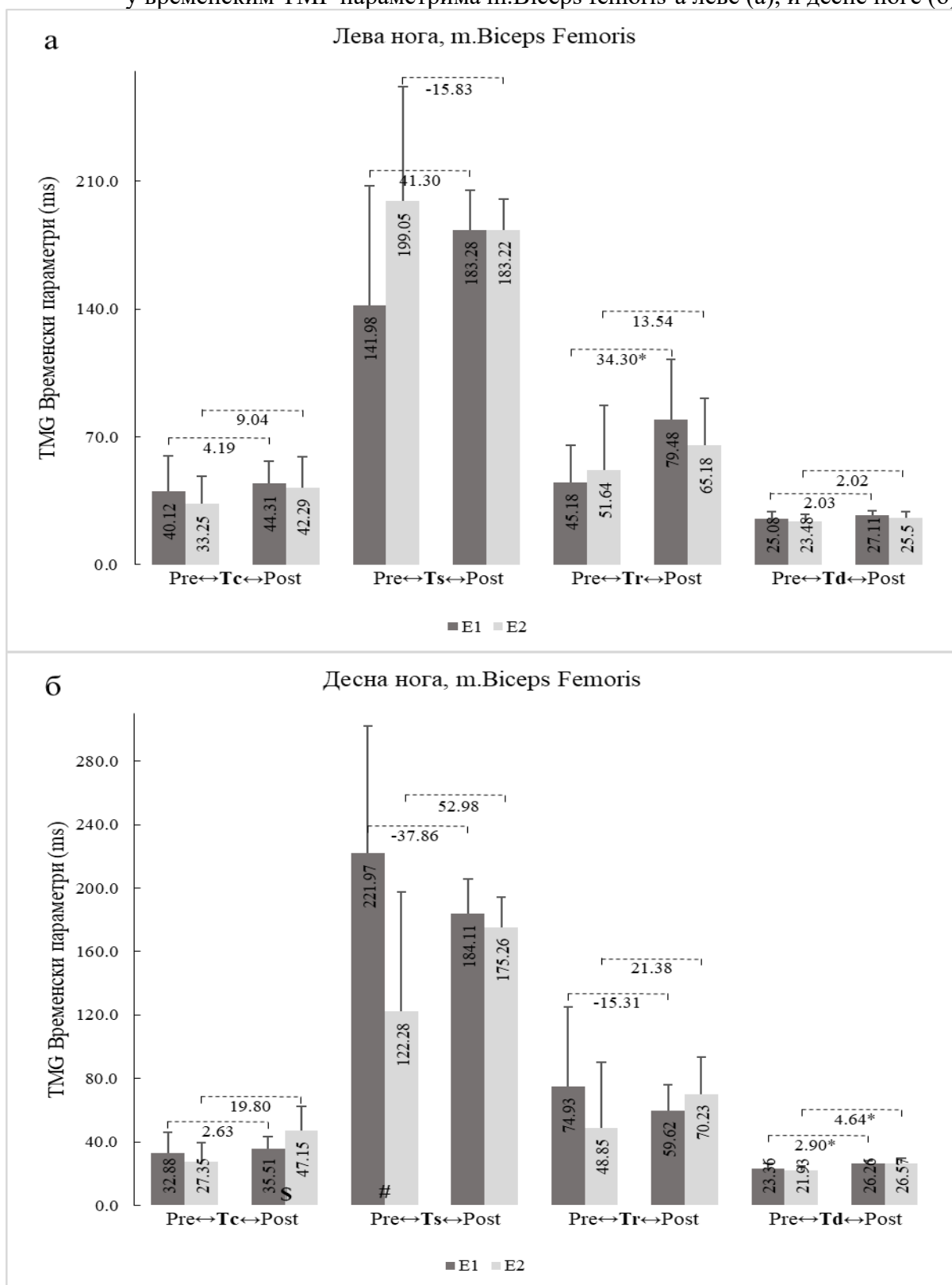




Легенда: * – статистички значајна разлика између иницијалног и финалног мерења код E1 и E2 групе резултат, p < .05; Pre – иницијално мерење; Post – финално мерење; Tc – време контракције; Ts – време одржавања контракције; Tr – време опуштања; Dm – максимална амплитуда радијалног померања; Td – почетно време кашњења.

Уочено је значајно смањење за вредности Tc код мишића GM од 9.6%, које се поклапа са реализованом студијом. Код мишића BF смањење од 5.7% делимично се поклапа. Непостојање значајних разлика и смањења времена код мишића GL и VL такође су у складу са резултатима реализованог истраживања (Zubac et al., 2019). Резултати метричког Dm параметра ТМГ анализе код мерених мишића и значајна смањења нису у складу са резултатима реализованог истраживања. Треба напоменути да су значајна смањења мања од забележених у реализованој студији (детаљније у Фигура 12а и 12б, и Табела 66 и 67). Разлог је што су испитаници у студији били старији рекреативци (Zubac et al., 2019) (резултати реализованог истраживања разлика између иницијалног и финалног мерења у временским ТМГ параметрима мишића BF код E1 и E2 групе детаљније су приказане у Фигура 14а и 14б, и Табела 66 и 67).

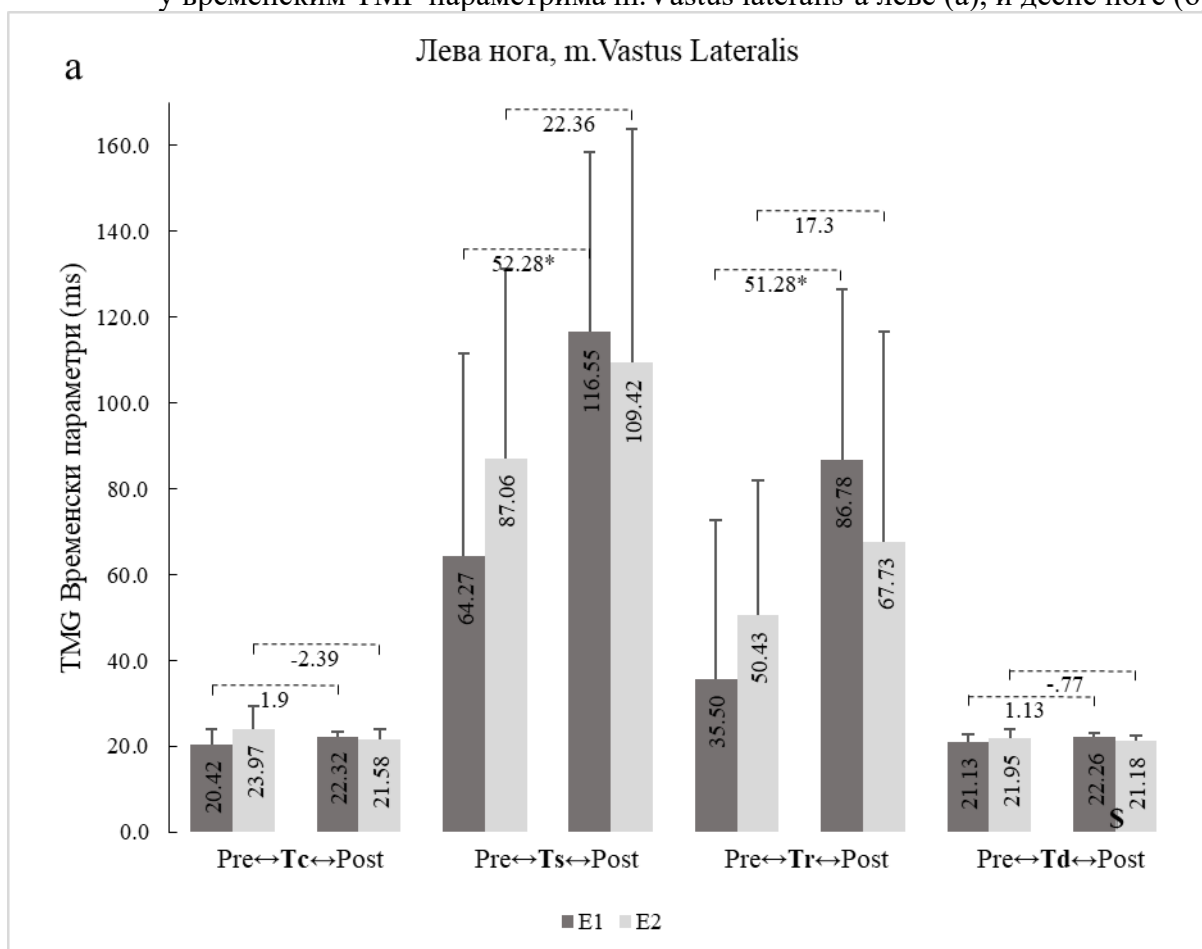
Фигура 15а и 15б. Разлике између E1 и E2 групе на иницијалном и на финалном мерењу и разлике између иницијалног и финалног мерења код E1 и E2 групе у временским ТМГ параметрима m.Viceps femoris-а леве (а), и десне ноге (б)

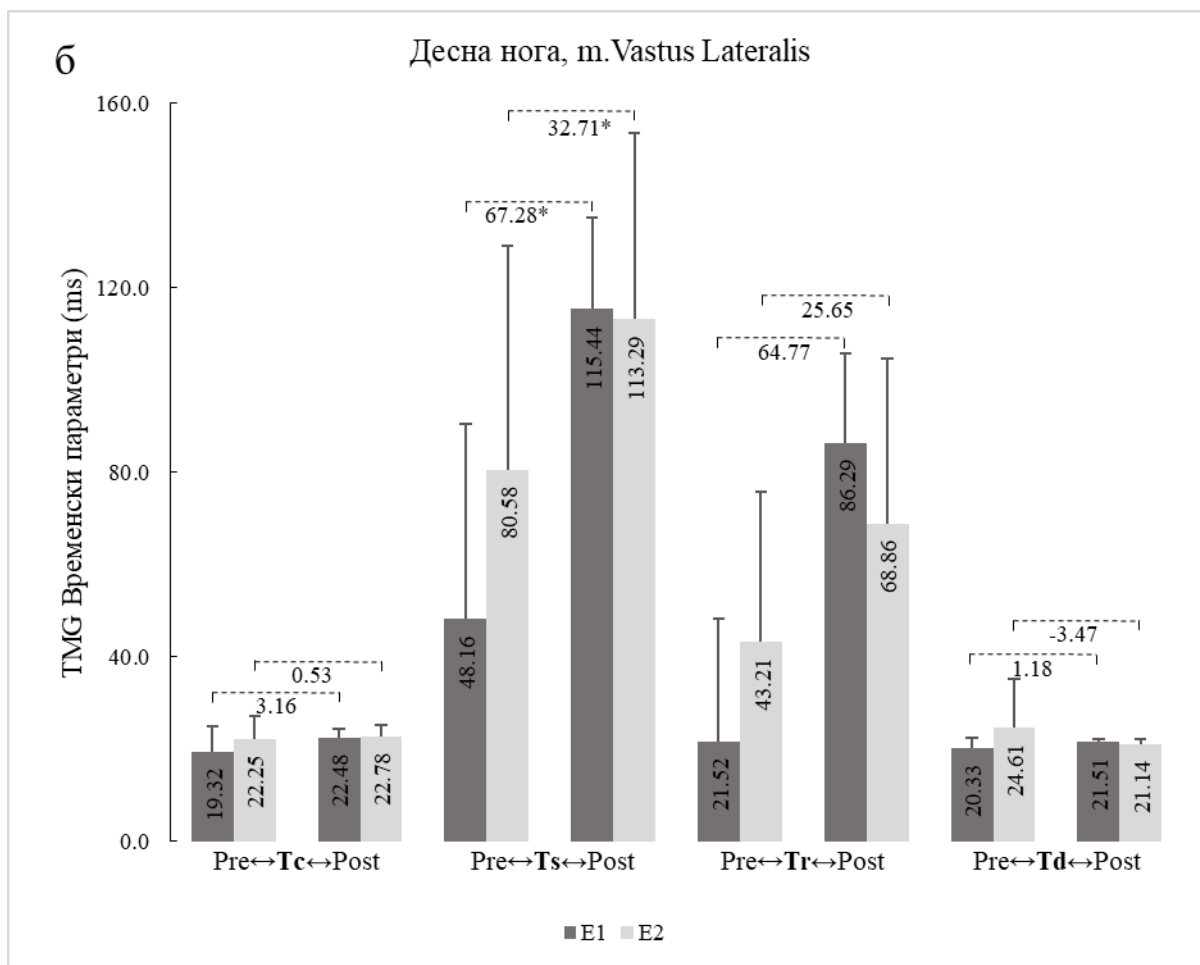


Легенда: * – статистички значајна разлика између иницијалног и финалног мерења код E1 и E2 групе резултат, $p < .05$; # – статистички значајна разлика између E1 и E2 групе на иницијалном мерењу; \$ – статистички значајна разлика између E1 и E2 групе на финалном мерењу; Pre – иницијално мерење; Post – финално мерење; Tc – време контракције; Ts – време одржавања контракције; Tr – време опуштања; Dm – максимална амплитуда радијалног померања; Td – почетно време кашњења.

У студији de Paula Simola et al. (2016), испитивана су два супротна програма вежбања, један који је базиран на вежбама са ексцентричним контракцијама и други са спринтерским вежбама. Краћи програм вежбања од 11 тренинга у једној недељи и умерено високим интензитетом допринели су значајном смањењу метричког Dm параметра мишића VL. Обе групе испитаника показале су значајне резултате што је у супротности од резултата реализованог истраживања (de Paula Simola et al., 2016) (детаљније у Фигура 12а и 12б, и Табела 66 и 67). Разлог лежи у структури тренинга и краћем трајању програма који је имао мали проценат плиометријских вежби. Резултати временског Tc параметра ТМГ анализе код мишића VL показали су непостојање значајних разлика између иницијалног и финалног мерења које се делимично поклапа са резултатима реализованог истраживања (de Paula Simola et al., 2016) (резултати реализованог истраживања разлика између иницијалног и финалног мерења у временским ТМГ параметрима мишића VL код E1 и E2 групе детаљније су приказане у Фигура 15а и 15б, и Табела 66 и 67).

