



УНИВЕРЗИТЕТ У НИШУ  
ФАКУЛТЕТ СПОРТА И ФИЗИЧКОГ ВАСПИТАЊА



**Младен Д. Живковић**

**ЕФЕКТИ ВИБРАЦИОНОГ И  
ИЗОМЕТРИЈСКОГ ТРЕНИНГА НА  
ПАРАМЕТРЕ ЕКСПЛОЗИВНЕ СНАГЕ**

Докторска дисертација

Ниш, 2014.



UNIVERSITY OF NIŠ  
FACULTY OF SPORT AND PHYSICAL EDUCATION

**Mladen D. Živković**

**EFFECTS OF VIBRATION AND ISOMETRIC  
TRAINING ON THE EXPLOSIVE STRENGTH  
PARAMETERS**

PhD Thesis

Niš, 2014.

**Ментор:**

**др Катарина Херодек**

редовни професор Факултета спорта и физичког васпитања,  
Универзитет у Нишу

**Чланови комисије:**

**1. др Ратко Станковић**

редовни професор Факултета спорта и физичког васпитања, Универзитет  
у Нишу, **председник**

**2. др Радмила Костић**

редовни професор Факултета спорта и физичког васпитања, Универзитет  
у Нишу, **члан**

**3. др Ђорђе Нићин**

редовни професор Факултета спортских наука, Паневропски универзитет  
Апеирон из Бања Луке, **члан**

**Датум одбране: 08.12.2014.**

## ЗАХВАЛНИЦА

*Експериментални део ове докторске дисертације је спроведен у сали Факултета спорта и физичког васпитања, Универзитета у Нишу, под менторством проф. др Катарине Херодек. Овом приликом јој се срдечно захваљујем на саветима који су ми помогли у истраживању, као и на помоћи при писању дисертације. Њен изванредни методолошки приступ ми је показао пут ка визионарству, креативности и инвентивности у науци, на чему сам јој неизмерно захвалан.*

*Захваљујем се свим члановима комисије, а посебно проф. др Радмили Костић за корисне сугестије и пријатељске савете у бројним тренуцима када је то било потребно, на вратима увек отвореним за моја питања и на помоћи да се теза приведе крају.*

*Проф. др Ратку Станковићу, хвала на изузотној сарадњи и помоћи у делу рада на савременим инструментима, као и прилици да завири у свет науке, на одлучном и стручном усмеравању и на корисним сугестијама.*

*Проф. др Ђорђу Нићину, хвала на спремности и стрпљењу да уложи време у још једно ишчитавање још једне тезе и на конструктивним саветима током писања рада.*

*Проф. др Саши Бубњу који ми је пружио прилику да будем део истраживачке групе у оквиру пројекта Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије бр. 179024. Захваљујући његовој предусретљивости и несебичности омогућено ми је да се упознам са савременим начинима дијагностиковања у спорту.*

*Хвала проф. др Душци Павловић руководиоцу пројекта Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије бр. 41018.*

*Хвала колегама Дејану Стошићу и Милану Игњатовићу на пруженој помоћи у реализацији практичног дела доктората.*

*Посебно се захваљујем својим родитељима, Весни и Добрици, и брату Николи, за сву љубав и подршку коју су ми пружили, јер они су заслужни за све што данас јесам.*

Наслов докторске дисертације	<b>ЕФЕКТИ ВИБРАЦИОНОГ И ИЗОМЕТРИЈСКОГ ТРЕНИНГА НА ПАРАМЕТРЕ ЕКСПЛОЗИВНЕ СНАГЕ</b>
Резиме	<p>Циљ овог истраживања је био да се утврде ефекти два програма тренинга у трајању од 10 недеља на промену параметара експлозивне снаге, као и да се утврди да ли су евентуални ефекти изазвани вибрационом стимулацијом мишића или су само резултат изометријског тренинга.</p> <p>Укупан узорак који је учествовао у овом истраживњу чинило је 60 испитаника, мушког пола, старости 21 година <math>\pm</math> 6 месеци и био насумично распоређен у три групе. Прву експерименталну групу (n=15) чинили су испитаници који су били укључени у посебно програмирани вибрациони тренинг ниских фреквенција са Flexi-bar-ом, другу експерименталну групу (n=15) чинили су испитаници који су били укључени у посебно програмирани изометријски тренинг и трећа, контролна група, коју су чинили испитаници који нису били укључени ни у један програмирани тренинг (n=30).</p> <p>Испитаници су тестирани на почетку и на крају експерименталног програма тестовима за процену експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета. На основу статистичке значајности може се утврдити да је експериментални програм делимично утицао на експлозивну снагу доњих екстремитета, тј. на варијаблу време ексцентричне контракције код испитаника који су били укључени у посебно програмирани вибрациони тренинг.</p> <p>Анализа добијених резултата показује да примена вибрационог тренинга са Flexi-bar-ом и примена изометријског тренинга не утиче статистички значајно на промену осталих варијабли експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета, али да долази до промена средњих вредности посматраних параметара.</p>
Кључне речи (до 10)	Flexi-bar, статичке вежбе, горњи екстремитети, доњи екстремитети
Научна област	Физичко васпитање и спорт
Ужа научна област	Научне дисциплине у спорту и физичком васпитању
УДК број	796.015 796.012.11

Title of PhD Thesis	<b>EFFECTS OF VIBRATION AND ISOMETRIC TRAINING ON THE EXPLOSIVE STRENGTH PARAMETERS</b>
Summary	<p>The aim of this study was to determine the effects of the implementation of the two training programs in the course of two weeks on the change in explosive strength parameters, as well as to determine whether the possible effects were caused by the vibration stimulation of muscles or whether these effects were just the results of the isometric training. The total subject sample in this research comprised 60 male subjects aged <math>21 \pm 6</math> months, who were randomly divided into three groups. First experimental group (n=15) was comprised of subjects included into the specially programmed vibration training of low frequencies with Flexi-bar, second experimental group (n=15) was comprised of subjects included into the specially programmed isometric training group and the third control group (n=30) was comprised of subjects who were not classified into any training program group. Subjects were tested at the beginning and in the end of the experimental program by the explosive strength evaluation tests for the upper and lower limbs. On the basis of the statistical significance it can be determined that the experimental program has partially influenced the explosive strength of the lower limbs, that is the variable time of eccentric contraction in the subjects who were included into the specially programmed vibration training. Analysis of the obtained research results shows that the application of the vibration training with Flexi-bar and the application of the isometric training do not show any statistically significant effect in the change of the other variables of the explosive strength of the upper and lower limbs, however there are changes in the mean values of the observed parameters.</p>
Key words (up to 10)	Flexi-bar, static exercises, upper limbs, lower limbs
Academic discipline of study	Physical Education and Sport
Specified scientific field	Academic discipline in Sport and Physical Education
UDC number	796.015 796.012.11

## Научни допринос докторске дисертације

„Ефекти вибрационог и изометријског тренинга на параметре експлозивне снаге“ је оригинално научно истраживање чији резултати дају допринос развоју теорије и праксе вибрационог и изометријског тренинга. На основу резултата истраживања може се закључити да посебно програмирани вибрациони тренинг делимично утиче на експлозивну снагу доњих екстремитета, док на остале параметре нема утицаја, као и изометријски тренинг. Доказана је специфичност изометријског тренинга у погледу угла у коме се изводи вежба и немогућност трансфера у другим кретањима. Такође је доказано да је вибрациони тренинг од 4,6 Hz недовољан како би се постигле веће вредности параметара експлозивне снаге.

## СКРАЋЕНИЦЕ

*ANCOVA* – униваријантна анализа коваријансе

*ANOVA* – униваријантна анализа варијансе

*df* – степен слободе

*ЕКСП. 1* – прва експериментална група

*ЕКСП. 2* – друга експериментална група

*Error df* – степен слободе грешке

*F* – *F* статистика

*Hypothesis df* – степен слободе

*КОН.* – контролна група

*MANCOVA* – мултиваријантна анализа коваријансе

*MANOVA* – мултиваријантна анализа варијансе

*Mean* – аритметичка средина

*Mean Difference (I-J)* – разлика просечних вредности група

*Mean Square* – варијанса

*Min* – минимална вредност

*Max* – максимална вредност

*n* – број испитаника

*p* – статистичка значајност теста Колмогоров-Смирнов

*PostHoc, LSD* – резултати појединачног поређења група *LSD* тестом

*Repeated Measures ANOVA* – униваријантна анализа варијансе за поновљена мерења

*SD* – стандардна девијација

*Sig.* – статистичка значајност

*Std. Error* – стандардна грешка

*Type III Sum of Squares* – сума квадрата

*Wilks' Lambda* – *Wilks' Lambda* статистика



## Садржај:

<b>1. УВОД</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Дефиниције основних појмова</b> .....	<b>4</b>
<b>2. ПРЕГЛЕД ИСТРАЖИВАЊА</b> .....	<b>13</b>
<b>2.1 Ефекти вибрационог тренинга на вибрационим платформама</b> .....	<b>13</b>
<b>2.2 Ефекти вибрационог тренинга мањих фреквенција</b> .....	<b>22</b>
<b>2.3 Ефекти изометријског тренинга</b> .....	<b>29</b>
<b>2.4 Осврт на досадашња истраживања</b> .....	<b>36</b>
<b>3. ПРЕДМЕТ И ПРОБЛЕМ ИСТРАЖИВАЊА</b> .....	<b>38</b>
<b>4. ЦИЉ И ЗАДАЦИ ИСТРАЖИВАЊА</b> .....	<b>40</b>
<b>5. ХИПОТЕЗЕ ИСТРАЖИВАЊА</b> .....	<b>42</b>
<b>6. МЕТОД ИСТРАЖИВАЊА</b> .....	<b>43</b>
<b>6.1 Узорак испитаника</b> .....	<b>43</b>
<b>6.2 Узорак мерних инструмената</b> .....	<b>44</b>
<b>6.2.1 Мерни инструменти за процену антропометријских карактеристика узорка:</b> .....	<b>44</b>
<b>6.2.2 Мерни инструменти за процену експлозивне снаге горњих екстремитета узорка:</b> .....	<b>44</b>
<b>6.2.3 Мерни инструменти за процену експлозивне снаге доњих екстремитета узорка:</b> .....	<b>44</b>
<b>6.3 Опис мерних инструмената</b> .....	<b>45</b>
<b>6.3.1 Антропометријске карактеристике узорка</b> .....	<b>45</b>
6.3.1.1 Висина тела .....	45
6.3.1.2 Маса тела.....	45
6.3.1.3 Body mass index (BMI) .....	45
<b>6.3.2 Процена експлозивне снаге тестом потиска са груди</b> .....	<b>45</b>
<b>6.3.3 Процена експлозивне снаге тестом скок из чучња са припремом</b> .....	<b>48</b>
<b>6.4 Организација мерења</b> .....	<b>52</b>
<b>6.5 Експериментални поступак</b> .....	<b>52</b>
<b>6.6 Методе обраде података</b> .....	<b>62</b>
<b>7. РЕЗУЛТАТИ</b> .....	<b>63</b>
<b>7.1 Дескриптивни статистички показатељи вредности експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета на иницијалном мерењу</b> .....	<b>63</b>
<b>7.2 Разлике у вредностима експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета између група на иницијалном мерењу</b> .....	<b>67</b>

7.3	Дескриптивни статистички показатељи вредности експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета на финалном мерењу .....	71
7.4	Разлике у вредностима експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета између иницијалног и финалног мерења .....	75
7.5	Разлике у вредностима експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета између група на финалном мерењу .....	80
7.6	Ефекти експерименталног програма на вредности експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета.....	84
7.7	Ефекти експерименталног програма на појединачне вредности експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета .....	87
8.	ДИСКУСИЈА .....	91
9.	ЗАКЉУЧАК.....	104
10.	ЗНАЧАЈ ИСТРАЖИВАЊА .....	108
11.	РЕФЕРЕНЦЕ .....	110
12.	ПРИЛОЗИ.....	119
13.	БИОГРАФИЈА .....	123
14.	ИЗЈАВЕ АУТОРА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ .....	125

## 1. УВОД

Дефинисање базичних моторичких способности човека, њихова подела као и методе за њихов развој су били и остају предмет многобројних научних истраживања и дебата. Међу свим моторичким способностима снага/јачина се издвојила као она која је одувек привлачила највећу пажњу људи и стручњака. Таква заинтересованост и не чуди ако се пође од претпоставке да свака моторичка активност човека нужно изискује мишићно напрезање, то јест, испољавање његове снаге у мањем или већем степену, што мишићној снази и њеном развоју даје посебан значај.

Приликом дефинисања снаге неопходно је обратити пажњу и на неке терминолошке изразе. За ову моторичку способност постоје називи, као што су сила, моћ, јакост, а што још увек није дефинисано јединственим појмом. Термин који је најчешће примењиван у теорији и пракси физичког васпитања и спорта је снага. Према већем броју аутора, снага се дефинише као човекова способност да помоћу мишићног напрезања савлада спољашњи отпор или да му се супротстави (Herodek, 2006; Stojiljković, 2003; Nićin, 2000; Malacko & Rađo, 2004). Подела снаге, према мишљењу ових аутора, најшире се може поставити на основу следећих критеријума.

На основу карактера режима мишићног рада, снага се може испољавати у виду: статичке и динамичке снаге. Динамичка снага се дели на: експлозивну и репетитивну.

На основу величине испољене снаге и масе тела: апсолутна и релативна снага.

На основу тополошког критеријума: снага руку и раменог појаса, снага тупа и снага ногу.