Фигура 16а и 16б. Разлике између E1 и E2 групе на иницијалном и на финалном мерењу и разлике између иницијалног и финалног мерења код E1 и E2 групе у временским ТМГ параметрима m.Vastus lateralis-а леве (а), и десне ноге (б)

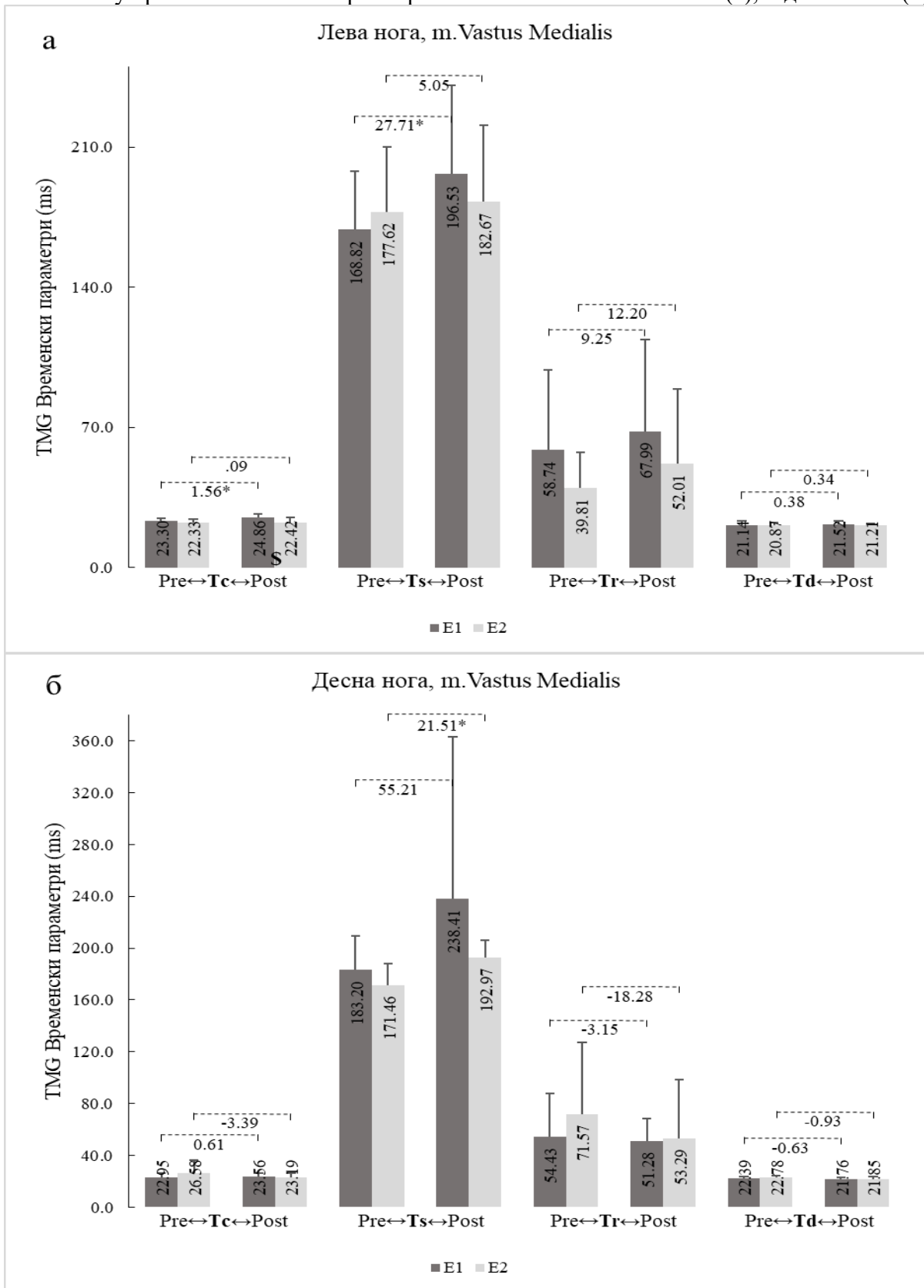




Легенда: * – статистички значајна разлика између иницијалног и финалног мерења код E1 и E2 групе резултат, $p < .05$; \$ – статистички значајна разлика између E1 и E2 групе на финалном мерењу; Pre – иницијално мерење; Post – финално мерење; Tc – време контракције; Ts – време одржавања контракције; Tr – време опуштања; Dm – максимална амплитуда радијалног померања; Td – почетно време кашњења.

Старији испитаници мушког пола из колективних спортова учествовали су у детаљном истраживању утицаја шестонедељног ексцентричног програма (Núñez et al., 2018). Аутори су користили магнетну резонанцу за прикупљање података повећања попречног пресека мишића доњих екстремитета за разлику од ТМГ анализе реализованог истраживања. Са очекиваним већим вредностима услед другог мерног апарата приказани резултати имали су веће вредности разлике између иницијалног и финалног мерења. Са значајним побољшањем између иницијалног и финалног мерења у СМЈ скоку од 4.7% и 5.1% код обе групе али не и код спринт теста на 10 m, забележено је и повећање попречног пресека мишића VM од 12.6% и мишића VL од 9.9% (Núñez et al., 2018). Резултати су у складу са реализованом студијом (резултати реализованог истраживања разлика између иницијалног и финалног мерења у временским ТМГ параметрима мишића VM код E1 и E2 групе детаљније су приказане у Фигура 16а и 16б, и Табела 66 и 67).

Фигура 17а и 17б. Разлике између E1 и E2 групе на иницијалном и на финалном мерењу и разлике између иницијалног и финалног мерења код E1 и E2 групе у временским ТМГ параметрима m.Vastus medialis-а леве (а), и десне ноге (б)



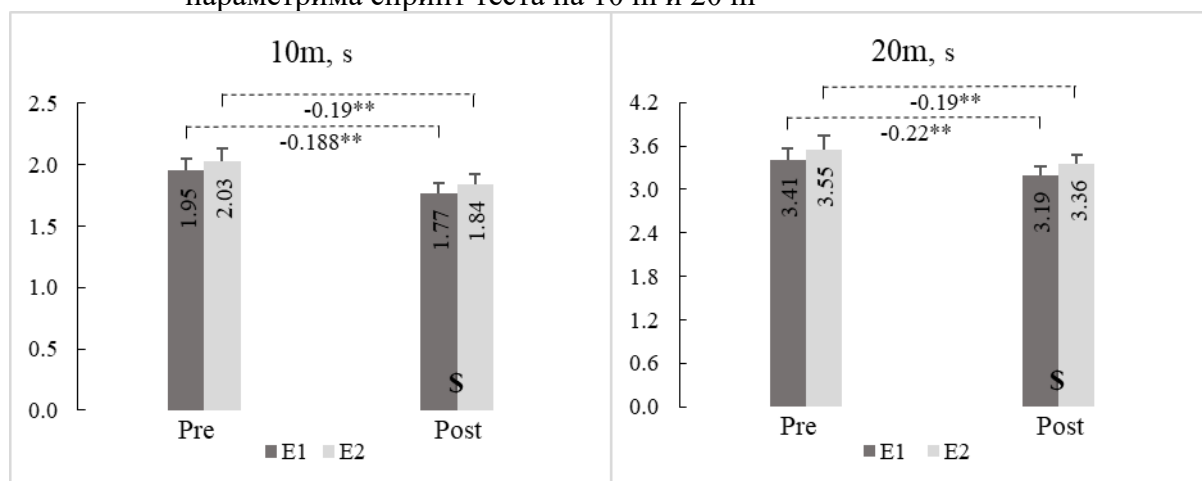
Легенда: * – статистички значајна разлика између иницијалног и финалног мерења код E1 и E2 групе резултат, $p < .05$; Pre – иницијално мерење; Post – финално мерење; Tc – време контракције; Ts – време одржавања контракције; Tr – време опуштања; Dm – максимална амплитуда радијалног померања; Td – почетно време кашњења.

Студија које је анализирила ефекте неплиоетријске програме вежбања са оптерећењем код старијих испитаника је (Wilson et al., 2019). Аутори су такође испитивали мишић VL и нису добили значајне разлике код Dm параметра што је у супротности од резултата реализованог истраживања. Резултати који су у складу Уочени су за временски Tc параметар који исто тако није имао значајне разлике између иницијалног и финалног мерења (детаљније у Фигура 3, 11–16, и Табела 66 и 67).

Уочено је да су сви мерени параметри тестова процене брзине на 10 m и 20 m и на мултиваријантном и на униваријантном нивоу показали значајне разлике и ефекте између иницијалног и финалног мерења код обе групе испитаница.

У истраживању (Chelly et al. 2015), аутори су потврдили значајне разлике и ефекте између иницијалног и финалног мерења код атлетичара млађег узраста. Уочени су значајна побољшања у временима на краћем спринт теста од 5 m који су у складу са резултатима реализоване студије. У сличној студији (Chelly, Ghenem, Abid, Hermassi, Tabka, & Shephard, 2010), аутори су добили значајне ефекте плиометријског вежбања за три различите брзине трчања, у првом стартном кораку, на 5 m, и између 35 m и 40 m. Такође, истраживање атлетичара јуниорског узраста у (El-Ashker et al., 2019), показује значајне резултате који су у складу са реализованим истраживањем. Аутори су на нешто дужој дистанци спринт теста на 30 m добили значајне разлике и ефекте између иницијалног и финалног мерења. Два различита плиометријска програма у студији (Arazi & Asadi, 2011), испитивали су кошаркаше јуниорског узраста. У складу са резултатима реализованог истраживања аутори су добили значајне разлике и ефекте између иницијалног и финалног мерења на нешто дужој дистанци спринт теста од 36,5 m и 60m. Још једна студија која је испитивала кошаркаше јуниорског узраста, показала је значајне разлике између иницијалног и финалног мерења и напредак од 5% у спринт тесту на 10 m (Arede et al., 2019). Као код кошаркаша и атлетичара тако и испитаници из одбојке јуниорског узраста показују значајне резултате након плиометријског начина вежбања (Idrizovic et al., 2018). Аутори су добили значајно снижење времена на 20 m спринт теста од 5,7% што је у складу са резултатима реализованог истраживања (резултати реализованог истраживања разлика између иницијалног и финалног мерења у временима спринт теста на 10 m и 20 m код E1 и E2 групе детаљније су приказане у Фигура 17 и Табела 68).

Фигура 18. Разлике између E1 и E2 групе на иницијалном и на финалном мерењу и разлике између иницијалног и финалног мерења код E1 и E2 групе у параметрима спринт теста на 10 m и 20 m



Легенда: * – статистички значајна разлика између иницијалног и финалног мерења код E1 и E2 групе резултат, $p < .05$; ** – статистички значајна разлика између иницијалног и финалног мерења код E1 и E2 групе резултат, $p < .001$; \$ – статистички значајна разлика између E1 и E2 групе на финалном мерењу; Pre – иницијално мерење; Post – финално мерење.

Студија аутора Mackala and Fostiak (2015), показала је да иако краћи плиометрисјки програм вежбања од две недеље значајно побољшава време спринт теста на 20 m из летећег старта као и теста на 60 m. Иако мањи напредак од 2,1% он је у складу са резултатима реализоване студије. Разлог мањег напретка огледа се у тесту летећег спринта који се изводи са већ максималном постигнутом брзином што није случај са стандардним тестом из високог старта. Поред тога аутори су испитивали елитне јуниорске спринтере који су имали и краћи период вежбања од две недеље и шест тренинга (Mackala & Fostiak, 2015). Још једна студија са јуниорским спринтерима и краћим плиометрисјким програмом показала је значајне резултате у складу са реализованом студијом (Mackala et al., 2019). Нешто мања разлика забележена је код обе групе од 11 и шест ms у односу на резултате реализованог истраживања.

Резултати који су у супротности са реализованом студијом виђени су у раду (Lyttle et al., 1996), који није показао значајне разлике између иницијалног и финалног мерења. Истраживачи су испитивали испитанике различитих спортова на дужој дистанци спринт теста од 40 m и теста на 20 m из летећег старта. Могуће објашњење оваквих резултата огледа се у дужини и типу спринт теста који прати већ достигнуту максималну брзину која се користи у спринт тесту летећег старта. Још једна студија чији резултати нису у складу са реализованим истраживањем виђена је у раду (Bouteraa et al., 2020). Кошаркаши јуниорског узраста нису показали значајне резултате нити разлике између иницијалног и финалног мерења на 10 m и на 20 m спринт теста.

Истраживање се одвијало у сезони када су испитанице имале кошаркашке утакмице и имале додатне кошаркашке тренинге што може објаснити овакве резултате (детаљније у Фигура 17 и Табела 68).

Доказане чињенице и утицај плиометријског начина тренинга датира још са почетка прошлог века и откривања таквог начина тренирања од стране креатора Веркошанског (Verkhoshansky & Siff, 2009). Разлог напретка је у објашњењу дејства плиометријског начина тренирања који је сачињен од вежби са плиометрисјком акцијом. Кључ разумевања плиометријске акције налази се у трећој фази, фази амортизације, односно у времену спајања (Chu & Meyer, 2013). Након ексцентричне контракције мишића долази до кратке експлозивне изометријске контракције која прелази у концентричну фазу односно контракцију, и тај период дефинише ефикасност плиометријског покрета. Што је краћа фаза амортизације то се складиштена енергија користи ефикасније у транзицији (Davies & Matheson, 2001; Zatsiorsky, 2008). Ако је време транзиције између фаза дуже од 15 ms, код зглоба колена (Siff, 2001), акција се сматра обичним скакањем (Zatsiorsky, 2008; Verkhoshansky & Siff, 2009; Chu & Meyer, 2013).

Да би до напретка дошло потребно је тренирати програм вежбања одређени временски период. Очекиване разлике између иницијалног и финалног мерењу забележене су и због дужине трајања истраживања (de Villarreal et al., 2009). Студије које су у складу са дужином трајања реализованог истраживања од шест недеља су (Martel et al., 2005; Núñez et al., 2018; Wilson, et al., 2019), док су неке биле и краће (Rusu et al., 2013; de Paula Simola et al., 2015a; de Paula Simola et al., 2015b; de Paula Simola et al., 2016). Постоје студија које су дале напредак са кратким трајањем програма вежбања, од једне недеље и три тренинга (Duffield, Cannon, & King, 2010; Moreno, Brown, Coburn, & Judelson, 2014), две недеље и шест тренинга (Mackala & Fostiak, 2015) и три недеља и 12 тренинга (Fowler, Trzaskoma, Wit, Iskra, & Lees, 1995).

Такође постоје и истраживања са джим временским трајањем плиометријских програма вежбања од осам до 12 недеља (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). Исто тако постоје истраживања која су трајала дуже, од 16 недеља (Clutch, Wilton, McGown, & Bryce, 1983), од 20 недеља (Cossor, Blanksby, & Elliott, 1999), од 24 недеља (Kato, Terashima,

Yamashita, Hatanaka, Honda, & Umemura, 2006), и од 36 недеља (Witzke & Snow, 2000), које су као и претходне студије са краћим трајњем показале значајне разлике између група између иницијалног и финалног мерења. У свима наведеним истраживањима учесталост тренинга у току недеље је од два до три пута и дужини трајања тренинга од 45 до 80 min што је у оквиру реализованог истраживања, постоје студије које су имале већу учесталост од четири пута у току недеље али са краћим трајањем плиометријског тренинга од 35 min (Arede et al., 2018). У зависности од врсте и циља програма вежбања, као и статуса испитаника, опсег учесталости тренинга креће се од једног до пет тренинга у току недеље (de Villarreal, González-Badillo, & Izquierdo, 2008). Резултати мета анализа и других истраживања (Chu, 1998; Verkhoshansky & Siff, 2009; Ramirez-Campillo et al., 2020), препоручују плиометријске програме вежбања од шест до осам недеља који имају висок интензитет тренинга и које су довољне за напредак у снази и брзини испитаника. Мишићна брза влакна типа IIb су главна одговорна за развој снаге и активирају се при 70-80% од максималног интензитета односно у високом интензитету (Davies et al., 2015).

Постоје и изузеци код студија са дужином трајања програма вежбања од четири до осам недеља које нису показале промене између иницијалног и финалног мерења. Резултати студије Miller et al. (2002), могу се објаснити да је један број испитаника у контролној групи самостално почео неки вид тренинга који није био контролисан. У другој студији (Turner, Owings, & Schwane, 2003), разлог резултата може се приписати да је контролна група имала неки вид плиометријског тренинга који није био контролисан у слободном времену испитаника. Објашњење резултата у студији Herrero Izquierdo Maffiuletti & Garcia-Lopez (2006), огледа се у чињеници да су групе имале неједнаки број тренинга између група.

Најбоља потврда успешности плиометријског начина тренирања види се и у резултатима различитих мета анализа које потврђују позитивне ефекте и разлике између иницијалног и финалног мерења. Мета анализа de Villarreal et al. (2009), показала је значајан напредак у висини одскока код плиометријског начина тренирања од приближно четири cm ($ES = .84$) у односу на контролну групу. Високи интензитет тренинга има такође значајан утицај и напредак од пет cm ($ES = 1.22$), показана је и значајна позитивна корелација умерене јачине код дужине програма, број укупних тренинга, и слабе корелације код броја укупних скокова (de Villarreal et al. 2009). Спортска активност испитаника нема значајних резултата, тако да напредак од четири

cm код испитаника из атлетике, одбојке и кошарке нема статистичку значајност (de Villarreal et al. 2009). Искључиво плиометријски начин тренинга ($ES = .68$), и плиометријски начин тренинга са електостимулацијом ($ES = .94$) дају најбоље резултате у односу на друге начине тренинга и различите комбинације плиометријских програма вежбања (de Villarreal et al. 2009). Значајни резултати утицаја интензитета тренинга на перформансе снаге и брзине видљиви су за високи интензитет тренирања, за разлику од умереног и ниског интензитета. Још једна потврда виђена је у резултатима мета анализе (Markovic, 2007), која показује позитивне ефекте плиометријског начина тренинга на висину одскока код вертикалих скокова за скок из чучња и напретка од 4.7%, и за СМЈ и напретка од 8.7%. Резултати мета анализе не показују значајне резултате за дужину тренинга као ни учесталост током недеље али показују значајне резултате корелације умерене јачине за дужину програма, укупног броја тренинга, и укупног броја скокова. Такође, нема разлика између програма са додатним оптерећењем или без оптерећења (de Villarreal et al., 2009). Разлог томе је у повећаном времену контакта који мења плиометријску акцију која постаје обичан скок (Bobbert et al., 1987). То је потврђено и у студији (Tomlinson et al., 2020), која је испитивала утицај додатног плиометријског тренинга са оптерећењем на спринтерима који нису показали значајне резултате нити ефектима на спринт тестовима.

Друга мета анализа показала значајне ефекте плиометријског начина вежбања код искључиво млађих испитаница узраста од 15 година ($ES = .78$), у односу на старије ($ES = .31$), као и да тренинзи који трају дуже од 30 min ($ES = 1.16$), ефективнији су од оних који су краћи ($ES = 0.33$) (Moran et al., 2019). За разлику од резултата мета анализе аутора (Moran et al., 2019) дужину трајања програма испод и изнад осам недеља нема статистички значајан утицај у (Ramirez-Campillo et al., 2020). Слични резултати потврђени су и у (De Villarreal et al., 2009). Такође непостојање значајних резултата виђено је и за учесталост испод и изнад два тренинга у току недеље, укупног броја тренинга за испод и изнад 16 тренинга, пола, узраста испод и изнад 19 година, и обима тренинга испод и изнад 2000 скокова. Значајан напредак у висини одскока код плиометријског начина тренирања износи ($ES = .82$) у мета анализи аутора (Ramirez-Campillo et al., 2020).

У мета анализи Ramirez-Campillo et al. (2022), плиометријски тренинг има значајне ефекте на вертикални скок ($ES = .45$), СМЈ ($ES = 1.24$), скок из чучња ($ES = .80$), скока у дубину ($ES = .53$), хоризонталног скока ($ES = .65$), спринта на 10m ($ES = 1.67$) и

преко 10m (ES= .92). Дужина трајања тренинга, учесталост и укупан број скокова не предвиђају ефекте плиометријског тренинга. Старији од 17 година кошаркаши напредовали су више у хоризонталним скоковима (ES = 2.11), у односу на млађе од 17 година, (ES= .10). Већи напредак хоризонталног скока примећен је код испитаника са више од два тренинга недељно (ES= 2.12), у односу на два или један тренинг (ES= .39).

Кључ напретка током неког плиометријског програма вежбања је у понављању вежби различитих интензитета односно стално припремање CNS система за престојеће вежбе (Challis, 2000; Zatsiorsky, 2008; Verkhoshansky & Siff, 2009; Taube et al., 2012). Једна од главних улога CNS је одбрана организма и адаптација на спољна оптерећења или вежбе које изискују проток великих сила (Zatsiorsky, 2008; Verkhoshansky & Siff, 2009). Производ вежбања видљив је у мишићима као феномен хипертрофије (Hakkinen, 1985), оба типа, саркоплазматска хипертрофија и хипертрофија саркомера (Nikituk & Samoilov, 1990), повећаног скалдиштења енергије у CNS (Taube et al., 2012), као и већег тонуса у мишићима (Cavagna, 1977). Посматрајући дубље, на ћелијском нивоу, објашњење напретка огледа се у повећаном броју митохондрија које су директно одговорне за ниво одржавања перформанси и већу апсорпцију АТП, основне енергетске јединице деловања човечјег организма (Verkhoshansky & Siff, 2009). Продукт хипертрофије, већег обима попречног пресека мишића, као и већег броја митохондрија услед вежбања видљив је кроз побољшање резултата различитих вертикалних или хоризонталних скокова, спринт тестова и тестова снаге (Komi, 1986). Неизбежан процес у напретку услед плиометријског вежбања, је стварање микро траума у мишићним влакнима које се током одмора регенеришу и постају отпорнија и припремљена за наредни тренинг односно силу (Grabiner, 2000; Nosaka, Sakamoto, Newton, & Sacco, 2001).

8.4. Ефекти различитих плиометријских програма вежбања

Након мултиваријантне анализе коваријансе и укључивања резултата на иницијалном мерењу као коваријата за утврђивање реалних ефеката различитих плиометријских програма вежбања на биомеханичке параметре, указано је да постоје значајне разлике ефеката и велики утицај времена између група на мултиваријантном и на униваријантном нивоу. Добијене вредности коригованих аритметичких средина, након неутрализације и парцијализације резултата на иницијалном мерењу, показале су да су у експерименталном периоду испитанице Е1 групе, постигли боље резултате у

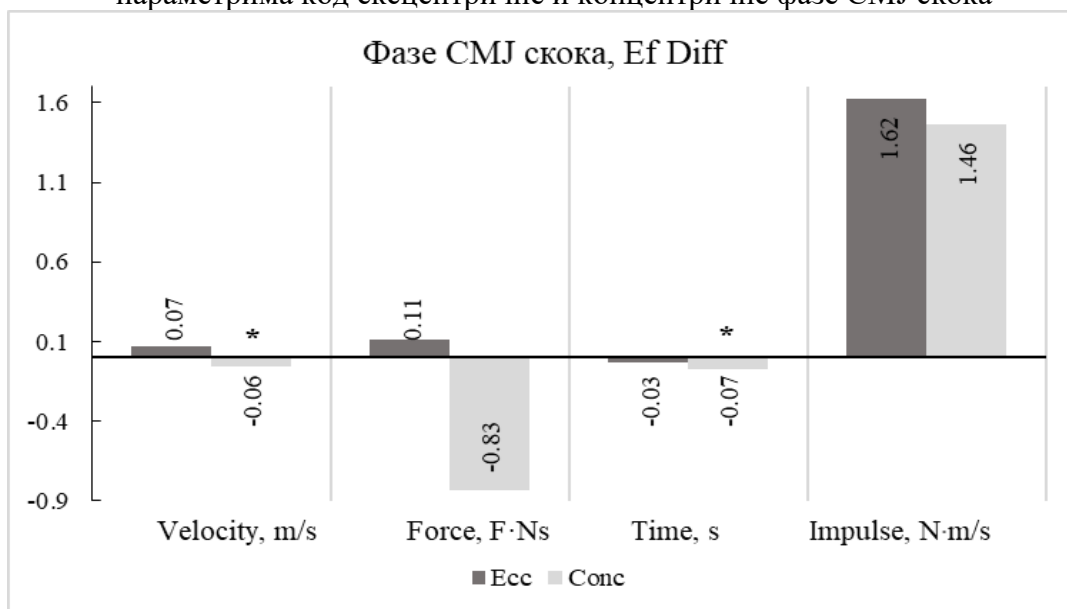
односу на E2 групу у кинетичким параметрима концентричне фазе и целог скока CMJ, у кинетичким параметрима цео скок HJ, и у ТМГ анализи мишића *Vastus medialis*-а леве ноге. Такође бољи резултати потврђени су и на униваријантном нивоу у корист E1 групе, односно плиометријског програма вежбања који је био базиран вежбама са ексцентричним контракцијама. Постоје 12 значајна резултата, код кинетичких параметра концентричне фазе CMJ скока $ConcV$ и $ConcT$, код целог CMJ скока, $Height$ и T , код цео HJ скок $Length$, код кинематичког параметра из сагиталне равни код CMJ скока, угао кука, код временских ТМГ параметара мишића *Vastus lateralis*-а леве ноге, Td , мишића *Vastus medialis*-а, Ts , мишића *Biceps femoris*-а десне ноге, Tc и мишића *Gastrocnemius medialis*-а, Ts и Td и код параметра брзине на 20 m (детаљније у Фигура 18–25 и Табела 69–79).

Други део програма вежбања реализованог истраживања исти је код обе групе и сачињен од плиометријских вежби. Доказани позитивни ефекти плиометријског начина вежбања другачије искоришћавају складиштену силе у мишићима, тетивама и лигаментима (Cavagna, 1977; Kirkendall & Garrett, 1997; Komi, 1984), проузрокованим из првог главног дела тренинга. То се потврђује у различитим истраживањима који су испитивали два или више различита плиометријска програма вежбања са другачијим вежбама. Резултати мета анализе најбоље представљају ефекте различитих вежби на висину одскока. Постоје значајне разлике за типове вежби односно скокова, скок из чучња доприноси напретку од три cm ($ES= .54$), скок у дубину четири cm ($ES= .66$), CMJ нешто испод три cm ($ES= .41$), док комбинација различитих скокова даје најбоље ефекте (de Villarreal et al., 2009).