У литератури која се бави антропомоторичким способностима постоји дуализам у примени појмова сила и снага као елементарних способности човека. Појам снага користи се као више одомаћен, па тиме и погоднији. Појам јачина (сила) је елементарно антропомоторичко својство, механички ефекат мишићног дејства који се

изражава појмовима рад и снага, при чему рад изражава количину, а снага интензитет мишићног дејства (Kukulj, 2006). У литератури на енглеском језику појмови мишићне силе и мишићне снаге су јасно дефинисани терминима *muscle force* који означава мишићну силу, *muscle power* који означава мишићну снагу и *muscle strength* који означава мишићну јачину. Да би се у научним и стручним разматрањима избегло мешање појмова, уведен је термин „мишићна јачина“ који означава способност мишића за савладавање оптерећења, док постојећи термин „мишићна снага“ означава способност савладавања оптерећења при одређеној брзини (Radovanović & Ignjatović, 2009).

Под јачином, односно силом, подразумева се способност мишића да делује великим силама у статичким условима или против великог отпора при малим брзинама. Јачина мишића испољава се у условима напрезања мишића против максималног оптерећења, затим у условима напрезања мишића при спорим покретима, или у покушаним покретима, односно, у статичким условима напрезања мишића. С обзиром на то да је сила механичка величина, стекли су се услови да се, уместо појма сила, за напрезање мишића користи појам јачина (Jarić & Kukulj, 1996).

Снага је математичка функција силе и брзине, тако да се у сваком тренутку може израчунати трећа променљива величина уколико су нам познате било које две варијабле од могуће три: сила, брзина и снага. Премда се јачина често повезује са малим брзинама, а снага са великим брзинама извођења покрета, ипак су обе присутне у свим телесним покретима, без обзира на брзину њиховог извођења. Обе изражавају способност за испољавање силе при било којој тестираној брзини. Стога јачина и снага као тесно повезане способности, нису независне (Harasin, 2003).

Највећу силу мишићи развијају у изометријским или „квазиизометријским“ условима (тј. при малим брзинама покрета), а са повећањем брзине покрета сила опада, а снага расте. Пораст снаге се јавља све до тренутка достизања оптималне брзине скраћења мишића при којим снага достиже своје максималне вредности. За већину мишића та оптимална брзина приближно износи  $1/3$  њихове максималне брзине скраћивања мишића, што приближно одговара  $1/2$  максималне силе.

Подела јачине најшире се може поставити на основу неколико критеријума (Jarić & Kukulj, 1996; Harasin, 2003; Radovanović & Ignjatović, 2009).

На основу глобалног критеријума: општа и специфична јачина.

На основу мишићних контракција: изометријска, изотонична, плиометријска, квазиизометријска и ауксотонична јачина.

На основу акционог облика испољавања јачине: максимална, брзинска (експлозивна јачина) и јачинска издржљивост (мишићна издржљивост).

На основу величине спољашњег отпора, где је подела иста као и према акционом облику испољавања јачине.

На основу добијања енергије током испољавања јачине: анаеробна и аеробна јачина.

У домаћој литератури појам јачина прилично је слабо заступљен, због поистовећивања ове две способности, односно широке примене термина снага за исту сврху. Тако се код нас заправо говори снага, а мисли се на јачину. Користе се појмови максимална снага за максималну јачину, експлозивна снага и брзинска снага за брзинску јачину, снажна издржљивост и репетитивна снага за јачинску издржљивост, те можда и највећа термилошка грешка је појам статичка снага, што је у физици немогуће, јер рад не може бити вршен ако нема кретања.

Један од пробелама са којим се тренери сусрећу при програмирању тренинга снаге јесте избор вежби. У том смислу тренеру је на располагању велики број могућности: слободни тегови, справе за вежбање, ходања са додатним оптерећењем, скокови, вежбе са оптерећењем сопственим телом и др. Тренинг за развијање мишићне снаге (силе) може се поделити у две групе: тренинг са различитим типовима мишићних контракција и тренинг са комбинованим мишићним контракцијама.

Тренинг за развијање мишићне снаге (силе) са различитим мишићним контракцијама дели се на: **изометријски**, динамички и изокинетички тренинг.

Тренинг за развијање мишићне снаге (силе) са комбинованим мишићним контракцијама дели се на: плиометријски и **вибрациони** тренинг. Неки научници вибрациони тренинг сврставају у групу експерименталних метода заједно са тренингом електростимулације.

Из свега наведеног примећује се да је у домаћој литератури присутна велика шароликост у дефинисању термина. Као један од најзаступљенијих термина који је у употреби у теорији и пракси физичког васпитања код нас и у окружењу је снага. Стога ће се термин **снага** користити у овом раду.

## 1.1 Дефиниције основних појмова

### *Експлозивна снага*

„Експлозивна снага је способност краткотрајне максималне мобилизације мишићних сила, ради убрзања кретања тела“ (Herodek, 2006, 52).

„Експлозивна снага се дефинише као способност испољавања максималне снаге за максимално кратко време“ (Nićin, 1996, 39; Stojiljković, 2003, 115).

„Динамичка (експлозивна снага) – максимална вредност силе, коју може да развије одређени мишић за максимално кратко време“ (Željaskov, 2004, 68).

„Експлозивну јачину (силу) карактерише савладавање субмаксималног оптерећења максималним убрзањем покрета“ (Kukolj, 2006, 75).

„Максимална вредност силе или снаге коју може да развије одређени мишић или мишићна група у најкраћем временском периоду означава се као експлозивна сила или експлозивна снага“ (Radovanović & Ignjatović, 2009, 8).

„Експлозивна снага се дефинише као способност да се уложи максимална енергија у једном покрету за што краће време, а испољава се у свим покретима у којима цело тело, његови делови или оптерећење продужава своје кретање услед добијеног импулса, односно почетног убрзања“ (Malacko & Rađo, 2004, 176).

„Експлозивна снага је по дефиницији способност спортисте да за најмање могуће време произведе највећу могућу силу“ (Zatsiorsky & Kraemer, 2009, 27).

Типични примери ове способности су скакачке и бацачке атлетске дисциплине, дакле таква кретања при којима спортиста нема времена да развије максималну снагу, већ у најкраћем могућем времену делује на справу или подлогу у циљу постизања што бољег резултата. Експлозивна снага, као таква, представља једну од детерминанти успешности у свим активностима које захтевају испољавање мишићне силе у што краћем времену (Newton & Kreamer, 1994). Испољена експлозивна снага зависи од процента и састава моторних јединица одговарајуће мишићне групе (Branković & Vubanј, 1997). Дакле, експлозивна снага представља важан фактор у оним активностима у којима је потребно дати велико убрзање маси тела, маси појединих делова тела или спољашњем објекту. Из оваквих активности дефинисани су бројни једноставни моторички тестови за процену експлозивне снаге, попут вертикалних и хоризонталних скокова, спринтева, бацања и др. Експлозивна снага испољена кроз вертикалне скокове се дефинише као индивидуална способност неуромускуларног

система испитаника да испољи мишићно напрезање у најкраћем временском периоду (Verhořanski, 1979). Као крајњи исход теста добијају се нумеричке вредности које се користе за процену експлозивне снаге испитаника (Marković, 2005). Данас се користе многи инструменти за мерења мишићне снаге и доста се користе код лекара и физиотерапеута (Fan et al., 2010; Hairi et al., 2010; Conroy et al., 2012). Међу њима, све распрострањенији, такође валидни и поуздани инструменти, који су се користили у овом истраживању су 3D акцелерометар и тензиометријска платформа. Ови мерни инструменти омогућују праћење већег броја параметара који утичу на експлозивну снагу.

За одређивање експлозивне (динамичке) снаге и степена прираста силе користи се неколико индекса:

Индекс експлозивне снаге (*IES*):

$$IES = F_m / T_m$$

Где је  $F_m$  максимална сила, а  $T_m$  време за достизање максималне силе.

Коефицијент реактивности (*RC*):

$$RC = F_m / (T_m W)$$

Где је  $W$  тежина спортисте. *RC* је обично у високој корелацији са висином скока, а нарочито са брзином тела након одраза.

Градијент силе (*S*-градијент):

$$S\text{-градијент} = F_{0,5} / T_{0,5}$$

Где  $F_{0,5}$  представља половину максималне силе, а  $T_{0,5}$  време потребно да се она постигне. *S*-градијент карактерише степен развоја силе у почетној фази мишићног напрезања.

*A*-градијент (*A* је ознака за убрзање)

$$A\text{-градијент} = F_{0,5} / (T_{max} - T_{0,5})$$

*A*-градијент се користи за израчунавање степена прираста силе у завршним фазама експлозивног мишићног напрезања.  $F_m$  и степен развоја силе, нарочито *S*-градијент, нису међусобно повезани. Снажни људи не поседују нужно висок степен прираста силе.

### *Вибрациони тренинг*

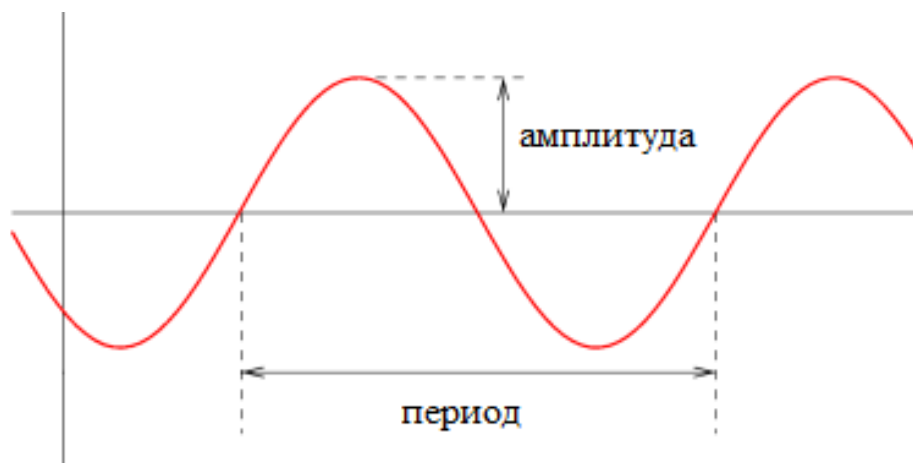
Осмдесетих и деведесетих година XIX века доктор *John Harvey Kellogg* је почео са коришћењем вибрационих столица, платформи и барова као део *wellness* програма за болничко лечење (Calvert, 2002). Он је помоћу механичких вибрација лечио главобољу и бол у лумбалном делу леђа. Непосредни претходник модерног вибрационог тренинга је ритмична неуромишићна стимулација. У бившој Источној Немачкој доктор *Biermann* је спроводио експерименте којима проучава ефекте вибрационих масажа, и описао ове вибрације као „цикличне вибрације“ помоћу којих се може побољшати опште стање зглобова (Biermann, 1960). Седмдесетих година у бившем СССР-у су препознали потенцијал вибрационе стимулације у свемирском програму (Golecki et al, 2012), у циљу сузбијања негативних утицаја антигравитације на смањење мишићне функције, као и њихову употребу у спорту и развили вибрациони систем тренинга за олимпијце. Руски научник др Владимир Назаров је развио технологију вибрационог тренинга и конструисао уређај за биомеханичку стимулацију који се примењује директно на одређени мишић или тетиву. У својим истраживањима је дошао до резултата који показују да вибрација има потенцијал да спречи остеопорозу и ојача кости. Његова истраживања показују да примена вибрационог тренинга у спорту доприноси побољшању висине скока, снаге и флексибилности, уз смањени проценат повреда (Nazarov & Spivak, 1985; Kunnemeyer & Schmidtbleicher, 1997). После распада СССР-а знања о ефектима вибрационих стимулација су доспела у јавност и овај метод тренинга се од почетка деведесетих година прошлог века примењује у тренажном процесу многих европских екипа. Поред примене у спорту вибрација се примењује и у медицинске сврхе, а Европска свемирска агенција и НАСА-а су развиле вибрациони тренинг како би ублажили негативни утицај смањене гравитације на локомоторни апарат.

Вибрациони тренинг подразумева примену вибрационих стимулација одређеног облика с циљем изазивања функционалних и структуралних промена (Marković & Gregov, 2005). Вибрационе стимулације се примењују на трбушне мишиће или на мишиће који су претходно контраховани, те је на тај начин могуће применити овај метод тренинга на тачно одређену мишићну групу. Стимулативно се може деловати на цело тело или на део тела, па самим тим ефекти могу бити видљиви на више мишићних група, а највише на оне делове тела који су најближи извору вибрација. Људско тело изложено вибрационим стимулацијама одговара рефлексном контракцијом мишића



(Babajić, Bradić, Pojskić, Kovačević & Abazović, 2013). Вибрациони тренинг поштује принципе као било који конвенционални метод тренинга, једино у чему се разликује од њих је у начину стимулације мишића. Физиолошки одговор људског организма на овај метод тренинга је веома сложен. Истраживања су показала да вибрационе вежбе изазивају повећану ЕМГ активност мишића, где мишићно вретено има важну улогу у појачању мишићне активације. Нервни аспекти, као што су ангажовање моторних јединица, синхронизација и контракција, могу бити одговорни за повећање снаге и силе након вежбања. Остали механизми вибрација, као што је топлотни ефекат, где треће између вибрирајућих ткива може изазвати повећање мишићне температуре, заједно са повећањем протока крви може допринети побољшању мишићне флексибилности (Matthew, Stephen, David & Walter, 2005; Issurin & Tenenbaum, 1999).

Ефекат вибрације зависи углавном од места примене, усмерености, трајања и интензитета вибрације (Zatsiorsky & Kraemer, 2009). Интензитет је функција фреквенције вибрације  $w$  и амплитуде вибрације  $x$ , а изражава се или као вибрационо убрзање  $a$ ,  $a_{max} = w^2x$  или као вибрациона енергија, која је пропорционална производу квадратних вредности вибрационе фреквенције и амплитуде. Распон осцилационог кретања је одређен амплитудом (укупни помак, у mm) вибрације, стопа понављања циклуса осцилације у јединици времена одређује фреквенцију вибрације, јединица за фреквенцију је Hz – херц (графикон 1). У вибрационом тренингу стимулуси се примењују на крајњу тачку кинематичког ланца и индукују осцилације које се шире кроз мишић.



Графикон 1. Приказ осцилаторног кретања

Постоје две врсте вибрационог тренинга:

1. Вежбе снаге са додатном вибрационом стимулацијом и
2. Моторички задаци који се изводе приликом вибрирања тела.

Анализом вежби које се користе током вибрационог тренинга може се закључити да се користе изометријске вежбе (билатералне и унилатералне) и динамичке вежбе. Ефекти овог тренинга на нервно-мишићну функцију, са фокусом на мишићну снагу, са аспекта времена примене вибрационе стимулације, могу се поделити на: акутне – током вибрационе стимулације, акутне резидуалне – након вибрационе стимулације, хроничне – дугорочни ефекти (Ковачевић и сар., 2013).

Ово истраживање се бавило само првим тренингом, односно извођењем вежби снаге са додатном вибрационом стимулацијом. Током вибрационог тренинга користиле су се изометријске вежбе, а истражили су се хронични ефекти. Као реквизит за ту сврху користио се *Flexi-bar* (слика 1).



Слика 1. Приказ *Flexi-bar*-а

Истраживања о ефектима вибрационг тренинга са великим, 150 cm дугим штапом, трају више од пола века. Прва истраживања у вези са вибрационим тренингом спровео је професор *Račef*, пре скоро 30 година. Резултати студија показују да вибрациони тренинг, у минималном времену и са мало труда, даје позитивне ефекте на развијање снаге мишића који подржавају кичму као и на њену целокупну стабилност. На основу истраживања овог професора почела је примена проприомеда, реквизита који је дизајниран за физиотерапеуте који су радили са пацијентима који су патили од свих врста повреда, почевши од бола у леђима па до операције колена (Herodek, 2009).

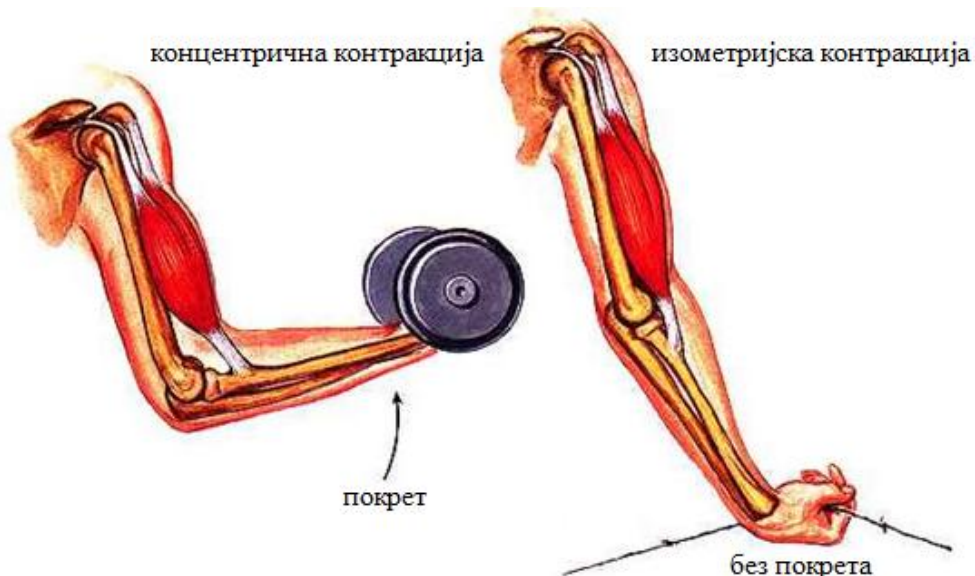
*Flexi-bar* (*Flexi-Sports, Bislez, Stroud, United Kingdom, 514 g тежине, 1520 mm дужине*) јесте реквизит за вежбање дизајниран од стране немачких физиотерапеута.

Конструисан је од такозваног ГФК вештачког материјала (специјална, појачана стаклена нит), који је коришћен у оквиру истраживања летења у ваздуху и у свемир. Хватиште које се налази на средини штапа и импровизовани тегови који се налазе на његовим крајевима направљени су од каучука. Принцип *Flexi-bar*-а је да се његовим замахивањем производи вибрација фреквенције 4,6 Hz, која се преко хваташта дуж руке и рамена преноси на тело.

### Изометријски тренинг

Изометријски тренинг своју највећу популарност дугује двојници немачких истраживача *T. Hettingera* и *E. Miüllera* (Hettinger & Muller, 1953). Своју највећу примену имао је шездесетих година прошлог века и од тада му пада популарност. Примена изометријских вежби у пракси познатих тренера као што су *J. Counsilman* у пливању, *T. Nett* у атлетици, *B. Hoff-man* у дизању тегова, *B. Petite* у кошарци, повећава интересовање за тренинг развоја силе. Њен ефекат значајно расте у оквиру кружног тренинга који дефинишу *R. Morgan* и *G. Adamson* (Morgan & Adamson, 1959).

Изометријски тренинг такође је познат под називом статички тренинг снаге, активирајући мишиће (Fleck & Kraemer, 2004), а да при томе не долази до промене величине самих мишића и не долази до видљивог померања у зглобовима (слика 2). Изометријски тренинг не захтева скупу опрему, може се изводити свуда и ако је број вежби мали, не захтева ни много времена. Упркос наведеним предностима, изометријске вежбе су у спортском тренингу само додатне вежбе јер им недостаје специфичност (Zatsiorsky & Kraemer, 2009). Као главни недостаци наводе се: развој снаге је специфичан за одређени угао (под којим се налазе екстремитети), стога се препоручује извођење вежби из различитих углова; за време извођења долази до задржавања даха, те долази до повећања крвног притиска, па је важно константно дисање током целе вежбе. Примењује се у спортским гранама као што су: џудо, рвање, скијање, спортско пењање, стрелаштво, спортска гимнастика и др.



Слика 2. Пример концентричне и изометријске контракције

Тренинзи који укључују изометријске контракције доводе до повећања изометријске снаге (Always, Sale & MacDougall, 1990; Davis, Parker, Rutherford & Jones, 1988), али је забележено да долази и до повећања телесних обима, што се везује за мишићну хипертрофију (Kitai & Sale, 1989; Schott, McCully & Rutherford, 1995). Као последица изометријског тренинга за повећање мишићне снаге не долази само до повећања телесних обима већ и до неуролошких адаптација. Резултати већине истраживања бележе позитивне ефекте изометријског тренинга само у тренираном положају, али су неки истраживачи забележили и одређени позитивни трансфер који показује ефекте овог тренинга и у нетренираним положајима (Theraut-Mathieu, Van Hoeske & Martin, 1988; Кнапик, Mawdsley & Ramos, 1983). О’Shea и О’Shea (1989) у свом раду су доказали позитивно деловање изометријског тренинга на повећање експлозивне снаге ногу (вертикални скокови).

Оптерећење приликом изометријског тренинга може се дозирати комбинацијом броја и дужине трајања мишићних контракција. У пракси се доста комбинују ови фактори па се на основу тога може говорити о три методе овог тренинга:

1. Максимално трајање изометрије, где се изводе вежбе субмаксималног интензитета за што дужи временски период. Препоручено време контракције је од 20 до 60 секунди.
2. Максимални интензитет изометрије, сличан концентричном методу максималног интензитета. Препоручено време контракције је од 3 до 6 секунди.
3. Балистичка изометрија, где се изводе вежбе гурања непокретног објекта веома кратак период (1 до 2 секунде), али уз покушај да се постигне врхунац (пик) снаге што је пре могуће.

Примена изометријског тренинга подразумева три врсте вежби. Наравно, то не подразумева комбинацију концентричних и ексцентричних контракција током ове врсте тренинга. Сам исход вежби је исти, односно нема кретања (Siff & Verkhoshansky, 1999; Thibaudeau, 2007; Вопра, 2009). Те врсте вежби су:

1. Изометријске вежбе, издржај са одређеном тежином, а циљ је спречити померање из почетног положаја.

2. Изометријске вежбе, где постоје покрети вучења и гурања непокретног отпора, где заправо нема спољашњег покрета али је циљ да се помери отпор.
3. Изометријске вежбе са једним екстремитетом супротстављајући га другом.

Отпор у изометријском тренингу подразумева мишићну контракцију помоћу:

- сопственог тела,
- непокретног објекта,
- тегова, тренажера за развој снаге или еластичних трака.

Програм вежбања који је коришћен у овом истраживању обухватао је све врсте изометријских вежби, где су вежбе биле прилагођене вежбама са *Flexi-bar*-ом, а као додатни отпор била је тежина самог вежбача, односно вежбе гурања у пару и вежбе са једним екстремитетом супротстављајући га другом.

На основу вежби које су коришћене у овом истраживању, а узимајући у обзир и на основу каквог отпора је изазвана мишићна контракција, метод изометријског тренинга који је коришћен је максимално трајање изометрије, односно вежбе субмаксималног интензитета. Истраживачи из ове области препоручују следећи програм вежбања:

**Време трајања контракције:** 20-60 секунди

**Број серија по вежби:** 2-4 серије

**Време одмора између серија:** 60-90 секунди

## 2. ПРЕГЛЕД ИСТРАЖИВАЊА

### 2.1 Ефекти вибрационог тренинга на вибрационим платформама

**Bosco et al. (1998)** у раду „Утицај вибрационог тренинга целог тела на механичка понашања скелетних мишића“ поставили су да је циљ овог истраживања био да се утврди да ли постоје ефекти вибрационог тренинга на механичко понашање скелетних мишића човека. У ту сврху 14 физички активних испитаника је ангажовано и насумично распоређено у експерименталну и контролну групу. Експериментална група је била подвргнута десетодневном третману са пет сетова вертикалних синусоидалних вибрација у трајању до два минута свака за укупно време од 10 минута дневно. Од испитаника у контролној групи је тражено да задрже њихове нормалне активности и избегавају тренинге јачине или скакачке тренинге. Испитаници су тестирани на почетку и на крају третмана са специфичним тестовима скочности које су изводили на тензиометријској платформи. Резултати су показали статистички значајна повећања у експерименталној групи на висину најбољег скока (1,6%,  $p < 0.05$ ), механичкој снази најбољег скока (3,3%,  $p < 0.05$ ) и у просечној висини за време понављајућих скокова у трајању од 5 секунди (12%,  $p < 0.01$ ). Насупрот томе, није било статистички значајних промена у контролној групи. Последично је указано на то да ефекти вибрационог третмана омогућују брзе биолошке адаптације које су у вези са неуронском потенцијацијом.

**Bosco et al. (1999)** у раду „Адаптивни одговор људских скелетних мишића на вибрациону изложеност“ бавили су се испитивањем могућности да један вибрациони тренинг произведе реакцију људских скелетних мишића. Код шест одбојкашица брзина покрета, експлозивна снага и сила забележени су приликом извођења теста 1РМ лег-прес са додатним оптерећењем од 70, 90, 110 и 130 kg. Тестирање је вршено пре и након десетоминутне изложености вибрацијама. Закључили су да су краткотрајни

акутни ефекти вибрационог третмана на неуромишићни апарат испољени побољшањем брзине покрета, мишићне силе и експлозивне снаге у извођењу лег-прес вежбе са спољашњим оптерећењем.

**Torvinen et al. (2002)** у раду „Ефекат четворомесечног вертикалног вибрационог тренинга целог тела на мишићне перформансе и равнотежу“ утврдили су да је циљ овог истраживања био да се испитају ефекти четворомесечног вибрационог тренинга целог тела на мишићне перформансе и равнотежу тела код младих, здравих неспортиста, 56 добровољаца (21 мушкарац и 35 жена, старости од 19 до 38 година) распоређени су у две групе (вибрациона група и контролна група). Тренинзи су рађени 3-5 пута недељно на вибрационој платформи. Рађено је шест тестова (вертикални скок, изометријска екстензија, снага доњих екстремитета, снага стиска, трчање око чуњева, одржавање равнотежног положаја) на почетку и након два и четири месеца. Резултати показују да је дошло до побољшања висине скока за 8,5%. Снага доњих екстремитета је повећана за 3,7% након два месеца, међутим ова вредност се смањила након четири месеца. Сва ова побољшања су резултат који иде у корист вибрационог тренинга, док код осталих тестова није дошло до статистички значајних резултата. Резултати четворомесечног вибрационог тренинга утичу на снагу скока код младих. Са друге стране овакав тренинг није дао никакав ефекат на развој динамичке и статичке равнотеже.

**Roelants, Delecluse, Goris & Verschueren (2004)** у раду „Ефекти 24-недељног вибрационог тренинга целог тела на телесну композицију и мишићну снагу код нетренираних жена“, циљ овог истраживања је био да се открију и упореде ефекти 24-недељног тренинга „вибрације целог тела“ и фитнес тренинга на композицију тела и мишићну јачину, 48 нетренираних жена (старости  $21,3 \pm 2$  године) учествовало је у овом истраживању. Група која је била подвргнута вибрационом тренингу целог тела ( $n=18$ ) радила је статичке и динамичке вежбе на вибрационој платформи (35-40 Hz , 2,5-5,0 mm; *Power Plate*®). Фитнес група ( $n=18$ ) радила је стандардни кардиоваскуларни тренинг (15-40 минута) и програм тренинга издржљивости који је укључивао динамичку вежбу квадрицепса (*leg press*) и вежбу екстензије ноге (*leg exercises*, 20-8 максималних понављања). Обе групе су тренирале три пута недељно. Контролна група ( $n=12$ ) није била подвргнута никаквом тренингу. Композиција тела утврђена је подводним мерењем. Поред тога измерена је и дебљина кожних набора. Изометријска и изокинетичка екстензија колена измерена је помоћу динамометра



(*Technogym*®). Након 24 недеље није било статистички значајних промена у тежини тела, телесној композицији, као ни у дебљини кожных набора нити у једној групи. Статистички значајне промене примећене су у групи која је била подвргнута вибрационом тренингу целог тела, као и у фитнес групи. У тестовима изометријске и изокинетичке јачине, 24-недељни вибрациони тренинг целог тела даје одличне резултате у јачини екстензије колена. Треба напоменути да су резултати повећане јачине добијене на овај начин упоредиве са фитнес тренингом (кардиоваскуларни и тренинг издржљивости).