Резултати који показују разлике између ефеката програма вежбања и који су у складу са резултатима реализованим истраживањем представљени су у студији (Fatouros et al., 2000). Аутори су применили три програма вежбања. Први програм вежбања садржао је поред различитих вежби оптерећења и скокове из чучња са оптерећењем, а други програм био је искључиво базиран са плиометријским вежбама, скоковима из чучња и скокова у дубину са већих висина од 30 cm и 80 cm. Трећи програм вежбања био је комбинација прва два. Примењен је високи интензитет вежбања од 70–80% који је одговоран за активације брзих мишићних влакана типа Пб и у складу са препорукама (Davies et al., 2015). Резултати су показали да постоје разлике у ефектима између експерименталних група у корист трећег програма вежбања у висини скока, кинетичким параметрима снаге и времену скока (Fatouros et al., 2000). Још једна

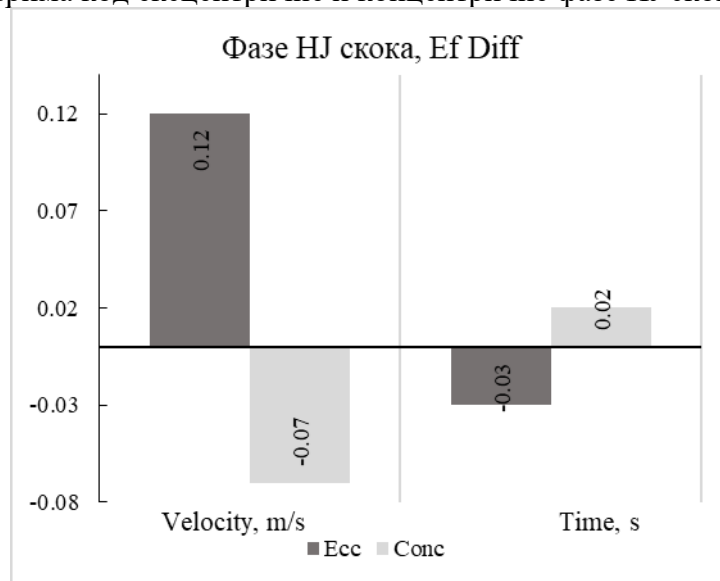
детална студија са три различита програма вежбања представљена је у (Arabatzi et al., 2010). Први плиометријски програм вежбања садржао је скокове из получучња и остале плиометријске вежбе, други програм садржао је искључиво вежбе са оптерећењем без скокова, а трећи програм је био комбинација прва два. Аутори су испитивали две врсте вертикалног скока, скок из чучња и СМЈ скок који су поделили на ексцентричну и концентричну фазу као у реализованој студији. Сва три програма имала су различите ефекте. У кинетичким параметрима снаге ексцентричне фазе СМЈ скока постоје разлике за сва три програма, у концентричној фази не постоје значајне разлике (Arabatzi et al., 2010), што није у складу са резултатима реализован студије (резултати реализованог истраживања разлика у ефектима СМЈ и НЈ скока у појединачним фазама детаљније су приказане у Фигура 18 и 19, и Табела 69 и 70, 72 и 73).

Фигура 19. Разлика ефеката између експерименталних програма 1 и 2 у кинетичким параметрима код ексцентричне и концентричне фазе СМЈ скока



Легенда: Ef Diff – Разлика у ефектима између два плиометријска програма у Е1 и Е2 групи; * – статистички значајан резултат разлике ефеката између експерименталног програма 1 и 2, $p < .05$; Ecc – Ексцентрична фаза; Conc – концентрична фаза; Velocity – брзина; Force – сила; Time – време; Impulse – импулс.

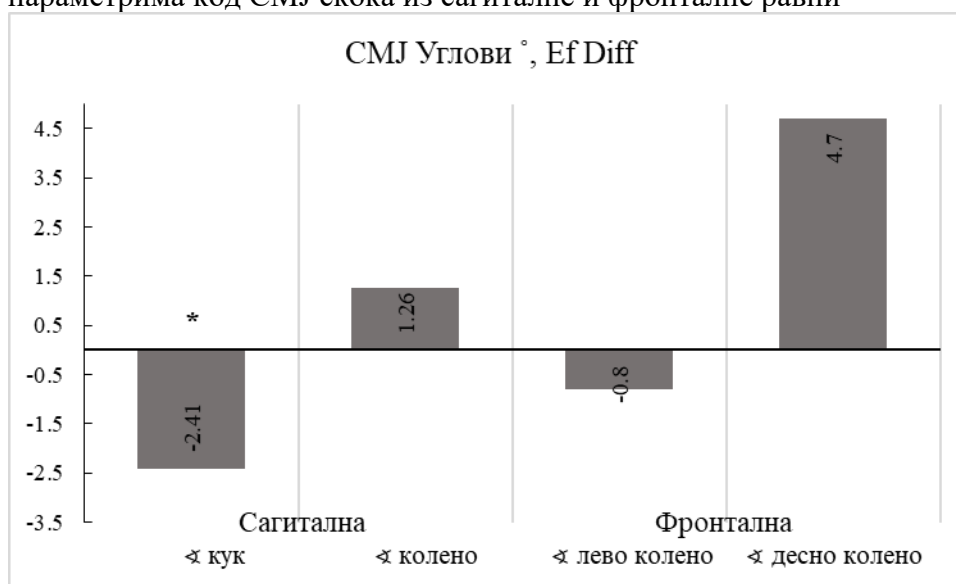
Фигура 20. Разлика ефеката између експерименталних програма 1 и 2 у кинетичким параметрима код ексцентричне и концентричне фазе НЈ скока



Легенда: Ef Diff – Разлика у ефектима између два плиометријска програма у Е1 и Е2 групи; Ecc – Ексцентрична фаза; Conc – концентрична фаза; Velocity – брзина; Time – време. Напомена: Нема значајних резултата за Ef Diff.

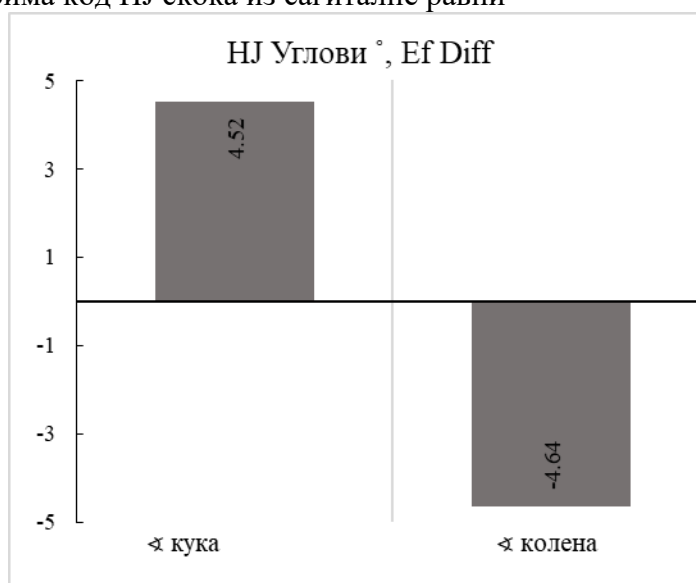
Ово се може објаснити зато што су аутори користили вежбе са концентричним контракцијама и нису имали супротно конципиране програме вежбања, као и због премалих или сувише сличних стимуланса тренинга или преоптерећени процеси адаптације који се јављају услед вежби оптерећења, скокова из чучња или получучња (Newton, K. Häkkinen, A. Häkkinen, McCormick, Volek, & Kraemer, 2002). Потврђено је и значајно смањење кинематичког параметра угла кука у трећој групи (Arabatzi et al., 2010), што се поклапа са резултатима реализованог истраживања. Друга група са само пилметријски програмом вежбања допринела је и значајним разликама у зглобу колена што се не поклапа са резултатима реализованог истраживања (резултати реализованог истраживања разлика у ефектима СМЈ и НЈ скока у кинематичким параметрима из сагиталне и фронталне равни детаљније су приказане у Фигура 20 и 21 и Табела 75 и 76).

Фигура 21. Разлика ефеката између експерименталних програма 1 и 2 у кинематичким параметрима код СМЈ скока из сагиталне и фронталне равни



Легенда: Ef Diff – Разлика у ефектима између два плиометријска програма у Е1 и Е2 групи; α – угао; ° – степен. * – статистички значајан резултат разлике ефеката између експерименталног програма 1 и 2, $p < .05$.

Фигура 22. Разлика ефеката између експерименталних програма 1 и 2 у кинематичким параметрима код НЈ скока из сагиталне равни

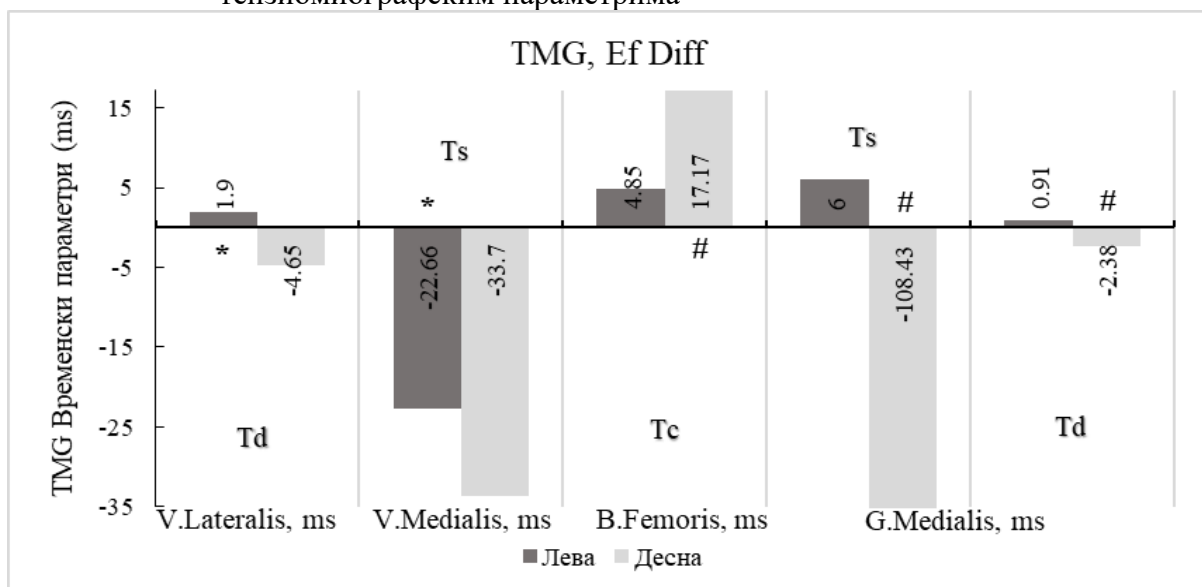


Легенда: Ef Diff – Разлика у ефектима између два плиометријска програма у Е1 и Е2 групи; α – угао; ° – степен. Напомена: Нема значајних резултата за Ef Diff.

Резултати дејства плиометријских програма вежбања на мишић Rectus femoris који суделује у опружању потколенице са још три мишића, може се делимично упоредити са резултатима реализованог истраживања које је испитивало друга два мишића опружача потколенице, Vastus lateralis и Vastus medialis. Трећи програм вежбања довео је до значајно смањење дејства мишића Rectus femoris-a у ексцентричној фази СМЈ скока (Arabatzi et al., 2010), што се делимично поклапа са резултатима реализованог истраживања. Други програм вежбања који је имао скокове

из получучња и остале плиометријске вежбе довео је до значајног смањења дејства мишића Rectus femoris-a у концентричној фази СМЈ скока што се такође делимично поклапа са резултатима реализоване студије. Посматрајући дејство мишића Gastrocnemius medialis-a током ексцентричне фазе СМЈ скока, други програм вежбања проузроковао је значајно повећање а трећи програм значајно смањење (Arabatzi et al., 2010), што се не поклапа са резултатима реализоване студије. Посматрајући дејство мишића Gastrocnemius medialis-a током концентричне фазе СМЈ скока, други и трећи програм вежбања проузроковали су значајна смањења (Arabatzi et al., 2010), што се такође не поклапа са резултатима реализоване студије (резултати реализованог истраживања разлика у ефектима у ТМГ параметрима детаљније су приказане у Фигура 22 и Табела 77 и 78).

Фигура 23. Разлика ефеката између експерименталних програма 1 и 2 у тензиомиографским параметрима



Легенда: Ef Diff – Разлика у ефектима између два плиометријска програма у E1 и E2 групи; * – статистички значајан резултат разлике ефеката између експерименталног програма 1 и 2, $p < .05$; Tc – време контракције; Ts – време одржавања контракције; Td – почетно време кашњења.

Још једна студија чији су резултати у складу са резултатима реализованог истраживања приказани су у студији (Wagner & Kosak, 1997). Аутори су вршили испитивање плиометријског програма вежбања на мушким испитаницима са интензитетом тренинга који се временом повећавао. Једна група имала је само плиометријски програм вежбања и скокови у дубину са висина постоља од 30 cm и 35 cm, а друга и додатни тренинг различитих скокова (Wagner & Kosak, 1997). Резултати мултиваријантне анализе анаеробне снаге показали су постојање разлика у ефектима

између две групе (Wagner & Kosak, 1997). Плиометријски програм вежбања скокова у дубину са додатним вежбама показао је боље резултате.

Резултати који показују да не постоје значајне разлике у ефектима између програма вежбања и што није у складу са резултатима реализоване студије представљени су у раду (Arazi & Asadi, 2011). Аутори су упоређивали ефекте два плиометријска програма и користили су скок из чучња као главну вежбу у програму вежбања. Разлика између два програма огледала се у додатном оптерећењу воде која је покривала 70% тела испитаника у једној групи а у другој групи не. Непостојање значајних разлика између ефеката два плиометријска програма представљено је и у раду (Lyttle et al., 1996). Скокове из чучња са и без оптерећења који су примењивани у једној групи испитаника, нису довели до значајних разлика у ефектима у односу другу групу која је вежбала са скоковима у дубину са постепеним повећање висине постоља од 20 cm до 60 cm. Резултати такође нису у складу са резултатима реализоване студије. У студији Holcomb et al. (1996), испитиване су разлике у ефектима између плиометријским програмима вежбања са комбинацију скока из чучња и СМЈ скока у односу на програм вежбања са скоком у дубину са постепеним повећање висине постоља од 40 cm до 60 cm и трећим програмом са три различита скока у дубину, са фокусом на скочни зглоб, зглоб колана и кука. Резултати не показују значајне разлике између ефеката код ниједне групе (детаљније у Фигура 18 и 19, 24 и 25 и Табела 69 и 70, 71, 72 и 73 и 74).