**Jordan, Norris, Smith & Herzog (2005)** у свом раду „Вибрациони тренинг: прегледно истраживање, последице тренинга, будућа истраживања“ утврдили су да се истраживања о теми ефеката вибрационог тренинга на људско тело раде дуги низ година. Вибрациони тренинг се користи током тренинга снаге, приликом прегибања руке или као вибрациони тренинг целог тела када испитаници стоје на вибрационој платформи. Вибрациони тренинг целог тела изазива значајан акутни ефекат у побољшању снаге. Поред тога што вибрациони тренинг делује акутно на снагу, такође доводи до бољих резултата током протокола загревања за спортисте који се такмиче у дисциплинама које захтевају велико ангажовање снаге. Ова запажања дају могућност примене нове методе у тренингу, како би се унапредио сам тренинг, а самим тим и перформансе спортиста. Упркос потенцијалним користима вибрационог тренинга, постоје чврсти докази о његовим негативним ефектима на људско тело. Потенцијал који вибрациони тренинг може да оствари у спортском тренингу је прилично обећавајући. Неопходно је да се темељно истраже последице ове врсте тренинга пре него се крене са његовом употребом у спортској пракси. Будућа истраживања треба да се баве ефектима вибрационог тренинга, као и његовим различитим протоколима на мишићне перформансе.

**Luo, McNamara & Moran (2005)** у свом раду „Примена вибрационог тренинга за побољшање мишићне јачине и снаге“ утврдили су да се вибрације могу комбиновати са традиционалним тренингом са оптерећењем у покушају да се побољшају неуромошићне перформансе. Иако постоји мали број строго контролисаних истраживања о ефектима вибрационог тренинга, досадашњи резултати показују да вибрације могу имати акутни и хронични ефекат на побољшање јачине и снаге. Ефекти вибрационог тренинга на развој јачине и снаге зависе од карактеристика самих вибрација (начина примене, амплитуде, фреквенције) и протокола вежбања (типа

тренинга, интензитета и обима). Амплитуда и фреквенција одређују оптерећење које вибрациони тренинг изазива. Вибрационо оптерећење треба да буде у оптималном опсегу како би изазвало побољшање јачине и снаге. Како би се мишићи активирали најефикасније, фреквенција би требало да буде у опсегу од 30 до 50 Hz. Мање је познато која би то амплитуда била оптимална, али сигурно је да мале амплитуде могу бити недовољне да изазову било какво побољшање. Такође треба напоменути да метод вибрационе примене (тј. да ли се вибрација примењује директно или индиректно на циљаној мишићној групи) може имати утицај на величину амплитуде и фреквенцију, стога може имати и утицај на ефекте вибрационог тренинга. Повећање интензитета и обима вежбања у оквиру вибрационог тренинга може изазвати већа побољшања јачине и снаге. Осим тога, користи од вибрационог тренинга имају више врхунски спортисти него неспортисти. Будућа истраживања су потребна како би се испитале све ове међусобне зависности.

**Cormie, Deane, Triplett & McBride (2006)** у раду „Акутни ефекти вибрационог тренинга целог тела на мишићну активност, јачину и снагу“ утврдили су да је циљ овог истраживања био да се испита утицај једног вибрационог тренинга целог тела на изометријски чучањ и перформансе скока из чучња с припремом (*countermovement jump*). У истраживању је учествовало девет добро тренираних мушкараца и били су тестирани за максималну силу током изометријског чучња, као и за висину скока и максималну снагу током скока из чучња с припремом. Електромиографија је урађена за *m. vastus medialis*, *m. vastus lateralis* и *m. biceps femoris*. Испитаници су радили два различита тренинга, један вибрациони и други лажни, по случајном редоследу. Лажни тренинг је подразумевао да испитаници заузимају исте почетне положаје (као и испитаници који су радили вибрациони тренинг) на вибрирајућој платформи која је била неактивна. Тестирање је било извршено одмах након тренинга и 5, 15 и 30 минута након тренинга, било вибрационог, било лажног. Статистички значајна разлика је примећена само у висини скока приликом извођења скока из чучња с припремом у корист вибрационог тренинга. Остале варијабле нису показале никакву статистичку значајност. Будућа истраживања треба да обрађују утицаје различитих протокола вибрационог тренинга целог тела на спортске перформансе.

**Lamont, Vemben, Cramer, Gayaud & Acree (2006)** у раду „Ефекти четири различита вибрациона тренинга тела на перформансе скока из чучња с припремом“ утврдили су да је коришћење вибрационог тренинга целог тела и његов ефекат на неуромишићни систем све популарнији. Истраживање ефеката четири различите врсте

вибрационог тренинга утврђено је помоћу теста вертикалног скока. У истраживању је учествовао 21 рекреативни спортиста ( $179,1 \pm 5,6$  cm висине,  $84,7 \pm 11,4$  kg тежине и  $26 \pm 12$  година старости), распоређени у две групе. Скок из чучња са припремом је извођен у четири серије (пре тренинга, 2 минута након тренинга, 5 и по минута након тренинга и 11 минута након тренинга) у три покушаја. Вибрациони тренинг је рађен при вибрацији од 30 или 50 Hz за 30 секунди (константно или интервално). Коришћење интервалног вибрационог тренинга при фреквенцији од 50 Hz даје много боље ефекте него континуирани тренинг при нижој фреквенцији од 30 Hz, имајући у виду резултате теста вертикалног скока.

**Paradisis & Zacharogiannis (2007)** у раду „Ефекти вибрационог тренинга целог тела на кинематику спринтерског трчања и перформансе експлозивне јачине“ утврдили су да је циљ овог истраживања био ефекат шестонедељног вибрационог тренинга целог тела на спринтерско трчање као и експлозивну јачину. У овом истраживању је учествовало 24 волонтера (12 мушкараца и 12 жена), који су били распоређени у две групе (експерименталну и контролну). Експериментална група била је подвргнута тренингу на вибрационој платформи, док контролна група није имала никакав тренинг. Тестирање је рађено пре и после тренажног програма. Спринтерско трчање је тестирано трчањем на 60 метара (време трчања, брзина трчања, дужина корака и број корака). Експлозивна јачина била је тестирана скоком из чучња с припремом, тестирана је висина као и максимални број скокова за 30 секунди. Резултати показују да је тест спринтерског трчања забележио помак од 3,4%. Висина скока је побољшана за 3,3 %, а издржљивост у експлозивној јачини је напредовала за 7,8%. Вибрациони тренинг целог тела у периоду од шест недеља даје статистички значајна побољшања резултата у спринтерском трчању као и у експлозивној јачини.

**Bazett-Jones, Finch & Dugan (2008)** у раду „Поређење различитих ефеката вибрационог тренинга целог тела на перформансе скока из чучња с припремом“ утврдили су да иако изгледа да вибрациони тренинг може бити ефикасан модел за побољшање физичких перформанси, правилно програмирање вибрационог тренинга за унапређење перформанси остаје непознато. Циљ овог истраживања био је да се упореде тренутни ефекти различитих вибрационих тренинга на резултате теста скока из чучња с припремом, трајање ефекта и разлике између мушкараца и жена. У овом експерименту учествовало је 44 испитаника (33 мушкараца, 11 жена) који су били подвргнути различитим вибрационим тренинзима (пет врста, различите фреквенције).

Тестирање је извршено тако што су скок из чучња са припремом изводили пре тренинга (три покушаја), затим одмах по завршетку тренинга, па 5, и 10 минута након тренинга. Средња вредност три скока пре тренинга је узета као вредност за анализу. Одрађена је АНОВА метода за поновљена мерења како би се утврдили ефекти. Статистички значајне разлике резултата су се појавиле у две варијабле и то убрзање и време и то само код жена. Код мушкараца нема никаквих ефеката после било које од пет врста вибрација. Ефекти вибрационог тренинга код жена били су пролазног карактера и трајали су до петог минута. Резултати ове студије указују на то да се вибрациони тренинг може користити као добар начин загревања.

**Wilcock, Whatman, Harris & Keogh (2009)** у свом раду „Вибрациони тренинг: могућа побољшања јачине, снаге и брзине код спортиста“ поставили су за циљ овог истраживања да се утврди да ли вибрациони тренинг утиче на хронична побољшања физичких перформанси тренираних спортиста. Иако је главни циљ био анализа било каквог побољшања перформанси, праћени су и могући механизми који су повезани са побољшањем перформанси. Вибрација изазива повећање Г-силе која делује на мишиће, самим тим повећава тежину (оптерећење) сваке вежбе. Повећано оптерећење треба да утиче на мишићну хипертрофију. С обзиром на шест студија које су вршене на тренираним спортистима, резултати показују да вибрациони тренинг може утицати на максималну јачину (једнопонављајући максимум) и снагу (скок из чучња са припремом). Резултати ових студија такође показују да вибрациони тренинг не утиче на брзину. Постоји недостатак доказа како би се подржала теорија да вибрациони тренинг повећава неуромускуларну потенцијацију. Који су конкретно механизми одговорани за могуће побољшање снаге и јачине и даље није познато. Вибрациони тренинг целог тела не делује штетно на перформансе када се користи на контролисани начин, те је његова примена у тренингу спортиста сасвим оправдана. Будућа истраживања су неопходна како би се утврдио оптимални протокол вибрационог тренинга и да се разјасни да ли вибрациони тренинг утиче значајније на побољшање перформанси од традиционалних тренинга.

**Mitić, Stamenković, Živković & Mitić (2010)** у раду „Ефекат тромесечног вежбања на *Power Plate*®-у и његов утицај на моторичке способности“ говоре о тренингу на вибрационој справи *Power Plate* која нуди многе погодности, делујући тренутно на поправљање и убрзање протока крви. Бројни су његови позитивни утицаји: поправља мишићну снагу и флексибилност, смањује целулит, поправља исхрану ткива,

смањује напетост и редукује појаву упале мишића као и осећај бола и преоптерећења који се јавља приликом стандардног вежбања у теретани са теговима. Тренинг на вибрационој справи *Power Plate* помаже бржи опоравак и ревитализацију организма, користећи принципе вежбања уз вибрације које стимулишу природни одговор мишића на ефекат вибрирања. Вибрације преносе енергију кроз тело активирајући контракцију мишића фреквенцијом 35-50 Hz. Ефекат оваквог начина вежбања је у овом истраживању праћен код жена рекреативки. Све испитанице су подвргнуте лекарском систематском прегледу, којим је потврђено да могу учествовати у овом експерименту. Користећи кратке серије 15 минута вежбања дневно, три пута недељно, на узорку од 10 одраслих жена рекреативки, испитани су ефекти вежбања на *Power Plate*-у. У периоду од три месеца експериментална група је вежбала у *Power Plate* студију уз специјални програм статичко-динамичких вежби. Истраживање прати позитивно деловање ефекта вежбања *Power Plate*-ом на моторичке способности жена рекреативки. Анализом добијених података покушало се доказати побољшање моторичких способности (снаге, брзине и равнотеже).

**Obradović, Madić & Pantović (2010)** у раду „Акутни ефекти примене вибрационог тренинга на перформансе експлозивне снаге“ истражују утицај вибрационог тренинга на брзо постизање квалитета моторичких перформанси. Аутори су сматрали да је интересантно поменути проблематику анализирати на узорку испитаника натпросечног моторичког статуса. На узорку од 36 мушкараца, студената Факултета спорта и физичког васпитања, старих  $20 \pm 6$ , анализирани су акутни ефекти примене вибрационог тренинга на перформансе експлозивне снаге доњих екстремитета. Ефекти вибрационог тренинга упоређивани су са ефектима конвенционалне методе припреме доњих екстремитета за манифестовање експлозивне снаге. Разлике у резултатима тестова за процену експлозивне снаге установљене су мултиваријантном анализом варијансе. Након спроведених експерименталних третмана заснованих на поменутим различитим методама припреме локомоторног апарата за наступајуће максимално мишићно напрезање, закључено је да је метода вибрационог тренинга значајно ефикаснија (на нивоу значајности 0.01) у односу на примењену конвенционалну методу.

**Cochrane (2011)** у свом раду „Вибрациони тренинг: потенцијалне користи“ поставио је да је циљ овог прегледа био да се испитају физиолошки ефекти вибрационог тренинга, укључујући кардиоваскуларне показатеље и да разјасни

потенцијалну примену овог начина вежбања код људи са угроженим здрављем. Вибрациони тренинг је одавно признат као потенцијални метод у спорту, вежбању и здравственом сектору. Истраживања су показала да се мишићна сила и снага повећавају након вибрационог тренинга код спортиста, старијих људи, као и код људи са неким обољењима. Резултати многих истраживања су показали да акутни ефекти вибрационог тренинга утичу на побољшање снаге горњих и доњих екстремитета, такође постоје и резултати који указују да дугорочно упражњавање вибрационог тренинга може утицати на повећање снаге. Једино није утврђено да ли вибрациони тренинг утиче на повећање силе. Вибрациони тренинг пружа довољан подстицај да унапреди кардиоваскуларне показатеље, али не у тој мери као што конвенционално аеробно вежбање може утицати на срчану фреквенцију. Овај начин вежбања представља сигуран метод који пружа адекватан физиолошки одговор, у смислу мишићне активности и мишићне функције код спортиста, старијих људи, као и код људи са неким обољењима. Будућа истраживања треба да утврде који би то однос фреквенције, амплитуде и времена трајања био оптималан за различите популације.

**Osawa & Oguma (2011)** у раду „Ефекти вибрационог тренинга целог тела на одрасле нетрениране особе“, циљ истраживања је био да се утврди утицај вибрационог тренинга на мишићну јачину, мишићну снагу, мишићну издржљивост и неуромишићну активност упоређујући са идентичним конвенционалним тренингом. Тридесет и троје испитаника (шест мушкараца и 27 жена, старости 22-49 година) подељених у две групе, једна која је радила конвенционални тренинг (16) и друга која је радила вибрациони тренинг (17). Рађено је шест вежби за 60 минута на вибрирајућој платформи два пута недељно током седам недеља. Како би се утврдили ефекти вибрационог тренинга, између осталих рађени су и тестови максималне изометријске екстензије у зглобу колена, као и максималне изометријске лумбалне екстензије, где се вибрациони тренинг показао бољим на нивоу статистичке значајности у односу на конвенционални тренинг.