Резултати плиометријских програма вежбања који су обухватили различите скокове у дубину такође не показују значајне разлике у ефектима између програма (Young et al., 1999). Аутори су анализирали два плиометријска програма вежбања са једном разликом, скокови у дубину у што краћем времену контакта са подлогом и без контроле контакта са подлогом. Резултати се не поклапају са резултатима реализоване студије. Испитивање на јуниорским кошаркашицама и плиометријским програмима вежбања различитих вежби са скоковима у дубину такође не показује разлике између ефектима (Fontenay et al., 2013). Испитивање на јуниорским кошаркашима у (Matavulj et al., 2001), представило је два плиометријска програма која су се разликовала у висинама постоља скока у дубину. Први плиометријски програм је вежбао са висине од 50 cm а други са висине од 100 cm. Резултати нису показали значајне разлике у ефектима између два програма вежбања (Matavulj et al., 2001), што није у складу са резултатима реализоване студије. Упоређење ефеката између плиометријског програма

вежбања са искључиво скоком у дубину са постоља висине од 40 cm у односу на програм са искључиво СМЈ скоком вршено је у (Gehri et al., 1998). Дуже трајање од 12 недеља није довело да значајних разлика између ефеката два различита плиометријска програма вежбања. Резултати такође нису у складу са резултатима реализоване студије (детаљније у Фигура 18 и 19, 24 и 25, и Табела 69 и 70, 71, 72 и 73 и 74).

Постоје студије које су испитивале ефекте вежби са посебно ексцентричним и посебно концентричним контракцијама (Komi & Buskirk, 1972; Hakkinen, 1985; Jones & Rutherford, 1987; Colliander & Tesch, 1990; Hortobagyi et al., 1996a; Núñez et al., 2018; Guadagnin, Stoelben, Carpes, & Vaz, 2022), док постоје мало студија које су испитивале псеудоплиометријске вежбе доскока (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). Само је једна студија испитивала ефекте доскока са екстремних висина од 2 m до 3,2 m на развој експлозивне снаге и брзине спортиста (Dursenev & Raevsky, 1978). Две групе атлетичара односно скакача тренирале су два програма вежбања. У првој групи било је довољно да након 475 доскока за 12 недеља тренирања постигну значајно боље резултате у односу на други програм вежбања и 1472 различита плиометријска скока, скока из чучња и осталих вежби са оптерећењем. Резултати показују значајне ефекте на развој и повећање ексцентричне и концентричне снаге. Дејство мишића услед доскока у периоду од 28-61 ms постиже се сила 20 пута тежине тела која се складиштењем у неуромишићном склопу претвара даљим вежбањем у функционалну силу видљиву у експлозивној снази и брзини (Dursenev & Raevsky, 1978; Verkhoshansky & Siff, 2009). Временске оквир контакта је сувише кратак и силе су сувише велике да би неуромишићни склоп могао да модификује одговор а сваки покушај смањења спољашне силе се дешава припремом CNS пре контакта са површином (Lees, 1981). У неким студијама временски оквир деловања максималних сила је краћи и износи од 12-50 ms у зависности од висина доскока (DeVita & Skelly, 1992). Што је већа сила приликом доскока то се већа количина енергије апсорбује у осталим деловима скелетних мишића целог тела (DeVita & Skelly, 1992) (детаљније у Фигура 24 и 25 и Табела 71 и 74).

Детаљна анализа утицаја три различита програма вежбања која су заснована искључиво на ефекте вежби са различитим контракција представљена је у раду

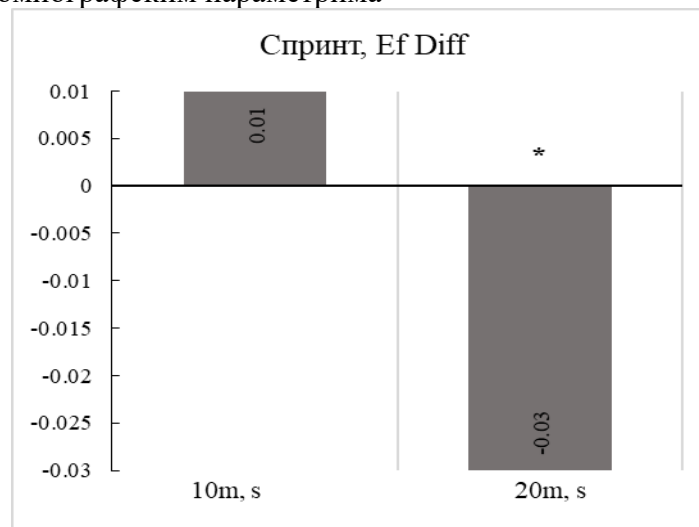
(Hakkinen, 1985). Аутори су испитивали искључиво вежбе са концентричним контракцијама, вежбе са редоследом контракција концентрична па ексцентрична, и вежбе са ексцентричном па концентричном контракцијом. Ток напретка приказали су са пресеком стања на четири недеља у укупном трајању од 12 недеља. У првом пресеку након четири недеља разлике у ефектима нису постојале, а након осам недеља најбољи напредак у снази и брзини показао је програм са ексцентричним па концентричним контракцијама након којег следи програм са прво концентричним па ексцентричним контракцијама. Оба програма имала су значајне разлике у ефектима у односу на последњи програм са искључиво концентричним контракцијама. Прва два програма вежбања заменила су места након 12 недеља где је најбољи напредак забележен код програма са концентричним па ексцентричним контракцијама. На последњем месту је и даље остао програм са искључиво концентричним контракцијама (Hakkinen, 1985). Још потврда ових резултата приказана је у (Hakkinen & Komi, 1981; Colliander & Tesch, 1990). Аутори су представили значајне разлике у ефектима и дупло бржи напредак на недељном нивоу за максималну силу и угловну брзину приликом концентричних фаза тест скока у корист ексцентрично па концентричних вежби у односу на само концентрични програм вежбања (Colliander & Tesch, 1990). Укупан дупло бржи напредак забележен је и у студији (Seeger, Arvidsson, Thorstensson, & Seeger., 1998) (деталније у Фигура 18, 19, 24 и 25 и Табела 69 и 70, 71, 72 и 73 и 74).

Сазнања мета анализе код старијих испитаника показују да концентрични тренинг побољшава снагу, силу и коактивација мишићних антагониста, а концентрични и ексцентрични тренинг побољшава изометричку, концентричну и ексцентричну снагу у зглобу колена (Guadagnin et al., 2022). Такође начин тренирања када се прво упражњавају вежбе са ексцентричним па концентричним контракцијама доводи до највећег напретка у хипертрофији, нервној активацији и снази вежбаних мишића (Hakkinen, 1981; Nather et al., 1991; Hortobagyi et al., 1996a). Мишић *Vastus lateralis* има већу активност након ексцентричног тренинга за ексцентричну контракцију него исти мишић након концентричног тренинга за концентричну контракцију (Hortobagyi et al., 1996a), што се поклапа са резултатима реализованог истраживања. Активност мишића *Biceps femoris*-а нема значајних разлика (Hortobagyi et al., 1996a), и резултати се поклапају са реализованим истраживање (деталније у Фигури 22 и Табела 77 и 78).

Концентрични тренинг у поређењу са ексцентричним тренингом повећава угао косине тренираних мишића због паралелног додавања саркомера (Reeves, Maganaris,

Longo, & Narici, 2009). С друге стране, ексцентричан тренинг доводи до већих побољшања у дужину мишићних влакана, због додавања саркомера у серији (Reeves, et al., 2009), што даље доводи до побољшања спринтерских перформанси (Kumagai, Abe, Brechue, Ryushi, Takano, & Mizuno, 2000), што се поклапа са резултатима реализованог истраживања (резултати реализованог истраживања разлика у ефектима спринт тесту на 10 и 20 детаљније су приказане у Фигура 23 и Табела 79).

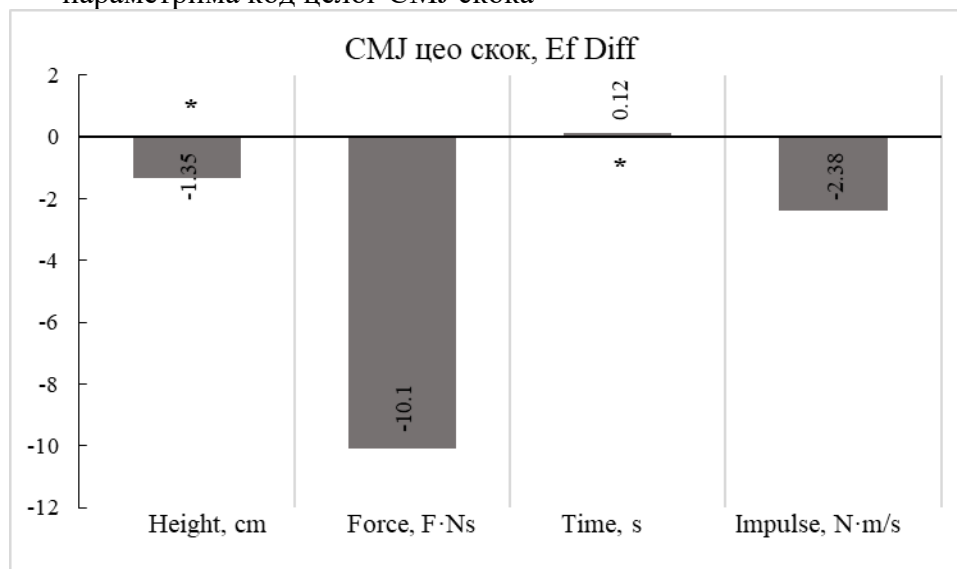
Фигура 24. Разлика ефеката између експерименталних програма 1 и 2 у тензиомиографским параметрима



Легенда: Ef Diff – Разлика у ефектима између два плиометријска програма у E1 и E2 групи; * – статистички значајан резултат разлике ефеката између експерименталног програма 1 и 2, $p < .05$;

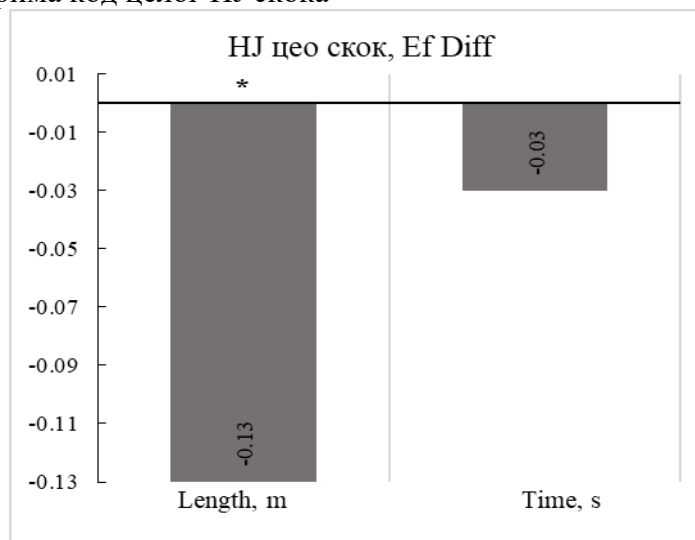
На основу дејства протока сила приликом доскока у неуромишићном склопу и кинетичким и кинематичким параметрима три зглоба доњих екстремитета, зглоба кука, колена и скочног зглоба, могуће је извести закључаке ефеката таквог типа вежби на развој снаге и брзине. Једна таква студија приказала је резултате ефеката висине доскока са висина 32 cm, 72 cm, и 128 cm, са којих је могуће контролисати покрете у зглобовима доњих екстремитета код гимнастичара и рагбиста (McNitt-Gray, 1993). Са повећањем висине доскока обе групе показале су значајно повећање у кинетичким параметрима силе (McNitt-Gray, 1993), и импулса (McNitt-Gray, 1991), у мишићима опружача потколенице (резултати реализованог истраживања разлика у ефектима СМЈ скока целог скока детаљније су приказане у Фигури 24 и 25 и Табела 71 и 74).

Фигура 25. Разлика ефеката између експерименталних програма 1 и 2 у кинетичким параметрима код целог СМЈ скока



Легенда: Ef Diff – Разлика у ефектима између два плиометријска програма у Е1 и Е2 групи; * – статистички значајан резултат разлике ефеката између експерименталног програма 1 и 2, $p < .05$; Height – висина одскока; Force – сила; Time – време; Impulse – импулс.

Фигура 26. Разлика ефеката између експерименталних програма 1 и 2 у кинетичким параметрима код целог НЈ скока



Легенда: Ef Diff – Разлика у ефектима између два плиометријска програма у Е1 и Е2 групи; * – статистички значајан резултат разлике ефеката између експерименталног програма 1 и 2, $p < .05$; Length – дужина скока; Time – време.

Значајне разлике представљене су и у кинематичким параметрима и покретима у зглобовима кука, колена и скочног зглоба. Постоји значајна разлика у брзини покрета зглоба кука и скочног зглоба али не и у зглобу колена (McNitt-Gray, 1993). Ови резултати поткрепљују резултате реализованог истраживања у кинематичким параметрима угла кука у корист Е1 групе (детаљније у Фигура 19 и 20 и Табела 75 и 76). Испитаници који вежбају неки вид доскока имају већу активацију и стабилизацију у мишићима зглоба кука, а то се осликава са другачијом позицијом трупа приликом извођења вертикалних скокова у позицији тела преласка ексцентричне у концентричну

фазу скока (McNitt-Gray, 1993; Zatsiorsky, 2008). Такође, код гимнастичара који вежбају доскоке примећује се боље искоришћење и проток силе кроз сва три зглоба, почевши од скочног па преко зглоба колена и на крају зглоба кука у односу на рагбисте. То потврђује бољи склад у искоришћењу силе негативног смера (McNitt-Gray, 1993; Zatsiorsky, 2008).