**Rodríguez-Jiménez, Benitez, García González, Moras Feliu, & Maffiuletti (2013)** у свом раду „Утицај различитих фреквенција, оптерећења и типова вежби на механичка својства новоконструисаног вибрационог реквизита“ поставили су да је циљ овог истраживања била анализа утицаја различитих вибрација, приликом различитих вежби и оптерећења на механичка својства новоконструисаног вибрационог реквизита. У овом истраживању учествовало је 14 здравих мушкараца. Они су држали вибрациони

реквизит током лежећег вучења и потиска са груди у статичким условима у трајању од 10 секунди са оптерећењем од 20%, 50% и 80% од максималног оптерећења и при јачини вибрације од 20 Hz, 35 Hz и 50 Hz. Инструмент, за процену механичких својстава, који је коришћен у овом истраживању био је тродимензионални акцелерометар који је био фиксиран за вибрациони реkvизит. На основу добијених резултата, ово истраживање утврђује валидност новоконструисаног вибрационог реkvизита и легитимише његову употребу као ефикасног и сигурног реkvизита за статичке вежбе горњег дела тела са широким спектром фреквенција за потребе тренинга или у рехабилитационе потребе.

## 2.2 Ефекти вибрационог тренинга мањих фреквенција

**Seidel (1988)** у свом раду „Миоелектрична реакција на изузетно малу фреквенцију и малу фреквенцију током вибрационог тренинга целог тела“ извршио је експеримент у коме је учествовало пет здравих мушкараца који су били изложени вертикалним синусоидним вибрацијама целог тела, са пет јачина фреквенције (0,315 Hz, 0,63 Hz, 1,25 Hz, 2,5 Hz, 5,0 Hz) и два интензитета. Током експеримента праћена је електромиографска активност *m. erector spinae*. Екстремно просечне вредности електромиографске активности су забележене током прве три фреквенције, док се електромиографска активност повећава на вишим фреквенцијама. Највеће разлике су забележене у зависности од интензитета.

**Kassenböhmer (2005)** у својој докторској дисертацији „Ефекти тренажног програма на ниво јачине и проприоцептивних способности у раменој регији коришћењем осцилаторног апарата“ наводи да је механизам проприоцептивних способности рамена могуће поредити са способностима колена и зато тренинг рамене регије мора бити базиран на истим принципима који се користе и у тренингу доњих екстремитета. Како осцилаторни тренинг горњих екстремитета следи ове принципе, претпоставља се да тренинг са оваквим апаратима има утицај на проприоцептивне способности. Рад је заснован на претпоставци да ова врста апарата има утицај на параметре јачине, као што је већ доказано са тера-бендом. За ово истраживање справе за тренирање су произведене од стране компаније *Flexi-bar*, коришћени су *Flexi-bar* и *Thera-band*. Пошто и тренинг са *Thera-band*-ом захтева релативно високу способност координације, користи се као уређај у контролној групи. Овакав приступ омогућава да се утврди да ли је боља примена *Flexi-bar-a* од примене *Thera-band-a* у координацијском тренингу.

**Amin, Mileva, Kadr & Bowtell (2006)** у свом раду „Акутни ефекти вежбања са *Flexi-bar*-ом на неуромишићну активност и мишићну јачину, наспрам извођења истих вежби коришћењем лажног реквизита“ утврдили су ефекте вежбања са *Flexi-bar*-ом на неуромишићну активност (мишићна активност и јачина) која је мерена површинском електромиографијом, у поређењу са извођењем истих вежби коришћењем лажног реквизита. Статистички значајне разлике су забележене у мишићној активности мишића који су ближи *Flexi-bar-y* (*m. triceps brachii*, *m. biceps brachii*). Што се тиче



других мишићних група није забележена статистички значајна разлика у мишићној активности током вежбања са *Flexi-bar*-ом и лажним реквизитом.

**Mileva, Naleem, Biswas, Marwood & Bowtell (2006)** у свом раду „Акутни ефекти вибрације – као стимуланса током извођења вежбе опружања колена“ тестирали су да ли вибрациони тренинг ниске фреквенције, као мишићни стимуланс, производи акутне ефекте на перформансе мишића. Мерна је електромиографска активност током извођења вежбе опружања колена следећих мишића: *m. rectus femoris*, *m. vastus lateralis*. У овом истраживању учествовало је девет здравих одраслих особа које су изводиле вежбу четири пута интензитетом од 35% или 70% у односу на једнонављајући максимум, у контролној групи (без вибрација) и у експерименталној групи (где се примењивала фреквенција од 10 Hz као мишићни стимуланс). Максимална вољна контракција и једнонављајући максимум су тестирани пре и после вежбе. Резултати показују статистички значајно повећање снаге као и мишићне активности у експерименталној групи у односу на групу где није било вибрационе стимулације мишића. Вибрациона стимулација мишића током вежбања побољшава перформансе мишића, а самим тим повећава и ефекте тренинга.

**Hurley (2007)** у својој магистарској тези „Јачање попречно трбушне мускулатуре код појединаца са историјом синдрома бола у леђима и здравих појединаца: *Flexi-bar* наспрам тренинга стабилизације“ наводе да ова студија пружа један корак напред у погледу знања о ефикасности програма вежбања на јачање абдоминалне мускулатуре. Резултати указују на то да *Flexi-bar* има способност да ојача трансверзалну абдоминалну мускулатуру, и да се може применити у рехабилитацији појединаца са синдромом бола у леђима.

**Anders, Wenzel & Scholle (2008)** у раду „Активационе карактеристике мишића трупа током тренинга са осцилујућим реквизитом“ утврдили су ефекте новог реквизита на активирање мишића. У истраживању је учествовало 30 здравих испитаника (15 мушкараца, 15 жена). Осцилујући реквизит је хоризонтално држан у обе руке, испред тела. Коришћене су три различите фреквенције осциловања (3, 3.5, 4.5 Hz), у хоризонталној и вертикалној равни. Добијени резултати указују на то да активирање леђних мишића зависи од фреквенције осцилације, док активирање трбушних мишића не зависи од фреквенције осцилација.

**Damijan (2009)** у раду „Кардиолошка рехабилитација, вибрациони тренинг“ истиче да је циљ овог истраживања био анализа вибрационог тренинга у кардиолошкој рехабилитацији са фреквенцијом од 3,5 Hz и амплитудом 4,0; 4,5; 5,0; 5,5 mm. Двадесет и четворо људи узраста од 20 до 36 година учествовало је у истраживању. Били су изложени 20-минутној вибрацији, у року од 19 узастопних дана. Да би се проценила могућност примене вибрација у кардиолошкој рехабилитацији следећи параметри су узети у обзир: систолни притисак, дијастолни притисак, пулс, температура у ушном каналу, телесна тежина, телесна композиција и холестерол. Тестиране су и следеће моторичке способности: брзина, координација, равнотежа, експлозивна снага, статичка снага и флексибилност. На основу спроведених тестова и анализа, дошло је до статистички значајног смањења систолног притиска, пулса, масног ткива, телесне тежине, холестерола. Статистички значајне промене забележене су у тестовима равнотеже и брзине. Добијени резултати показали су позитиван утицај ниских фреквенција вибрационог тренинга на висок крвни притисак, гојазност и физичку кондицију. Наведени резултати показују да вибрациони тренинг може да се примењује у кардиолошкој рехабилитацији.

**Mischi & Cardinale (2009)** у свом раду „Ефекти вибрације од 28 Hz на мишићну активност руке током изометријске вежбе“ поставили су за циљ истраживања да се процени активација и коактивација следећих мишића: *m. triceps brachii* и *m. biceps brachii* током изометријске вежбе са вибрационом стимулацијом и без ње. У овом истраживању учествовало је 20 здравих људи старости  $22,7 \pm 2,6$  година. Испитаници су изводили пет понављања у изометријским условима са згрченом и опруженом руком у зглобу лакта, са вибрационом стимулацијом и без ње. Вибрациона стимулација мишића је рађена при фреквенцији од 28 Hz. Мишићна активност је утврђена површинском електромиографијом. Анализа резултата нам открива да је електромиографска активност *m. triceps brachii* и *m. biceps brachii*, у условима са вибрационом стимулацијом мишића, била статистички значајно већа у оба случаја. Ово истраживање нам показује да изометријске вежбе са вибрационом стимулацијом од 28 Hz производе повећану активацију и коактивацију *m. triceps brachii* и *m. biceps brachii*.

**Herodek, Atanasković & Jakovljević (2009)** у раду „*Flexi-bar* као специфични реквизит за развој снаге мишића трупa“ поставили су да је циљ овог истраживања био сагледавање могућности коришћења специфичних вибрирајућих реквизита кроз синтезу прикупљених сазнања и научних истраживања. Може се дефинисати да су

циљеви овог рада: образовни, васпитни и практични (функционални). Узимајући у обзир карактер теме, приликом истраживања материјала за израду рада, као најподеснија изабрана је дескриптивна метода. Проблеми, које носи садашњи начин живота, допринели су променама и иновацијама и у системима физичког вежбања. Снага као основна моторичка способност има своју велику незаменљиву улогу у решавању многих проблема у свим подручјима физичке културе. Не постоји ниједан покрет, ниједно кретање у коме, макар један од облика снаге, нема свој утицај и улогу.

**Sanchez-Zuriaga, Vera-Garcia, Moreside & McGill (2009)** у раду „Активација мишића трупа и кинематика кичме за време коришћења осцилујућег реквизита: утицај различитих положаја тела и оријентације реквизита“, поставили су циљ овог истраживања да се упореди активност мишића трупа и његове кинематике приликом коришћења осцилујућег реквизита у стојећем ставу и седећем положају са различитом оријентацијом реквизита. У истраживању је учествовало 13 здравих испитаника. Реквизит је држан обема рукама у стојећем ставу и седећем положају са вертикалном и хоризонталном оријентацијом реквизита. Електромиографијом је праћена активност 14 мишића трупа и два рамена мишића. Резултати овог истраживања указују на то да активност мишића не зависи од положаја који заузима вежбач, већ од оријентације самог реквизита.

**Mileva et al. (2010)** у раду „Акутни ефекти *Flexi-bar*-а и *Лажног-bar*-а на мишићну електромиографску активацију и перформансе“ истраживали су да ли ниске фреквенције (5 Hz) осцилаторне вибрације као стимуланса, које пружа вежбање са *Flexi-bar*-ом, акутно утиче на мишићну активацију и максималну вољну контракциону силу. Девет здравих мушкараца учествовало је у два испитивања, одвојених недељу дана, током којих су радили четири серије у трајању од 30 секунди вежбе са *Flexi-bar*-ом или *Лажним-bar*-ом. *Лажни-bar* је пластични реквизит налик *Flexi-bar*-у, и био је коришћен као невибрирајући реквизит. Максимална вољна контракциона сила флексије и екстензије лакта и екстензије колена била је мерена пре и после вежбања. Електромиографија је рађена у првих и последњих 10 секунди сваког сета вежби. Коришћење *Flexi-bar*-а током вежбања је изазвало промене у електромиографским параметрима мишића руке и ноге као и промене максималне силе, што указује на то да долази до већег умора него при вежбању са *Лажним-bar*-ом. Резултати ове студије указују да *Flexi-bar* може да се користи како би изазвао јаче мишићне стимулансе током субмаксималног тренинга.

**Moras, Kadr, Amin & Bowtell (2010)** у свом раду „Вибрациони реквизит за мишиће горњег дела тела: акутни ефекти на електромиографску активност“ поставили су циљ овог истраживања да се утврди оправданост наменски дизајнираног вибрационог реквизита, као потенцијалног реквизита у вибрационом тренингу, као и да процени електромиографску активност мишића горњег дела тела током вибрација. У овом истраживању учествовало је 16 физички активних мушкараца. Њима је током вежбе потисак са груди са вибрационим реквизитом одређивана електромиографска активност следећих мишића: *m. triceps brachii*, *m. deltoideus*, *m. pectoralis major*. Вежбу су изводили на тај начин што су заузимали само две позиције: са испруженим рукама и са флектираним рукама. Вибрација коју је емитовао реквизит у те две позиције била је 0, 25 и 45 Hz. Статистички значајно повећање електромиографске активности забележено је у оба услова у поређењу са 0 Hz, осим током вибрације од 25 Hz у позицији са флектираним рукама код *m. deltoideus-a* и *m. pectoralis major-a*. Иако је пронађена велика разлика у електромиографској активности у било ком мишићу при вибрацији од 25 до 45 Hz, најбољи резултати су остварени приликом вибрације од 45 Hz. Употреба вибрационог реквизита може бити користан систем за стимулацију мишића горњег дела тела.

**Goncalves, Marques, Hallal & Dieen (2011)** у раду „Електромиографска активација мишића током вежбања са флексибилним и нефлексибилним реквизитом“ наводе да ручни флексибилни реквизит који изазива осцилације доводи до наизменичне активације мишића трупа. Циљ овог истраживања је био да се пореди ЕМГ активност мишића трупа током вежби са флексибилним и нефлексибилним реквизитом. У овом истраживању учествовало је 12 здравих жена. Резултати су показали да је активност *m. obliquus abdominis internus* за 72% већа са флексибилним реквизитом, и да је активност овог мишића знатно већа у стојећем ставу него у седећем положају. Намена осцилујућег реквизита је активација свих мишића трупа, али ефекат је ограничен само на активност *m. obliquus abdominis internus*.

**Marques, Nallal & Goncalves (2012)** у раду „Активација мишића трупа током вежбања са осцилујућим реквизитом“ поставили су циљ овог истраживања који је био да се утврди активирање мишића трупа током вежбања са осцилаторним реквизитом. У овом истраживању учествовало је 12 волонтера, који су радили три различите вежбе. Праћена је ЕМГ активност следећих мишића: *m. obliquus abdominis internus*, *m. obliquus abdominis externus*, *m. rectus abdominis*, *m. multifidus* и *m. iliocostalis*. Билатерална

осциловања са реквизитом у фронталној равни изазивају веће вредности *m. multifidus* / *m. iliocostalis* него једнострана осцилација у сагиталној равни. Такође, билатерална осциловања са реквизитом у фронталној равни и једнострана осциловања са реквизитом у сагиталној равни изазива веће вредности *m. obliquus abdominis internus* / *m. obliquus abdominis externus* него билатерална осциловања у трансверзалној равни.

**Živković & Herodek (2013)** у раду „Вибрациони тренинг мањих фреквенција“ наводе да вибрациони тренинг спада у врсту неконвенционалних метода за развој снаге и силе у краћем временском периоду. Механичке вибрације које делују на тело могу да изазову промене у гравитационим условима и на тај начин изазову одређени биолошки одговор. Сами вибрациони стимулуси се примењују на крајњу тачку кинематичког ланца и индукују осцилације које се шире кроз мишић. Било који вибрациони тренинг да се упражњава, основна идеја је комбинација вољне мишићне активације и истезања мишића са вибрационим надражајем. Вибрациони тренинг коришћењем *Flexi-bar-a*, као осцилујућег реквизита, спада у групу тренинга где се изводе вежбе снаге са додатном вибрационом стимулацијом. Вибрациона стимулација мишића која се том приликом постиже изазвана је малим фреквенцијама од 4,6 Hz. Циљ овог рада је преглед новијих истраживања која испитују ефекте коришћења *Flexi-bar-a*, могућност његове примене, као и одређивање најбоље позиције вежбача и реквизита у сврху што бољег деловања вежбе на одређену мишићну регију.

**Kim, So, Bae & Lee (2014)** у раду „Поређење ефеката вежби са *Flexi bar*-ом и вежби опште лумбалне стабилизације на мишићну активност и замор“ поставили су да је предмет овог истраживања био поређење ефеката тренинга са *Flexi-bar*-ом и тренинга опште лумбалне стабилизације на мишићну активност и замор. У овом истраживању учествовало је 20 испитаника (12 мушкараца и осам жена). Након загревања испитаници су радили тест максималне вољне изометријске контракције, а потом следеће вежбе: вежбу из почетног положаја лежећег са згрченим ногама и одигнутим трупом (вежба 1), вежбе лумбалне стабилизације (из почетног положаја клечећи – вежба 2) и вежбе прегибања трупа (вежба 3), са *Flexi-bar*-ом и без њега, свака вежба се изводила у трајању од 30 секунди. Електромиографија је коришћена за процену замора и активности следећих мишића: *m. rectus abdominis*, *m. errector spinae*, *m. obliquus abdominis internus*, *m. obliquus abdominis externus*. Резултати показују да су вежбе 1 и 2 са *Flexi-bar*-ом изазвале значајно повећање мишићне активности, свих испитиваних мишића. Вежба 3 са *Flexi-bar*-ом показује значајне разлике у мишићној

активности *m. obliquus abdominis internus* и *m. obliquus abdominis externus* у поређењу са истом вежбом без *Flexi-bar*-а. Што се тиче резултата мишићног замора он показује велике разлике у зависности од вежбе. Генерално говорећи, вежбе са *Flexi-bar*-ом производе већу мишићну активност и већи замор у односу на извођење истих вежби без *Flexi-bar*-а.

### 2.3 Ефекти изометријског тренинга

**Häkkinen, Komi & Alén (1985)** у раду „Ефекат тренинга експлозивне јачине на изометријску силу и период релаксације, електромиографија и карактеристике мишићног влакна мишића екстензора ногу“ испитивали су утицај тренинга експлозивне јачине на изометријску силу и период релаксације и електромиографију, као и на карактеристике мишићних влакана скелетних мишића. Десет мушкараца је подвргнуто тренинзима који су обухватили вежбе скакања без додатног оптерећења и са малим тежинама три пута недељно у трајању од 24 недеље. Специфични тренинг изазива промене у криви времена силе, побољшање параметара брзинске силе, као и повећање максималне силе, где сви ови параметри међусобно корелирају на статистички значајном нивоу. Међутим, хипертрофичне промене (антропометријске мере), као и промене у подацима о мишићним влакнима незнатно су се промениле током тренинга. Може се закључити да тренинг брзинске силе утиче на неуронску и мишићну адаптацију и да то може бити објашњење за промену перформанси, али да је генетски фактор тај који одређује крајњи потенцијал.

**Garfinkel & Cafarelli (1992)** у раду „Релативне промене у максималној сили, ЕМГ, и попречном пресеку мишића након изометријског тренинга“ поставили су циљ овог истраживања који је био да се утврди да ли тренинг повећања максималне вољне контракције (МВК) може у потпуности објаснити повећање попречног пресека мишића. Петнаест студенткиња било је подељено у две групе, контролну (N=7) и експерименталну (N=8). Експериментална група била је подвргнута осмонеделјном изометријском тренингу екстензора колена једне ноге, док друга нога није била подвргнута тренингу. Тренинг се састајао од 30 МВК три пута недељно током осам недеља. Попречни пресек екстензора (ППЕ) утврђивао се компјутеризованом томографијом. Након осам недеља МВК се повећала за 28%, ППЕ се повећао за 14,6%, док је ЕМГ остао непромењен на тренираној нози експерименталне групе. Исте мере нетрениране ноге експерименталне групе, као и обе ноге контролне групе, нису забележиле никакве статистички значајне промене.

**Schott, McCully & Rutherford (1995)** у раду „Улога метаболита у тренингу јачине“ истраживали су улогу интрамускуларних метаболита и њихове промене у зависности од изометријског тренинга јачине, испитивана је упоређивањем ефеката

кратких, интервалних контракција са дужим, континуираним контракцијама. У паралелном истраживању праћене су промене у фосфатима метаболита и *Ph* вредности. Седам испитаника било је подвргнуто 14-недељном тренингу, три пута недељно. Десна нога радила је четири сета вежби са десет контракција, од којих свака траје 3 секунде са 2 секунде одмора између сваке контракције и 2 минута одмора између сваког сета вежби. Лева нога је радила четири контракције у трајању од 30 секунди са једним минутом одмора између њих. Оба протокола су укључивала изометријске контракције интензитета 70% од максималне вољне изометријске контракције. Максимално вољна изометријска контракција, дужина, напетост и сила, брзина и попречни пресек сваке ноге, су мерени пре и после тренинга. Повећање изометријске јачине било је знатно веће за ногу која је радила континуиране контракције у односу на ногу која је радила интервалне контракције. Није било значајног повећања између два протокола у односу на промену дужине: напетости или силе: брзине. Било је значајног повећања попречног пресека мишића за ногу која је радила континуиране контракције. Промене фосфата метаболита и *Ph* вредности биле су значајно веће за ногу која је радила континуиране контракције. Ово истраживање показује да су промене метаболита током континуираних контракција у вези са повећањем изометријске јачине и попречним пресеком мишића.

**Welsh & Rutherford (1996)** у раду „Ефекат изометријског тренинга на особине мишића *quadriceps*-а код људи старијих од 55 година“ наводе промене у јачини, брзини и величини квадрицепса истраживане код старијих мушкараца и жена након шест месеци изометријског тренинга. Индиректно је истраживана и улога метаболита као стимулуса за хипертрофију мишића током два различита тренажна протокола. Једна нога је тренирана коришћењем кратких, повремених контракција, док је друга тренирана дугачким, непрекидним контракцијама. Претпоставља се да би до већих промена метаболита требало да дође код мишића тренираног константним дугачким контракцијама. Код девет испитаника је мерена контрактилна способност и јачина пре и после тренинга, и то поређено са девет других испитаника. Тренажна група повећала је јачину квадрицепса за 48,7 % и 53,1% употребом кратких повремених контракција и константних дугачких контракција. Оба мишића показују значајно успорење после тренинга мереног током фазе релаксације. Статистички значајне разлике забележене су у корист повећања попречног пресека мишића. Ово истраживање указује на то да људи након 55. године и даље имају могућност да повећају јачину и величину мишића,



а да тренинг изазива успоравање мишића. Мишићна хипертрофија не утиче и на промене у метаболитима у овој старосној групи.

**Haddad, Qin, Zeng, McCue & Baldwin (1998)** у раду „Ефекат изометријског тренинга на скелетне тешке ланце миозина“ тестирали су хипотезу да изометријски тренинг подстиче повећање надражљивости тешких ланаца миозина (ТЛМ) приликом брзих трзаја скелетних мишића. Проучавани су ефекти два тренажна протокола на *medial gastrocnemius*-у код глодара. Тренажни протоколи су направљени тако да изазову мишићне контракције различитог трајања и активирања фреквенције по контракцији током сваког тренинга. Резултати су показали да су оба тренинга изазвала повећање мишићне масе након завршених тренинга (на статистички значајном нивоу), као и трансформације на ТЛМ. Ови резултати показују да изометријски протоколи који су коришћени у овом истраживању нису били довољни да оправдају хипотезу од које се пошло, односно да изазову промене на ТЛМ.

**Babault, Pousson, Ballay & Hoecke (2001)** у раду „Активација људског *quadriceps femoris*-а током изометријске, концентричне и ексцентричне контракције“ наводе да је једна од највећих предности изометријског тренинга да контракцијски режим води до активације на највишем нивоу. Активација се односи на употребу моторних јединица мишића. Ова студија је утврдила да се током активације мишића у максималном изометријском режиму активира пет процената више моторних јединица/мишићних влакана, него током активације у максималном ексцентричном или концентричном режиму; 95,2% током изометријске, 88,3% током ексцентричне и 89,7% током концентричне контракције.

**Kubo, Kanehisa, Masamitsu & Fukunaga (2001)** у раду „Ефекти изометријског тренинга на еластичност људских тетивних структура“ имали су за циљ да утврде ефекте изометријског тренинга на еластичност тетивних структура код људи. Осам испитаника је радило 12 недеља (четири пута недељно) изометријски тренинг који је садржао вежбу екстензије колена са 70% од максималне вољне контракције (МВК) са 20 секунди по сету вежби (четири сета на дан). Пре и после тренинга, тетивна структура *vastus lateralis*-а је мерена коришћењем ултрасонографије. Однос између процењене мишићне силе и елонгације тетиве је статистички обрађен коришћењем линеарне регресије. Тренингом је дошло до повећања обима и обртног момента максимално вољне контракције код *quadriceps femoris*-а. Елонгација тетиве је значајно мања након тренинга, тако да се крутос тетиве повећава. Поред тога, тренинг знатно

повећава стопа развоја обртног момента, а смањује електромеханичко кашњење. Ово истраживање показује да изометријски тренинг повећава крутост тетивних струкутра, снагу и обим мишића.

**Maffiuletti & Martin (2001)** у раду „Прогресивна наспрам брзе контракције током седмонедељног изометријског тренинга“ поставили су да је циљ овог истраживања био поређење резултата изометријског тренинга наспрам брзих контракција екстензора колена током седам недеља. У овом истраживању учествовало је 16 здравих мушкараца који су радили вежбе за развој снаге квадрицепса (*quadriceps femoris*), на *leg extension* машини три пута недељно током седам недеља. Тренинг је садржао шест серија од шест вежби максималне изометријске контракције. Прва група је радила изометријске вежбе (прогресивне изометријске контракције), а друга брзе контракције екстензора колена (балистичке изометријске контракције). У обе групе дошло је до статистички значајних промена. Екстензори колена прилагођавају своје неуромишићне особине зависно од врсте контракције током седам недеља тренинга. Прогресивне изометријске контракције произвеле су модификовање нервног система на периферном нивоу, док су балистичке изометријске контракције утицале на својства мишића екстензора колена.

**Kanehisa et al. (2002)** у раду „Ефекти изометријског тренинга средњег и високог интензитета на величину и јачину мишића“ поставили су истраживање тако да је једнострану изометријску екстензију у зглобу лакта тренирало 10 недеља (три пута недељно) 12 младих мушкараца како би се испитали ефекти програма вежбања са различитим комбинацијама интензитета и трајања на морфолошке и функционалне аспекте *m. triceps brachii*. Једна група од шест испитаника тренирала је развијање максималне вољне контракције шест секунди са 12 понављања по серији (100%), док је друга група од шест испитаника тренирала са 60% максималне вољне контракције 30 секунди са четири понављања по серији. Тренинг значајно повећава мишићни волумен, као и обртни момент, али без статистички значајних разлика између два програма вежбања. Први протокол значајно повећава мишићни волумен после тренинга, док други протокол значајно повећава обртни момент. Ови резултати указују на то да изометријски програм вежбања са средњим отпором/дугог трајања и велики отпор/кратког трајања производи различите ефекте на мишићни волумен као и на обртни момент, чак иако је обим тренинга изједначен између два програма вежбања.

**Adams, Cheng, Haddad & Baldwin (2004)** у раду „Хипертрофија скелетних мишића као одговор на изометријски, ексцентрични и концентрични тренинг“ наводе да покрете генеришу мишићне контракције које обично укључују периоде мишићног скраћења и продужавања, као и развој силе која се дешава без промене дужине самог мишића (изометрија). Како год, у конкретним случајевима тренажне обуке, вежбе често намерно садрже само једну од ових врста мишићних контракција. Циљ овог истраживања био је да се објективно процени релативни утицај сваке врсте мишићне контракције у циљу постизања компензаторне хипертрофије. У овом истраживању коришћени су пацови где су контракције биле изазване електричним стимулансима, групе пацова су одрадиле 10 тренинга за 20 дана. У оквиру сваког тренинга трајање стимулације одговарало је сваком од три модела контракције. Сва три тренинга су резултовала приближно истим ефектима на сам мишић. Ови резултати указују на то да релативно чист модел покрета резултира сличном нивоу компензаторне хипертрофије, које нужно не зависе од укупне силе произведене приликом сваке контракције.