Исти разлог због којег су установљене разлике између група на финалном мерењу код биомеханичких параметара одговоран је за разлике у ефектима између два плиометријска програма вежбања. Плиометријски програми вежбања базирани су на вежбама са супротним контракцијама, ексцентричним и концентричним. Ексцентричне контракције имају посебна дејства на неуромишићни систем човека као и концентричне контракције (Hakkinen, 1981; Епока, 1996; Taube et al., 2012; Franchi, Reeves, & Narici, 2017). Главна разлика између два начина вежбања је уједно и главни разлог бољег напретка првог програма а то је количина силе која се производи приликом ексцентричних контракција током доскока (Komi & Buskirk, 1972; Dursenev & Raevsky, 1978; Jones & Rutherford, 1987). Ексцентрични тренинг производи већу ексцентричну, концентричну и изометричку снагу и силу за 45% у односу на концентрични тренинг који само повећава ексцентричну и концентричну снагу (Komi & Buskirk, 1972; Jones & Rutherford, 1987; Colliander & Tesch, 1990; Higbie, Cureton, Warren III, & Prior, 1996). Ниво мишићне активације приликом максималне вољне контракције је мањи код вежби са ексцентричним контракцијама у односу на концентричне контракције, али са извођењем већег броја узастопних понављаја ексцентричне вежбе доводе до мањег замора мишића у односу на исти принцип приликом извођења концентричних вежби (Епока, 1996; Higbie et al., 1996). Парадоксално са овим сазнањем је да је максимална вољна сила приликом ексцентричних контракција већа у односу на концентричне контракције (Colliander & Tesch, 1990; Higbie et al., 1996). Ексцентричне контракције као стимуланс неопходне су за стварање мишићне хипертрофије (Hakkinen, & Komi, 1981; Higbie et al., 1996), код мишићних влакана типа II чак 10 пута више него услед концентричног тренинга (Hortobagyi et al., 1996a). Максимално вољне концентричне контракције се вежбањем смањују до 40% у односу на исти интензитет и обим вежбања ексцентричних вежби, то је потврђено испитивањем мишића опружача колена (Gray & Chandler, 1989; Tesch, Dudley, Duvoisin, Hather, & Harris, 1990; Crenshaw, Karlsson, Styf, Bäcklund, & Fridén, 1995; Hortobagyi, Tracy, Hamilton, & Lambert, 1996b). Вежбањем је могуће утицати на повећање нервне активације код оба типа контракција (Hortobágyi,

Barrier, Beard, Braspeninx, et al., 1996c). Спортисти који су вежбањем адаптирали своје мишиће на ексцентричне вежбе високих интензитета показују мања оштећења на мишићним влакнима, утрнулост мишића, нивое креатина кинасе, а већи напредак у снази и брзини (Clarkson & Tremblay, 1988; Ebbeling & Clarkson, 1990; Nosaka, Clarkson, McGuiggin, & Byrne, 1991; de Villarreal et al., 2009).

Невољне ексцентричне контракције приликом доскока користе се као јединствен начин тренинга које имају значајне ефекте на развој и повећање ексцентричне и концентричне снаге (Dursenev & Raevsky, 1978; Enoка, 1996). Такође невољне максималне контракције могуће је једино извести приликом ексцентричних вежби што директно доводи до предности у односу на вежбе са концентричним контракцијама (Енока, 1996). Још једна предност доскока јесте да у првих 50% ексцентричне контракције изврши се већина негативног рада мишића и зглобова па се са повећањем висине доскока и брзине удара смањује и време потребно за рад. Тиме се убрзава дејство неуромишићног склопа који апсорбује кинетичку енергију (Hyоку et al., 1984; McNitt-Gray, 1991; McNitt-Gray, 1993; Zatsiorsky, 2008). Невољне ексцентричне контракције представљају и већи ризик од повреда у односу на вољне ексцентричне и концентричне контракције и због количине силе које се производи приликом доскока али и због механизма извођења (Grabiner, 2000). Управо је то разлог постојећих блокада CNS система приликом ексцентричних вежби које тиме штити организам од повреда али и спречавају већи напредак у снази и брзини (Owings & Grabiner, 1998a; Owings & Grabiner, 1998b).

Концепт који носи веће могућности напретка али и ризика од повреде је увек присутан приликом стварања врхунских спортистких достигнућа (Chu, 1998; Zatsiorsky, 2008). Псеудоплиометријска вежба доскока и такав начин тренирања је недовољно истражен (Dursenev & Raevsky, 1978; Verkhoshansky & Siff, 2009).

Већа сила током невољних максималних ексцентричних контракција приликом доскока у Е1 групи проузроковала је боље резултате реализованог истраживања висине СМЈ скока и НЈ скока. Резултати кинетичких параметра $ConcV$ и $ConcT$ односно већа концентрична брзина и дуже дејство код СМЈ скока иду у прилог већој складиштеној сили у мишићима доњих екстремитета (детаљније у Фигура 18 и 19, 24 и 25 и Табела 69, 70, 71, 72, 73, и 74).

Надовезујући се са значајним резултатима угла кука из сагиталне равни код СМЈ скока, потврђује се да се услед већих сила приликом доскока мења тонус мишића који доводи до мањег угла односно ниже позиције тела приликом преласка ексцентричне у концентричну фазу, а са тим и дуже деловање које је директно повезана са већом висином одскока СМЈ и дужином НЈ скока (Malatesta, Cattaneo, Dugnani, & Maffioletti, 2003) (детаљније у Фигура, 18, 19, 20, 21, 24 и 25 и Табела 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75 и 76). Исти концепт потврђен је код резултата спринт теста на дужој деоници од 20 m али не и на 10 m. Са већим тонусем и складиштенем силом у мишићима доњих екстремитета могуће је произвести већу брзину трчања и дуже активирати контрактивна својства мишићних влакана у односу на концентричну групу (Kumagai et al., 2000; Guadagnin et al., 2022). (детаљније у Фигура 23 и Табела 79).

Мишићи кука највише утичу на убрзање горњег дела тела (DeVita & Skelly, 1992). Мишићи прегибача потколенице служе као потпора дубље позиције тела у ексцентричној фази скока из које се дуже и брже убрзава горњи део тела што проузрокује већу висину одскока (Hakkinen, & Komi, 1981). Мишићи опружача колена одговорни су за највеће преусмерење силе ка осталим мишићима горњег дела тела (Zhang et al., 2000). То је потврђено са значајним разлика у ефектима угла кука у Е1 групи реализованог истраживања (детаљније у Фигура 20 и 21 и Табела 75 и 76), као и код резултата ТМГ анализе мишића опружача поколенице, *Vastus lateralis* и *Vastus medialis*, али не и за мишиће прегибаче потколенице обе ноге, *Biceps femoris-a* и *Semitendinosus-a*.

Мишићи опружача леве потколенице *Vastus lateralis* и *Vastus medialis*, мишић прегибача десне потколенице, *Biceps femoris* као и мишић опружача десног стопала *Gastrocnemius medialis*, имају значајне резултате у ефектима ТМГ параметара (детаљније у Фигура 22 и Табела 77 и 78). Разлог оваквим резултатима није у потпуности јасан.

Лимитираност реализованог истраживања је недостатак података о доминантној одскочној ноzi и руци испитаница. У зависности са којом руком се изводи шут из двокорака или смеч и сервис то може одредити одскочну ногу због специфичности извођења техничких елемената (Burns, & Dunning, 2009; Azimovna, 2021). У случају да већина испитаница има леву доминантну ногу или да су десноруке може се извести хипотеза да плиометријски програм вежбања са ексцентричним контракцијама у Е1

групи значајно побољшава моторичку реакцију и тонус мишића леве ноге као одскочне. Такође, додатно се унапређује већ постојеће стање експлозивне снаге и брзине мишића испитаница односно стварање веће хипертрофије и активације брзих мишићних влакана типа II (Hakkinen, & Komi, 1981; Hakkinen, 1985; Higbie et al., 1996; Hortobagyi et al., 1996a).

Још се не зна са сигурношћу да ли су доскоци са већих висина допринели бољим резултатима због нервне адаптације и већег скалдиштења силе у неуромишићном склопу или због развоја брзих мишићних влакана типа IIa или IIb које се највише активирају током ексцентричног тренинга. Препоручује се да даља истраживања испитују биопсију мишићних влакана након програма вежбања.

9. ЗАКЉУЧАК

Циљ истраживања био је да се утврде ефекти шестонедељних плиометријских програма вежбања (базирана на ексцентричним односно концентричним контракцијама) на биомеханичке параметре спортистиња, као и утврђивање разлика између ефеката. Оба експериментална плиометријска програма била су исте дужине трајања, а изводили су се два пута седмично у трајању од по 45-60 минута. Узорак мерних инструмената чинили су тестови за процену морфолошких карактеристика, телесне композиције, биомеханичких параметара (кинетички, кинематички и тензиомиографски), експлозивне снаге и брзине. За утврђивање морфолошких карактеристика и телесне композиције коришћена су параметри ВН, ВМ, ВМІ, Lean body mass, SMM, FFM, и InBodyScore. За утврђивање биомеханичких параметара и експлозивне снаге коришћени су вертикални СМЈ и хоризонтални НЈ скок тест. Анализирани су кинетички параметри у појединачним фазама скока, ексцентрична и концентрична фаза, и током трајања целог скока. Коришћени су кинетички параметри брзине кретања тежишта тела, релативна сила, релативни импулс, време, и висина СМЈ скока односно дужина НЈ скока. Процењени кинематички параметри су угао кука и угао колена из сагиталне равни код оба теста, СМЈ и НЈ скока, као и угао левог и десног колена из фронталне равни само код вертикалног СМЈ скока. Такође, за процену биомеханичких параметара коришћени су и пет ТМГ параметра, четири временска (T_s , T_t , T_r и T_d), и један метрички параметар (D_m). Анализирана су шест мишића доњих екстремитета обе ноге, (мишић *Vastus lateralis* (VL), мишић *Vastus medialis* (VM), мишић *Biceps femoris* (BF), мишић *Semitendinosus* (ST), *Gastrocnemius lateralis* мишић (GL) и мишић *Gastrocnemius medialis* (GM)). Параметри процене брзине била су резултати времена спринт теста на 10 m и 20 m. За утврђивање разлика између иницијалног и финалног мерења за сваку појединачну групу коришћен је Студентов Т-тест, као и мултиваријантна анализа варијансе поновљених мерења (repeated measures MANOVA) за процену разлика група (E1 и E2), и времена (пре и након примењеног програма). Такође, метода мултиваријантна анализа коваријансе (MANCOVA), за утврђивање ефекта.

На основу добијених резултата истраживања и постављених хипотеза, изведени су следећи закључци:

На основу резултата студенатов Т-тест и мултиваријантна анализа варијансе на иницијалном мерењу утврђено је да не постоје статистички значајне разлике између група. Хипотеза Х1.1 која гласи “*Не постоје значајне разлике у биомеханичким параметрима између испитаника група Е1 и Е2 на иницијалном мерењу*”, **у потпуности се прихвата.**

На основу резултата студенатов Т-тест и мултиваријантна анализа варијансе на финалном мерењу утврђено је да постоји статистички значајна разлика између група. Хипотеза Х1.2 која гласи “*Постоји значајна разлика у биомеханичким параметрима између испитаника група Е1 и Е2 на финалном мерењу*”, **делимично прихвата.**

На основу резултата мултиваријантна анализа варијансе поновљених мерења у групи Е1 утврђено је да постоји статистички значајна разлика између иницијалног и финалног мерења. Хипотеза Х2.1 која гласи “*Постоје значајне разлике у биомеханичким параметрима у група Е1 између иницијалног и финалног мерења*”, **делимично прихвата.**

На основу резултата мултиваријантна анализа варијансе поновљених мерења у групи Е1 утврђено је да постоји статистички значајна разлика између иницијалног и финалног мерења. Хипотеза Х2.2 која гласи “*Постоје значајне разлике у биомеханичким параметрима у група Е2 између иницијалног и финалног мерења*”, **делимично прихвата.**

На основу резултата мултиваријантна анализа коваријансе утврђено је да постоји статистички значајни ефекти оба плиометријска програма. Хипотеза Х3 која гласи “*Постоје позитивни ефекти два разичита плиометријска програма вежбања на биомеханичке параметре спортисткиња*”, **делимично прихвата.**

10. ЗНАЧАЈ ИСТРАЖИВАЊА

Циљ бржег и бољег унапређења моторичких способности и спортских перформанси директно је повезан са усавршавањем и планирањем тренажног процеса (Zatsiorsky, 2008; Verkhoshansky & Siff, 2009). Научна сазнања са комплексним биомеханичким параметрима доприносе најбољем дозирању, корекцији и припреми програма вежбања (Chu, 1998; Čoh, 2008).

Успешност плиометријског начина вежбања увелико је потврђена како код старијег тако и код млађег узраста испитаника различитих спортова (Markovic, 2007; de Villarreal et al., 2009; Ramirez-Campillo et al., 2020a; Ramirez-Campillo et al., 2020b). Предности и разлике тренинга са ексцентричним вежбама у односу на тренинг са концентричним вежбама потврђене су такође у истраживањима (Komi & Buskirk, 1972; Colliander & Tesch, 1990; Higbie et al., 1996; Guadagnin et al., 2022). Простор за даља усавршавања и примену плиометријског начина вежбања огледа се у великом броју комбинација вежби које могу имати мањи или већи напредак у развоју снаге и брзине. Оригинални научно-теоријски допринос и практична примена огледа се у новом приступа активације неуромишићног склопа ексцентричним вежбама са невољним максималним контракцијама услед псеудоплиометријске вежбе доскока у комбинацији са плиометријским начином вежбања. Са друге стране иако су ефекти вежби базираних на концентричним контракцијама у плиометрији испитаване, резултати реализоване студије употпуњују досадашња сазнања посебно на јуниорском узрасту код девојака.

Допринос резултата реализоване студије нуди широки спектар примене, даље смернице и полазне тачке ка будућим истраживањима која ће усавршавати плиометријски начин вежбања, поготово са јасном разликом два супротна типа вежби. Такође, омогућава истраживачима бољи прилаз приликом индивидуалног рада са спортистима.

Плиометријски начин вежбања има примену код великог броја спортова са директном или индиректном везом са спортским достигнућима и развојем експлозивне снаге и брзине. На основу резултата реализоване студије које је обухватило три различите групе спортисткиња, кошаркашице, одбојкашице и атлетичарке, препоручује се да примена и даља истраживања буде на другим спортистима и мушког пола.

11. РЕФЕРЕНЦЕ

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, 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.