**Folland, Hawker, Leach, Little & Jones (2005)** у раду „Тренинг јачине: изометријски тренинг или динамички тренинг“ наводе да тренинг јачине са изометријским контракцијама постиже одличне, али угаоно специфичне адаптације. Упоредили су две врсте контракција код изометријског и динамичког тренинга, упоредили су јачину која је добијена коришћењем изометријског и динамичког тренинга. У овом истраживању учествовала су 33 рекреативно активна, здрава мушкарца, старости 18-30 година. Испитаници су подвргнути деветонедељном тренингу снаге квадрицепса три пута недељно. Тренинг је тако осмишљен да једна нога врши искључиво изометријске контракције у четири угла; друга нога врши динамичке контракције, концентричне и ексцентричне. Обе ноге су трениране са сличним односом оптерећења са истим временом трајања. После сваког тренинга вршени су изометријски тестови (из четири угла) и изокинетички (три брзине). Након девет недеља тренинга, повећање изокинетичке јачине је било слично у обе ноге (обједињени подаци из три брзине: динамички тренирана нога, 10,7%, изометријски тренирана нога, 10,5%). Изометријска јачина је знатно повећана код изометријски трениране ноге (обједињени подаци из четири угла: динамички тренирана нога, 13,1%, изометријски тренирана нога 18,0%).

**Balso & Cafarelli (2007)** у раду „Адаптација активности људских скелетних мишића проузрокована краткотрајним изометријским тренингом“ имали су за циљ да

истраже промене у активирању мишића и да се утврди да ли постоје „повезане“ неуронске адаптације у моторним путевима након изометријског тренинга. Двадесет здравих, нетренираних, мушкараца учествовало је у овом истраживању. Насумично су били распоређени у две групе од по десет, експерименталну и контролну. Они су за седам недеља одрадили 12 изометријских тренинга. Након експерименталног програма дошло је до статистички значајних промена у тренираној групи. Наиме, дошло је до повећања параметара максимално вољне контракције и ови резултати указују на то да је првих неколико дана изометријског тренинга повољно утицало на повећање активације на почетку мишићне контракције.

**Demura, Miyaguchi, Shin & Uchida (2010)** у раду „Ефикасност једнопонављајућег максимума за процену методе засноване на изометријском чучњу коришћењем динамометра“ имали су за циљ да појасне однос између изометријског чучња помоћу динамометра леђа и једнопонављајућег максималног чучња и да се испита ефикасност те методе за процену засноване на изометријском чучњу. У истраживању је учествовало 15 младих људи који су имали претходно искуство у раду са теговима. Изводили су изометријски чучањ са различитим ставовима ширине и дубине чучња. Добијени подаци максималне снаге и потенцијала агониста су поређени са подацима једнопонављајућег максималног чучња. Максимална сила током изометријског чучња знатно је већа у широком ставу него у уском ставу. Максимална сила је била знатно већа са смањеном флексијом колена. Што се тиче мишићне активности, мишићни електрични потенцијал *rectus femoris*-а и *vastus lateralis*-а имају тенденцију да буду већи у широком ставу. Максимална сила током изометријског чучња показује висок степен корелације са једнопонављајућим максималним чучњем.

**Higuchi, Nagami, Mizuguchi & Anderson (2013)** у раду „Акутни и хронични ефекти изометријских контракција на брзину палице у бејзболу“ поставили су да је циљ овог истраживања да се испитају акутне промене у брзини палице након три врсте загревања (експеримент 1) и ефекат осмондељног тренинга изометријских контракција на брзину палице (експеримент 2). У експерименту 1 брзина палице се мерила код 24 колеџ бејзбол играча пре и после једне од три процедуре загревања, брзина палице је мерена пре него палица удари лопту. Експеримент 2 прати експеримент 1 и користи се само тип загревања са изометријским контракцијама. Дванаест од 24 играча чинило је експерименталну групу која је прошла осмондељни тренинг (три пута недељно) са изометријским контракцијама. Резултати експеримента

1 указују да два од три тренинга дају статистички значајне промене. У експерименту 2 дошло је до статистички значајних промена односно тренинг са изометријским контракцијама је утицао на побољшање брзине палице. Ови резултати указују на то да тренинг са изометријским контракцијама има акутне и хроничне позитивне ефекте на брзину палице.

## 2.4 Осврт на досадашња истраживања

Снага представља једну од најпроучаванијих моторичких способности. У литератури постоји велики број дефиниција, подела и метода за развој. Тренинг за развијање мишићне снаге може се поделити у две групе: тренинг са различитим типовима мишићних контракција, где спада изометријски, и тренинг са комбинованим мишићним контракцијама, где спада вибрациони. Вибрационо оптерећење треба да буде у оптималном опсегу како би изазвало побољшање снаге. Како би се мишићи активирали најефикасније, фреквенција би требало да буде у опсегу од 30 до 50 Hz. Такође, треба напоменути да метод вибрационе примене (тј. да ли се вибрација примењује директно или индиректно циљаној мишићној групи) може имати утицај на остварене ефекте (Luo, McNamara & Moran, 2005). Електромиографска активност мишића током вежбања са вибрирајућим реквизитом зависи од положаја тела и положаја реквизита (Sanchez-Zuriaga, Vera-Garcia, Moreside & McGill, 2009; Goncalves, Marques, Hallal & Dieen, 2011; Marques, Nallal & Goncalves, 2012). Најефикаснији је стојећи став са билатералним осциловањем реквизита у фронталној равни и једнострано осциловања реквизита у сагиталној равни.

Истраживање ефеката вибрационог тренинга показују да он позитивно делује на снагу и да исте вежбе примењене без вибрационе стимулације у статичким условима (изометријски тренинг) не дају исте резултате. Коришћење вибрационих реквизита приликом вежбања сматра се ефикасном и сигурном методом тренинга у статичким условима у циљу развоја снаге горњих екстремитета (Bosco, Cardinale, & Tsarpela, 1999; Poston, Holcomb, Guadagnoli, & Linn, 2007; Rodríguez-Jiménez, Benitez, García González, Moras Feliu & Maffiuletti, 2013).

Ефекти примене вибрационог тренинга (после вишенедељног тренирања) на експлозивну снагу доњих екстремитета доказани су у многим радовима, било да се испитивала висина скока, издржљивост у експлозивној снази или механичка снага (Bosco et al., 1998; Torvinen et al., 2002; Cormie, Deane, Triplett & McBride, 2006; Paradisis & Zacharogiannis, 2007; Bazett-Jones, Finch & Dugan, 2008; Obradović, Madić & Pantović, 2010). Ови радови показују позитивне ефекте примене различитих вежби на вибрационој платформи за разлику од истих вежби које су рађене без платформе. Наспрам резултата који говоре да вибрациони тренинг утиче на повећање параметара експлозивне снаге доњих екстремитета, постоје истраживања код којих нема

статистички значајних разлика између групе која је била подвргнута вибрационом тренингу наспрам контролне групе, која није била укључена у тренажни процес, или је радила исте статичке вежбе без вибрационе стимулације (Ruiter, Raak, Schilperoort, Hollander, & Naan, 2003; Cochrane, Legg, & Hooker, 2004; Nordlund, & Thorstensson, 2007; Hawkey, Lau, & Nevill, 2009).

Вибрациони тренинг са *Flexi-bar*-ом, као осцилујућим реквизитом, спада у групу тренинга где се изводе вежбе снаге са додатном вибрационом стимулацијом. Стимулација мишића се изазива малим фреквенцијама од 4,6 Hz, које су довољне да утичу на промену параметара снаге (Kassenböhmer, 2005). Резултати указују на то да *Flexi-bar* има способност да ојача абдоминалну мускулатуру, јер вежбе са *Flexi-bar*-ом производе већу мишићну активност и већи замор у односу на исте вежбе без додатне вибрационе стимулације (Kim, So, Bae & Lee, 2014; Hurley, 2007). Вежбе са *Flexi-bar*-ом утичу на повећану електромиографску активност мишића који су ближи реквизиту, мишића горњих екстремитета (Amin, Mileva, Kadr & Bowtell, 2006). Новија истраживања наводе да је поред електромиографске активности горњих екстремитета, приликом коришћења овог реквизита, примећена и промена у електромиографским параметрима мишића ногу као и промене максималне силе (Mileva et al., 2010).

Изометријске вежбе изазивају активирање пет процената више моторних јединица него током активације у максималном ексцентричном или концентричном режиму (Babault, Pousson, Ballay & Hoescke, 2001). Применом изометријског тренинга долази до повећања изометријске снаге и повећања телесних обима (Always, Sale & MacDougall, 1990; Davis, Parker, Rutherford & Jones, 1988; Schott, McCully & Rutherford, 1995). Нервни механизам је одговоран за специфичност угла у коме је извођен изометријски тренинг и не долази до повећања снаге доњих екстремитета у другим угловима (Kitai, & Sale, 1989). Повећање параметара снаге увек долази у тренираном углу тако да може да се закључи да не долази до трансфера снаге у другачијим положајима (Theraut-Mathieu, Van Hoescke, & Martin, 1988). Резултати истраживања бележе позитивне ефекте изометријског тренинга само у тренираном положају, али су неки истраживачи забележили и одређени позитивни трансфер који показује ефекте овог тренинга и у нетренираним положајима (Knapik, Mawdsley & Ramos, 1983; O'Shea & O'Shea, 1989).

### 3. ПРЕДМЕТ И ПРОБЛЕМ ИСТРАЖИВАЊА

Вибрациони тренинг спада у врсту неконвенционалних метода за развој снаге и силе у краћем временском периоду. Механичке вибрације које делују на тело могу да изазову промене у гравитационим условима и на тај начин изазову одређени биолошки одговор. Сами вибрациони стимулуси се примењују на крајњу тачку кинематичког ланца и индукују осцилације које се шире кроз мишић. Било који од две врсте вибрационог тренинга да се упражњава (вежбе снаге са додатним вибрационим стимулусом или моторички задаци на вибрирајућој подлози), основна идеја је комбинација вољне мишићне активације и истезања мишића са вибрационим надражајем. Вибрациони тренинг коришћењем *Flexi-bar*-а спада у прву врсту тренинга.

Посматрањем концепта тренинга са *Flexi-bar*-ом примећује се да се вибрациона стимулација мишића врши при непромењеном положају вежбача, односно да се вибрациона стимулација мишића врши коришћењем статичких вежби (изометријских вежби).

Изометријски тренинг је доста применљив метод за развој силе и снаге у пракси, али углавном као додатна вежба, јер му недостаје специфичност. Не захтева скупу опрему и може се изводити свуда. Изометријска или статичка контракција подразумева мишићну активност при којој не долази до покрета у зглобовима. Оптерећење у изометријском тренингу могу бити тегови или сама тежина вежбача (самоотпор).

Допринос тренинга са *Flexi-bar*-ом људима који се рекреативно баве спортом или као додатне вежбе у тренажном процесу активног спортисте може се приписати ниским фреквенцијама (4,6 Hz), али свакако и издржајима у положају приликом упражњавања ове методе тренинга, односно статичким вежбама које су карактеристика изометријског тренинга. Због свега наведеног треба наћи одговор да ли ће вибрациони



тренинг применом ниских фреквенција допринети повећању силе и снаге, а ако и дође до повећања, колики је ту удео статичких вежби (изометријског тренинга).

**Предмет** овог истраживања су вибрациони и изометријски тренинг, као и експлозивна снага.

У оквиру **проблема** истраживања потребно је дати одговор на основно питање: какви су ефекти вибрационог и изометријског тренинга на параметре експлозивне снаге.

Посебна питања истраживања су:

- да ли постоје разлике у ефектима два тренинга,
- ефекти које врсте тренинга имају већи значај за промену параметара експлозивне снаге,
- ако дође до повећања експлозивне силе и снаге под утицајем вибрационог тренинга применом ниских фреквенција, колики је удео изометријског извођења вежби.

## 4. ЦИЉ И ЗАДАЦИ ИСТРАЖИВАЊА

**Циљ истраживања** је да се утврде ефекти два програма тренинга у трајању од 10 недеља на промену параметара експлозивне снаге, као и да се утврди да ли су евентуални ефекти изазвани вибрационом стимулацијом мишића или су само резултат изометријског тренинга.

На основу овако дефинисаног циља постављени су следећи **задачи истраживања**:

- Обезбедити адекватан узорак испитаника из популације студената Факултета спорта и физичког васпитања, старости 21 година  $\pm$  6 месеци, који нису укључени ни у какав програмирани тренажни процес.
- Обезбедити сагласност испитаника за учешће у експерименту.
- Обезбедити адекватне просторне и организационе услове за спровођење експерименталног програма у трајању од 10 недеља.
- Обезбедити адекватну опрему за мерење.
- Поделити узорак испитаника у експерименталну и контролну групу.
- Експериментални узорак поделити у две подгрупе (експериментална група 1, експериментална група 2).
- Извршити иницијално мерење експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета на целом узорку испитаника пре почетка експерименталног третмана.
- Утврдити разлике у вредностима експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета између експерименталне групе 1 и контролне групе на иницијалном мерењу.
- Утврдити разлике у вредностима експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета између експерименталне групе 2 и контролне групе на иницијалном мерењу.

- Утврдити разлике у вредностима експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета између експерименталне групе 1 и експерименталне групе 2 на иницијалном мерењу.
- Спровести експериментални програм.
- Извршити финално мерење након експерименталног програма целокупног узорка.
- Утврдити разлике у вредностима експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета између иницијалног и финалног мерења код испитаника експерименталне групе 1.
- Утврдити разлике у вредностима експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета између иницијалног и финалног мерења код испитаника експерименталне групе 2.
- Утврдити разлике у вредностима експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета између иницијалног и финалног мерења код испитаника контролне групе.
- Утврдити разлике у вредностима експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета између експерименталне групе 1 и контролне групе на финалном мерењу.
- Утврдити разлике у вредностима експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета између експерименталне групе 2 и контролне групе на финалном мерењу.
- Утврдити разлике у вредностима експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета између експерименталне групе 1 и експерименталне групе 2 на финалном мерењу.
- Утврдити ефекте експерименталног програма.
- Анализирати, интерпретирати и дискутовати резултате истраживања.