26. 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.
27. 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.
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. Coppenolle, 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., Wiewelhoeve, 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 Fizicheskoj 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. Zatzorsky (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. & Simmons, R. M. (1971). Mechanical properties of cross bridges of frog striated muscle. *Journal of Physiology*, 218(Suppl), 59P–60P.
126. Huxley, A. F. (1957) Muscle structure and theories of contraction. *Progress in Biophysics and Biophysical Chemistry*, 7, 255–318.
127. Huxley, A. F. (1974). Muscular contraction. *The Journal of physiology*, 243(1), 1-43.
128. Huxley, A. F., & Niedergerke, R. (1954). Structural changes in muscle during contraction: interference microscopy of living muscle fibres. *Nature*, 173(4412), 971-973.
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. 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.
134. 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.
135. Joyce, G. C., & Rack, P. M. H. (1969). Isotonic lengthening and shortening movements of cat soleus muscle. *The Journal of Physiology*, 204(2), 475.
136. 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.
- 137.** 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.
138. Katz, B. (1939). The relation between force and speed in muscular contraction. *The Journal of Physiology*, 96(1), 45.

139. Kearney, R. E., & Hunter, I. W. (1982). Dynamics of human ankle stiffness: variation with displacement amplitude. *Journal of Biomechanics*, 15(10), 753-756.
140. Kernell, D. (1998). Muscle regionalization. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 23(1), 1-22.
141. Kirkendall, D. T., & Garrett, W. E. (1997). Function and biomechanics of tendons. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 7(2), 62-66.
142. 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.
143. 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.
144. 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.
145. 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.
146. 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.
147. 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.
148. 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.
149. Komi, P.V. (1973a). Measurement of the force–velocity relationship in human muscle under concentric and eccentric contraction. In: S. Cerquiclini, A. Venerando & J. Wartenweiler (Eds.), *Medicine and Sport, Biomechanics III* (pp. 224–229). Basel: Karger.
150. Komi, P.V. (1992) Stretch-shortening cycle. In P.V. Komi, (Ed.), *Strength and Power in Sport* (pp. 169–179). Oxford, UK: Blackwell Science.
151. 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.
152. 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.

153. 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.
154. 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.
155. 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.
156. Kurelić, N. (1954). *Atletika*. Beograd: Sportska knjiga.
157. Laffaye, G., Wagner, P. P., & Tombleson, 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.
158. Latash, M. L. (2018). Muscle coactivation: definitions, mechanisms, and functions. *Journal of Neurophysiology*, 120(1), 88-104.
159. Lees, A. (1981). Methods of impact absorption when landing from a jump. *Engineering in Medicine*, 10(4), 207-211.
160. Lehmann, F., & Voss, G. (1997). Innovationen für den Sprint und Sprung:“ziehende” 47. *Gestaltung der Stützphasen. Leistungssport*, 6, 20-5.
161. 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.
162. 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.
163. 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.
164. 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.
165. Luhtanen, P., & Komi, P. V. (1978). Mechanical factors influencing running speed. *Biomechanics VI-B*, 2, 23-28.
166. 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.
167. 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.

168. 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.
169. 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.
170. Maly, T., Zahalka, F., Mala, L., & Cech, P. (2015). The bilateral strength and power asymmetries in untrained boys. *Open Medicine*, *10*(1), 224-232.
171. 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
172. Manojlović, V., & Erčulj, F. (2013). Uticaj usmeravanja pažnje na postignuće kod vertikalnog skoka mladih košarkaša. *Fizička Kultura*, *67*(1), 61-67.
173. 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).
174. Markovic, G. (2007). Does plyometric training improve vertical jump height? A meta-analytical review. *British journal of sports medicine*, *41*(6), 349-355.
175. 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.
176. Mashima, H. (1984). Force-velocity relation and contractility in striated muscles. *The Japanese journal of Physiology*, *34*(1), 1-17.
177. 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.
178. 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.
179. 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.
180. McNitt-Gray, J. L. (1991). Kinematics and Impulse Characteristics of Drop Landing From Three Heights. *International Journal of Sport Biomechanics*, *7*(2), 201-224.
181. McNitt-Gray, J. L. (1993). Kinetics of the lower extremities during drop landings from three heights. *Journal of Biomechanics*, *26*(9), 1037-1046.
182. McNitt-Gray, J. L. (2000). Musculoskeletal loading during landing. In V. Zatsiorsky (Ed.), *Biomechanics in Sport* (pp. 523–550). Oxford, UK: Blackwell Science.
183. 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.
184. 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.
 185. 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.
 186. 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
 187. 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. *Scandinavian Journal of Sports Science*, *3*(1), 16-22.
 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. Meszler, B., & Vácsi, M. (2019). Effects of short-term in-season plyometric training in adolescent female basketball players. *Physiology International*, *106*(2), 168-179.
 194. 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.
 195. 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.
 196. 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.

197. 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.
198. 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.
199. 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.
200. 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.
201. Newton, R. U., Kraemer, W. J., & Häkkinen, K. (1999). Effects of ballistic training on preseason preparation of elite volleyball players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31, 323-330.
202. 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.
203. 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.
204. Nigg, B. M. (1985). Biomechanics, load analysis and sports injuries in the lower extremities. *Sports Medicine*, 2(5), 367-379.
205. 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.
206. 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.
207. Norman, R. W., & Komi, P. V. (1979). Electromechanical delay in skeletal muscle under normal movement conditions. *Acta Physiologica Scandinavica*, 106(3), 241-248.
208. 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.
209. 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.
210. 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.

211. 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.
212. 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.
213. Ozolin, N. G., Voronkin, V. I., Primakov, Y. N. (1989). *Legkaiaatletika*, Moscow: Physical Culture and Sport.
214. 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.
215. 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.
216. 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.
217. 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.
218. 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.
219. Polglaze, T., & Dawson, B. (1992). The physiological requirements of the positions in state league volleyball. *Sports Coach*, 15, 32-32.
220. 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.
221. 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.
222. 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.
223. 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.

224. Radcliffe, J. C., Farentinos, R. C., & Schwarz, M. (2003). *Pliometrija*. Zagreb: Gopal.
225. 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.
226. 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.
227. 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
228. 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.
229. 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.
230. 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.
231. 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.
232. 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.
233. Sands, W. A., Wurth, J. J., & Hewitt, J. K. (2012). *Basics of strength and conditioning manual*. Colorado Springs, CO: National Strength and Conditioning Association.
234. 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.
235. 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.
236. 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.
 237. 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.
 238. Siff, M. (2001). Biomechanical foundations of strength and power training. *Biomechanics in Sport*, 103-139.
 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. 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.
 241. 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.
 242. Šimunič, B., Rozman, S., & Pišot, R. (2005). Detecting the velocity of the muscle contraction. In *III International Symposium of New Technologies in Sport, Sarajevo*.
 243. 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.
 244. 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.
 245. 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.
 246. Stacoff, A., Kaelin, X., & Stuessi, E. (1987). Load at impact after a volleyball block. *Deutsche Zeitschrift Fur Sportmedizin*, 38(11), 458-464.
 247. Stauber, W. T. (1989). Eccentric action of muscles: physiology, injury, and adaptation. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 17(1), 157-186.
 248. 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.

249. 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.
250. 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.
251. Sweeney, H. L., & Hammers, D. W. (2018). Muscle contraction. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, 10(2), 1-13.
252. 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.
253. 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.
254. Tesch, P. A., Komi, P. V., Jacobs, I., Karlsson, J., & Viitasalo, J. T. (1983). Influence of lactate accumulation on EMG frequency spectrum during repeated concentric contractions. *Acta Physiologica Scandinavica*, 119(1), 61-67.
255. 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.
256. 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.
257. 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.
258. 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.
259. Tözeren, A. (1999). *Human body dynamics: classical mechanics and human movement*. New York, NY: Springer Science & Business Media.
260. 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.
261. Tupa, V.V., Aleshinsky, C. Yu., Kaimin, M.A., Pereversev, A.P., Polozkov, A.G. & Frukto, 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.

262. 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.
263. 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.
264. 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.
265. Verkhoshansky, Y., & Siff, M. C. (2009). *Supertraining (6th ed)*. Rome: Verkhoshansky SSTM.
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. Zatsiorsky, V. (2008). *Biomechanics in Sport: Performance Enhancement and Injury Prevention*. Oxford, UK: Blackwell Science.
279. 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.
280. Željaskov, C. (2004). *Kondicioni trening vrhunskih sportista: teorija, metodika i praksa*. Beograd: Sportska Akademija.
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., & Šimunić, B. (2019). Plyometric exercise improves jumping performance and skeletal muscle contractile properties in seniors. *Journal of Musculoskeletal & Neuronal Interactions*, 19(1), 38-49.
286. Зарић, И. (2014). Ефекти шестонедељног тренажног процеса на моторичке и функционалне способности кошаркашица. *Физичка Култура*, 68(1), 75-82.
287. 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.

Захваљујем се на лекторисању Милици Вучковић и Славољубу Првуловићу.

12. ПРИЛОЗИ

12.1. Прилог 1

Табела 80. Структура експерименталних плиометријских програма

Структура два различита експериментална плиометријска програма вежбања							
Н е д е н љ и н г	Т р е н и н г	Група 1 (базирана на вежбама са ексцентричним контракцијама)			Група 2 (базирана на вежбама са концентричним контракцијама)		
		Структура тренинга			Структура тренинга		
		Опис, дужина трајања, врста вежби, број серија и понављаја			Опис, дужина трајања, врста вежби, број серија и понављаја		
		уводни део 10-15min	главни део 30 min	завршн и део 5-10 min	уводни део 10-15min	главни део 30 min	завршн и део 5-10 min
1	1	Заг (5min), ВО (5min) и ВиСк-3 сер (2min)	ВСДч-10скока, ДА (60cm)-4сер по 5 скока, СДд-3 сер по 3 скока, ХС- 6 скока, ТЛД-3 сер и Сп (10 m)-3пута (Ук-63)	Ис	Заг (5min), ВО (5min) и ВиСк-3 сер (2min)	ВСДч-10скока, СЧ-4сер по 5 скока, СДд-3 сер по 3 скока, ХС-6 скока, ТЛД-3 сер и Сп (10 m)- 3пута (Ук-63)	Ис
	2	Заг (5min), ВО (5min) и НиСк-3 сер (2min)	ВСДч-10скока, ДА (60cm)-4сер по 6 скока, СДд-3 сер по 3 скока, ВХС (30cm)-6 скока, ТЛД- 3 сер и Сп (10 m)-3пута (Ук-67-73)	Ис	Заг (5min), ВО (5min) и НиСк-3 сер (2min)	ВСДч-10скока, СЧ-4сер по 6 скока, СДд-3 сер по 3 скока, ВХС (30cm)-6 скока, ТЛД-3 сер и Сп (10 m)-3пута (Ук-67-73)	Ис
2	1	Заг (5min), ВО (5min) и Вијача (2min)	ВСДч-12скока, ДА (60cm)-5сер по 5 скока, СДд-4 сер по 3 скока, ХС- 6 скока, ТЛД-4 сер и Сп (20 m)-3пута (Ук-79)	Ис	Заг (5min), ВО (5min) и Вијача (2min)	ВСДч-12скока, СЧ-5сер по 5 скока, СДд-4 сер по 3 скока, ХС-6 скока, ТЛД-4 сер и Сп (20 m)- 3пута (Ук-79)	Ис
	2	Заг (5min), ВО (5min) и ВиСк-3 сер (2min)	ВСДч-12скока, ДА (80cm)-8сер по 3-4 скока, СДд-4 сер по 3 скока, ВХС (30cm)-8 скока, ТЛД- 4 сер и Сп (10 m)-4пута (Ук-74-82)	Ис	Заг (5min), ВО (5min) и ВиСк-3 сер (2min)	ВСДч-15скока, СЧ-6сер по 4 скока, СДд-3 сер по 3 скока, ВХС (30cm)-8 скока, ТЛД-3 сер и Сп (10 m)-4пута (Ук-74-82)	Ис
3	1	Заг (5min), ВО (5min) и НиСк-3 сер (2min)	ВСДч-15скока, ДА (80cm)-6сер по 4 скока, СДд-3 сер по 3 скока, ХС- 8 скока, ТЛД-3 сер и Сп (10,20,30 m)-по 1 пут (Ук- 77)	Ис	Заг (5min), ВО (5min) и НиСк-3 сер (2min)	ВСДч-12скока, СЧ-8сер по 4 скока, СДд-3 сер по 3 скока, ХС-6 скока, ТЛД-3 сер и Сп (10,20,30 m)-по 1 пут (Ук-77)	Ис
	2	Заг (5min), ВО (5min) и ВиСк-3 сер (2min)	ВСДч-12скока, ДА (60cm)-8сер по 4 скока, СДд-3 сер по 3 скока, ВХС (30cm)-8 скока, ТЛД- 3 сер и Сп (10 m)-5 пут (Ук-86)	Ис	Заг (5min), ВО (5min) и ВиСк-3 сер (2min)	ВСДч-12скока, СЧ-10сер по 3 скока, СДд-3 сер по 3 скока, ВХС (30cm)-6 скока, ТЛД-3 сер и Сп (10 m)-5 пут (Ук-81)	Ис

Структура два различита експериментална плиометријска програма вежбања

4	1	Заг (5min), ВО (5min) и ВиСк-3 сер (2min)	ВСДч-12скока, ДА (80cm)-8сер по 4 скока, СДд-5 сер по 3 скока, ХС- 8 скока, ТЛД- 4 сер и Сп (20 m)-4 пут (Ук-94)	Ис	Заг (5min), ВО (5min) и ВиСк-3 сер (2min)	ВСДч-12скока, СЧ-8сер по 4 скока, СДд-5 сер по 3 скока, ХС-8 скока, ТЛД-4 сер и Сп (20 m)- 4пута (Ук-94)	Ис
	2	Заг (5min), ВО (5min) и ВиСк-3 сер (2min)	ВСДч-12скока, ДА (80cm)-2сер по 5 скока, 3сер по 3 скока (100cm) и 1сер по 5 скока (80cm), СДд-7 сер по 3 скока, ХС- 6 скока, ТЛД- 3 сер и Сп (10 m)-3 пута (Ук-93)	Ис	Заг (5min), ВО (5min) и ВиСк-3 сер (2min)	ВСДч-12скока, СЧ-12сер по 2-3 скока, СДд-7 сер по 3 скока, ХС-6 скока, ТЛД-3 сер и Сп (10 m)-3 пута (Ук-93-105)	Ис
5	1	Заг (5min), ВО (5min) и Вијача (2min)	ВСДч-12скока, ДА (80cm)-6сер по 5 скока, СДд-4 сер по 3 скока, ВХС (30cm)-8 скока, ТЛД- 3 сер и Сп (30 m)-3пута (Ук-83-91)	Ис	Заг (5min), ВО (5min) и Вијача (2min)	ВСДч-12скока, СЧ-6сер по 5 скока, СДд-4 сер по 3 скока, ВХС (30cm)-8 скока, ТЛД-3 сер и Сп (30 m)-3пута (Ук-83-91)	Ис
	2	Заг (5min), ВО (5min) и НиСк-3 сер (2min)	ВСДч-12скока, ДА (80cm)-6сер по 5, 1x3 (100cm) скока, СДд-3 сер по 3 скока, ХС-6 скока, ТЛД-3 сер и Сп (10,20,30 m)-по 1 пут (Ук-78)	Ис	Заг (5min), ВО (5min) и НиСк-3 сер (2min)	ВСДч-12скока, СЧ-8сер по 4 скока, СДд-3 сер по 3 скока, ХС-6 скока, ТЛД-3 сер и Сп (10,20,30 m)-по 1 пут (Ук-77)	Ис
6	1	Заг (5min), ВО (5min) и Вијача (2min)	ВСДч-12скока, ДА (60cm)-10сер по 3 скока, СДд-4 сер по 3 скока, ВХС (30cm)-8 скока, ТЛД- 4 сер и Сп (20 m)-3пута (Ук-94)	Ис	Заг (5min), ВО (5min) и Вијача (2min)	ВСДч-12скока, СЧ-10сер по 3 скока, СДд-4 сер по 3 скока, ВХС (30cm)-8 скока, ТЛД-4 сер и Сп (20 m)-3пута (Ук-94)	Ис
	2	Заг (5min), ВО (5min) и НиСк-3 сер (2min)	ВСДч-12скока, ДА (80cm)-8сер по 3 скока, СДд-5 сер по 3 скока, ХС- 8 скока, ТЛД-3 сер и Сп (20cm)-3 пут (Ук-77-85)	Ис	Заг (5min), ВО (5min) и НиСк-3 сер (2min)	ВСДч-12скока, СЧ-8сер по 3 скока, СДд-3 сер по 3 скока, ХС-8 скока, ТЛД-3 сер и Сп (20 m)-3 пут (Ук-79-86)	Ис
			Ук-965-995			Ук-961-1002	

Легенде: **ВСДч**-Вертикални скок из дубоког чучња; **ДА**-Доскок са постоља са амортизацијом; **СДд**-Скок у дубину са дуплим одскоком (30cm); **СЧ**-Скок из чучња; **ХС**-Хоризонтални скок из места у даљ; **ТЛД**-Троскок из места са наизменичном променом ногу; **Сп**-Спринт; **ВиСк**; Високи скип; **НиСк**-Ниски скип; **ВХС**-Вертикално-хоризонтални двоскок са постоља (30cm) преко препоне (40-60cm); **За**-Загревање лаганм темпом трчања; **ВО**-Вежбе обликовања; **Ук**-Укупно скокова; **Ис**-Истежање; **m**-Метар; **cm**-Центиметар; **min**-Минут

Напомена: Паузе између серија биће од 60-120s, а између вежби 120-240s, и програм тренирања ће се вршити у високом интензитету. Дужина трајања једног тренинга биће од 45-60 min. Од 30-40% биће однос од укупног броја свих скокова и доскока базираних на ексцентричној контракцији или скокова из чучња базираних на концентричној контракцији (324 плиометријска скока (вертикална) у групи 1, 304 у групи 2, хоризонтална скока у групи 1 је 206 а у група 2 је 201, једнак број спринта, неплиометријски скокови у групи 1 и 2 су по 143), (ексцентрични скокови 338 (33,96%) и концентрични скокови 347 (34,63%)).

12.2. Прилог 2

Опис вежби:

Ниски скип је врста атлетске вежбе која служи за загревање и активације целог тела поготову рада скочних зглобова и стопала. Она се изводи у високом интензитету из почетног положаја где су стопала у ширини кукова и где се ослонац тела пребацује наизменично са врха једног стопала на површину целог другог стопала до тренутка када ослонац буде опет само на врховима прстију, изводи се у брзом ритму и са најмањим покретима подизња колена приликом кретања. Брзим синхроним покретима померања руку и ногу опонаша се спринтерско трчање сем што се покрети руку и ногу скраћују и амплитуде су значјно мање, простор који се прелази у једном циклусу додира једног и другог стопла са подлогом је 20-40cm а целокупна дужина извођења вежби је од 10-20 m

Високи скип је врста атлетске вежбе која служи за загревање и активације целог тела поготову загревања доњих екстремитета, скочних зглобова, зглобова колена, кукова и стопала. Она се изводи у високом интензитету из почетног положаја где су стопала у ширини кукова и где се ослонац тела пребацује наизменично са врха једног стопала на површину целог другог стопала до тренутка када ослонац буде опет само на врховима прстију, изводи се у брзом ритму и са већим покретима подизња колена приликом кретања. Брзим синхроним покретима померања руку и ногу опонаша се спринтерско трчање, покрети руку иногу и амплитуде су сличних као код максималног спринта. Простор који се прелази у једном циклусу додира једног и другог стопла са подлогом је 50-120cm а целокупна дужина извођења вежби је од 20-30 m.

Прескакање вијача је врста вежбе која служи за загревање и активације целог тела поготову загревања доњих екстремитета, скочних зглобова, зглобова колена, кукова и стопала. Она се изводи у умереном интензитету из почетног положаја где су стопала у ширини кукова и где се благим поскоцима прескаче конопац која се у задатом ритму рукама креће циклично ка подлози и нашим стопалима.

Троскок из места у даљ са наизменичном променом ногу је врста специјалне атлетске вежбе која служи за развој и процену експлозивне снаге. Изводи се из почетног положаја тела где су стопала у ширини кукова, а почетак кретања врши се суножним

одскоком и замахом руку, а завршава се са још два скока наизменичним ногама. Доскок првог скока врши се на једну ногу и наставља се убрзавање кретања тела напред са брзим одскоком ноге. Доскок после последњег трећег скока једне ноге врши се на обе ноге. Ова вежба се изводи у високом интензитету са максималним напрезањем мишића.

Вертикани скок из чучња је захтевна вежба развоја експлозивне снаге која се изводи из почетног усправног положаја тела где су стопала у ширини кукова. Тежиште тела се спушта до позиције чучња и врши се ексцентрична контракција мишића ногу, након тога следи максимално брзо опружање мишића ногу и изводи се концентрична контракција која доводи до одскока тела. Изводи се у високом интензитету са и без замаха руку.

Скок у дубину са дуплим одскоком је врста субмаксималне плиометријске вежбе која служи за развој експлозивне снаге. Почетна позиција тела је суножног ставе где су стопала у ширини кукова на постољу одређене висине, врши се померање тела из равнотежног положаја ка површини са нормалним убрзањем дејства земљине теже код скока. Приликом доскока врши се брзи одскок са што мањим спуштањем тежишта тела и савијања у зглобу колена, циљ је брзи одскок са што мањом амплитудом кретања приликом брзог опружања ногу.

Вертикално хоризонтални двоскок са постоља је врста максималне плиометријске вежбе која служи за развој експлозивне снаге и једна је од варијације скока у дубину. Сачињена је од хоризонталног скока у даљ из места и брзог вертикално одскока преко препоне одређене висине. Почетна позиција тела је суножног ставе где су стопала у ширини кукова на постољу одређене висине, почетак кретања врши се суножним хоризонталним одскоком и замахом руку. Следећа фаза је суножни доскок са брзим суножним одскоком и искоришћењем постигнуте брзине кретања тела у вертикално суножни одскок са замахом руку. Завршетак вежбе је после прескока препоне и суножног доскока.

13.БИОГРАФИЈА



Кандидат Никола С. Првуловић рођен је 05.06.1987. у Књажевцу. Уписује основну школу “ОШ Дубрава” у Књажевцу и завршава као ђак генерације свих основних школа. Уписује и завршава и средњу школу у Књажевцу “Књажевачка гимназија”, као одличан ђак учествује на бројним општинским, регионалним и републичким такмичењима из физике. Почасни је члан астрономског удружења “Андромеда” у Књажевцу и одликован је Мајском наградом града Књажевца.

Током основне и средње школе активан је члан свих узрастних категорија одбојкашког клуба “ОК Књажевац” у Књажевцу. Одлучује се да упоредо тренира атлетiku, дисциплину бацања копља од 2002. године. У атлетици осваја 9 титула државног првака бивше републике Југославије, републике Србије и Црне Горе и републике Србије у свим узрастним категоријама. Обара 2002. године два пута државни рекорд у дисциплини бацања копља у пионирској категорији који је и дан данас важећи. Постаје власник престижне титуле најбољег младог спортисте тадашње републике Југославије у пионирској категорији. Осваја златну медаљу Олимпијаде младих за млађе јуниоре у Бечу 2003. године и бронзану медаљу на Балканском првенству у тадашњој републици Србији и Црној Гори. На Европском јуниорском првенству у Москви 2006. године осваја бронзану медаљу.

Први пут 2006. године уписује основне академске студије на Факултету спорта и физичког васпитања Универзитета у Нишу, и завршава мастер студије 2013. године са просечном оценом 8.28 (осам двадесетосам) и оценом 10 (десет) на дипломском раду са темом рада “Биомеханичка анализа технике бацања копља”.

Током студија постаје волонтерски тренер атлетике у “АК Железничар”, “АК Максимум”, и “АК Раднички” у Нишу где успешно води два такмичара до титула државних првака централне Србије и вицешампиона републике Србије. Наставља

упоредо успешну спортску каријеру и постаје власник рекорда међународног митинга у Охриду 2010. године и осваја више међународних такмичења у сениорској категорији. Два пута је био у првих 100 у свету на IAAF листи и 2018. године одлучује се да упоредо упише докторске студије на Факултету спорта и физичког васпитања Универзитета у Нишу. Успешно полаже све предмете на докторским студијама са просечном оценом 10 (десет). Досад је као аутор и коаутор објавио 30-ак научних радова у домаћим и страним часописима и конференцијама.

Остварује контакт и почетак међународне сарадње 2018. године са Професорима са престижног Универзитета у Лајпцигу у Немачкој, где добија прихватно писмо да студира и заврши докторске студије на тему пројекта докторске дисертације “The role of arm movement pattern (trajectory) in throwing implements of various masses and shapes”. Успешно остварује сарадњу 2021. године са Професором Миланом Чохом са Факултета спортских наука Универзитета у Љубљани, из Словеније. Добија прилику да студира преко ЕРАСМУС организације 2022. године на Факултету спорта Универзитета у Лајпцигу где продубљује сарадњу и ради на три заједичка истраживања са Професорима два факултета, из Словеније и Немачке. Враћа се исте 2022. године у Србију да би завршио докторске студије на Факултету спорта и физичког васпитања Универзитета у Нишу.

Вољени син мајке Зорице и оца Славољуба и брижни муж Ање Првуловић.

ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ

Изјављујем да је докторска дисертација, под насловом

ЕФЕКТИ ПЛИОМЕТРИЈСКИХ ПРОГРАМА НА БИОМЕХАНИЧКЕ ПАРАМЕТРЕ СПОРТИСКИЊА

која је одбрањена на Факултету спорта и физичког васпитања Универзитета у
Нишу:

- резултат сопственог истраживачког рада;
- да ову дисертацију, ни у целини, нити у деловима, нисам пријављивао/ла на другим факултетима, нити универзитетима;
- да нисам повредио/ла ауторска права, нити злоупотребио/ла интелектуалну својину других лица.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци, који су у вези са ауторством и добијањем академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада, и то у каталогу Библиотеке, Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Нишу, као и у публикацијама Универзитета у Нишу.

У Нишу, 26.1.2023

Потпис аутора дисертације:

Никола С. Првуловић

(Име, средње слово и презиме)

**ИЗЈАВА О ИСТОВЕТНОСТИ ШТАМПАНОГ И ЕЛЕКТРОНСКОГ ОБЛИКА
ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ**

Наслов дисертације:

**ЕФЕКТИ ПЛИОМЕТРИЈСКИХ ПРОГРАМА НА БИОМЕХАНИЧКЕ
ПАРАМЕТРЕ СПОРТИСКИЊА**

Изјављујем да је електронски облик моје докторске дисертације, коју сам предао/ла за уношење у **Дигитални репозиторијум Универзитета у Нишу**, истоветан штампаном облику.

У Нишу, 26.1.2023.

Потпис аутора дисертације:

Никола С. Првуловић

(Име, средње слово и презиме)

ИЗЈАВА О КОРИШЋЕЊУ

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Никола Тесла“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Нишу унесе моју докторску дисертацију, под насловом:

ЕФЕКТИ ПЛИОМЕТРИЈСКИХ ПРОГРАМА НА БИОМЕХАНИЧКЕ ПАРАМЕТРЕ СПОРТИСКИЊА

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском облику, погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију, унету у Дигитални репозиторијум Универзитета у Нишу, могу користити сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons), за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство (CC BY)
2. Ауторство – некомерцијално (CC BY-NC)
3. Ауторство – некомерцијално – без прераде (CC BY-NC-ND)
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима (CC BY-NC-SA)
5. Ауторство – без прераде (CC BY-ND)
6. Ауторство – делити под истим условима (CC BY-SA)

У Нишу, 26. 7. 2023.

Потпис аутора дисертације:

Никола С. Првуловић

(Име, средње слово и презиме)