## 5. ХИПОТЕЗЕ ИСТРАЖИВАЊА

**X<sub>1</sub>** Постоје статистички значајне разлике у параметрима експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета између испитаника експерименталне групе 1, експерименталне групе 2 и контролне групе на иницијалном мерењу и финалном мерењу.

**X<sub>2</sub>** – Вибрациони тренинг са *Flexi-bar*-ом статистички значајно утиче на промене параметара експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета.

X<sub>2.1</sub> – Вибрациони тренинг утиче статистички значајно на разлике параметара експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета између иницијалног и финалног мерења код испитаника експерименталне групе 1.

X<sub>2.2</sub> – Вибрациони тренинг има статистички значајне ефекте на промене параметара експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета код испитаника експерименталне групе 1 на финалном мерењу.

**X<sub>3</sub>** – Изометријски тренинг статистички значајно утиче на промене у експлозивној снази горњих и доњих екстремитета.

X<sub>3.1</sub> – Изометријски тренинг утиче статистички значајно на разлике параметара експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета између иницијалног и финалног мерења код испитаника експерименталне групе 2.

X<sub>3.2</sub> – Изометријски тренинг има статистички значајне ефекте на промене параметара експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета код испитаника експерименталне групе 2 на финалном мерењу.

**X<sub>4</sub>** - Вибрациони и изометријски тренажни програми имају различите ефекте на параметре експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета.

## 6. МЕТОД ИСТРАЖИВАЊА

Истраживачки метод који је коришћен у овом истраживању је експериментални метод са две паралелне групе.

### 6.1 Узорак испитаника

Популација која је сачињавала узорак испитаника у овом истраживању била је састављена од студената треће године Факултета спорта и физичког васпитања Универзитета у Нишу. Испитаници су били одабрани тако да нису укључени ни у какав програмирани тренажни процес (нису активни спортисти) осим редовне физичке активности коју су имали у склопу предмета на трећој години (летњи семестар). Укупан узорак који је учествовао у овом истраживању чинило је 60 испитаника, мушког пола, старости 21 година  $\pm$  6 месеци и били су распоређени у три групе. Прву експерименталну групу ( $n=15$ ) чинили су испитаници који су поред својих редовних дневних физичких активности на вежбама на факултету, били укључени у посебно програмирани вибрациони тренинг ниских фреквенција са *Flexi bar*-ом. Антропометријске карактеристике ове групе су: висина тела  $177,06 \pm 7,62$  cm, телесна маса  $73,91 \pm 9,30$  kg и *BMI*  $23,52 \pm 1,99$  %. Другу експерименталну групу ( $n=15$ ) чинили су испитаници који су поред својих редовних дневних физичких активности на вежбама на факултету били укључени у посебно програмирани изометријски тренинг који је сачињавао исте вежбе као и вибрациони тренинг, али без додатне вибрационе стимулације са *Flexi bar*-ом. Антропометријске карактеристике ове групе су: висина тела  $174,07 \pm 5,31$  cm, телесна маса  $72,51 \pm 10,12$  kg и *BMI*  $23,91 \pm 2,98$  %. Трећа група била је контролна ( $n=30$ ) и чинили су је испитаници који су упражњавали само редовне дневне физичке активности на вежбама на факултету. Антропометријске карактеристике ове групе су: висина тела  $181,37 \pm 7,23$  cm, телесна маса  $77,19 \pm 7,99$  kg и *BMI*  $23,45 \pm 1,90$  %.

## 6.2 Узорак мерних инструмената

### 6.2.1 Мерни инструменти за процену антропометријских карактеристика узорка:

1. висина тела (cm),
2. маса тела (kg),
3. *Body mass index* (BMI).

### 6.2.2 Мерни инструменти за процену експлозивне снаге горњих екстремитета узорка:

Тест *потисак са груди*, на основу кога се добијају следећи резултати:

1. снага (W),
2. максимална снага (P. max),
3. сила (N),
4. брзина (cm/s).

### 6.2.3 Мерни инструменти за процену експлозивне снаге доњих екстремитета узорка:

Тест *скок из чучња са припремом*, на основу кога се добијају следећи резултати:

1. пик силе ексцентричне контракције (N),
2. време ексцентричне контракције (s),
3. пик силе концентричне контракције (N),
4. време концентричне контракције (s),
5. индекс експлозивне снаге (N/s).

## 6.3 Опис мерних инструмената

### 6.3.1 Антропометријске карактеристике узорка

#### 6.3.1.1 Висина тела

Мерење висине тела врши се антропометром код испитаника који стоји на хоризонтално постављеној равној подлози у усправном ставу са испурженим леђима и спојених пета (минимално обучен). Главу држи тако да је франкфуртска раван паралелна са стајном основом. Испитивач држи антропометар у десној руци и наслања га уз леђа мерене особе прилазећи јој са леве стране. Антропометар се држи вериткално, а крак антропометра се помера са прстеном клизачем до момента када његова доња страна не додирне најистуренији део темена главе мерене особе (*vertex* тачка). Резултат се чита са тачношћу 0,1 cm (антропометар по Мартину).

#### 6.3.1.2 Маса тела

Мерење масе тела врши се на електронској ваги тако што испитаник који је минимално обучен стоји на стајној основи ваге мирно у усправном ставу. Тачност мерења је 0,1 kg.

#### 6.3.1.3 *Body mass index (BMI)*

$$BMI = \text{маса тела у kg} / \text{висина тела у m}^2$$

Овај индекс је предложила Светска здравствена организација. Вредности овог индекса испод 15.0 указују на недовољно ухрањене особе. Резултати индекса од 15 до 18.9 указују на особе са телесном масом испод нормале. Кретање овог индекса од 19 до 24.9 указују на особе са нормалном телесном масом. Вредности индекса од 25 до 39.9 указују да се ради о гојазној особи. Резултати BMI изнад 40.0 указују да се ради о болесно гојазној особи.

### 6.3.2 *Процена експлозивне снаге тестом потиска са груди*

Експлозивна снага испољена кроз потисак са груди се дефинише као индивидуална способност неуромускуларног система испитаника да испољи мишићно напрезање у најкраћем временском периоду. Потисак са груди (*bench press*) представља вежбу за горњи део тела где су највише ангажовани *mm. pectorales*, *m. triceps brachii* и *m. deltoideus*. Сврха примене теста *потисак са груди* је испитивање експлозивне снаге горњег дела тела (снага, сила, брзина). Уређај Myotest (Myotest SA, Sion, Switzerland) омогућава технологију и методологију за процену експлозивне снаге

(слика 3). Уређај Myotest користи технологију тродимензионалне акцелерометрије, захваљујући којој је једноставан за употребу у различитим условима мерења, а предност му је и величина, тј. није масиван. Софтвер има неколико функција: графички дисплеј, статистичку обраду података, чување и размену фајлова.



Слика 3. Изглед акцелерометра *Myotest*.

Опис теста:

Пет понављања са циљем постизања максималне брзине. Оптерећење је прописано од стране произвођача *Myotest*-а, где се узорак испитаника посматрао као „напредни“ (табела 1).

**Табела 1.** Таблица оптерећења за извођење теста

Оптерећење	Жене	Мушкарци
Аматерско	10 kg	20 kg
Напредно	20 kg	30 kg
Стручно	30 kg	40 kg

Опрема и припрема за извођење теста:

- слободна шипка или вођена шипка („смит машина“),
- загревање,
- упознати се са протоколом пре теста,
- поставити *Myotest* на шипку, близу руци.



Редослед:

1. Покрените *Myotest* држећи ON/OFF дугме док се логотип појави.
2. Изаберите *bench press* тест и проверите да ли оптерећење одговара нивоу обуке (види табелу) испитаника.
3. Поставите *Myotest* на шипку и притисните *ENTER*.
4. Позиционирајте испитаника на клупу за потисак, испитаник диже шипку (до највише могуће тачке) и остаје миран.
5. На дугачки „бип“ спушта шипку право на груди и остаје у статичкој позицији.
6. На кратки „бип“ подиже шипку максималном брзином тако до потпуног опружања руке држећи чврсто шипку.
7. Након потиска остати у том положају и поново чекати дугачки „бип“.

Након пет понављања двоструки „бип“ означава крај теста (слика 4).



Слика 4. Изглед теста *потисак са груди*

Грешке приликом извођења теста:

Грешке у извршењу се сигнализују дубоким „бипом“. *Myotest* толерише две грешке пре аутоматског заустављања теста тако да се не поништи резултат.

Порука о грешци се појављује ако се не испоштују следећи услови:

1. Покрет мора да се изведе енергично тако да *Myotest* може јасно да га детектује.
2. Испитаник остаје непомичан док чека сигнал, дугачки или кратки „бип“.
3. Извршити покрет који одговара звуку: дугачки – спуштање шипке, кратки – потисак.
4. Обавити укупно пет понављања.
5. *Myotest* мора бити у вертикалном положају.

Резултати теста *потисак са груди*:

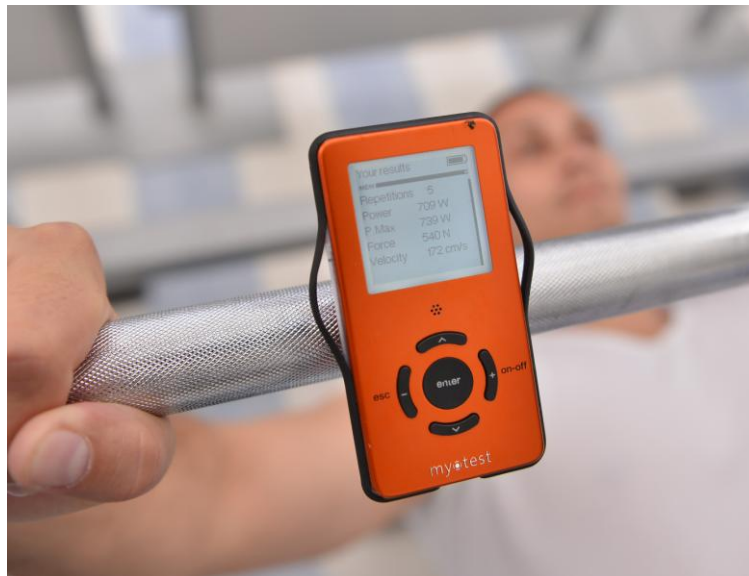
Резултат се аутоматски приказује на екрану након тестирања, сам резултат представља просек три најбоља понављања.

*Снага* у ватима (W) пружа информације о способности генерисања механичке енергије током времена. То је најчешће вредност која најбоље корелира са спортском активношћу.

*Сила* у њутнима (N) пружа информације о способности да се произведе највећа динамика насупрот терета.

*Брзина* изражена у cm/s резултат труда: јачег импулса, веће брзине.

Резултати теста се чувају у меморији апарата и на тај начин може да им се приступи дужи временски период (слика 5).



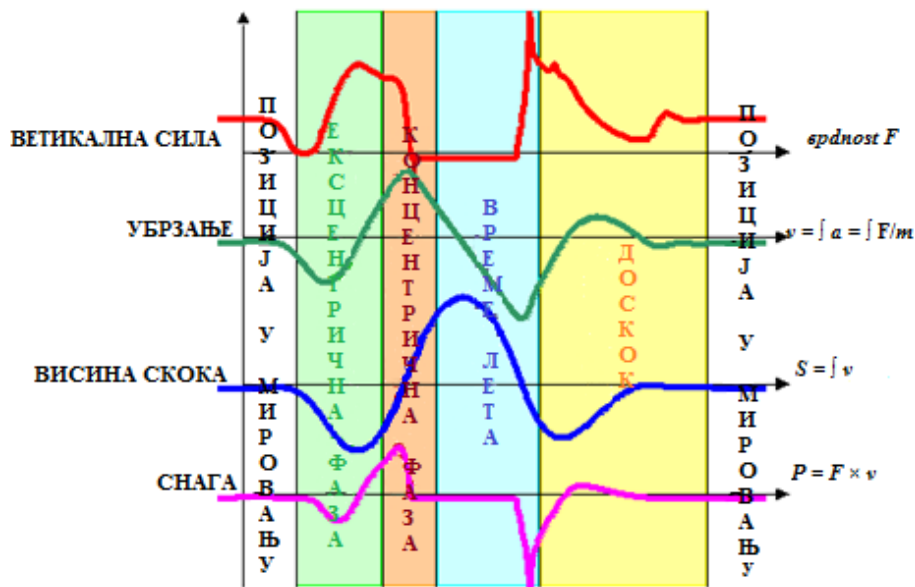
Слика 5. Приказ резултата на монитору *Myotest-a*

### **6.3.3 Процена експлозивне снаге тестом скок из чучња са припремом**

Експлозивна снага испољена кроз скок из чучња са припремом дефинише се као индивидуална способност нервномишићног система испитаника да испољи мишићно напрезање у најкраћем временском периоду. Скок из чучња са припремом представља плиометријску вежбу за доњи део тела. Сврха примене скока из чучња с припремом је побољшање реактивности и експлозивне снаге доњег дела тела. Опрема за процену експлозивне снаге доњих екстремитета састоји се од покретне тензиометријске платформе на којој се изводе различити типови скокова. Тензиометријска платформа је производ организације „TRCpro“ из Новог Сада, састављена од „НВМ“ сензора.

Димензије тензиометријске платформе су  $1000 \times 1000$  mm. Предмет тестирања на платформи управо су различити типови вертикалних скокова, те се исти анализирају путем рачунара, тј. путем софтвера *Catman*®, што је интуитиван и професионални софтвер за аквизицију, визуализацију и обраду измерених вредности. За разлику од других метода за процену параметара вертикалне скочности тензиометријска платформа мери управо онај сегмент који је од значајног интереса – силу скока у односу на време.

У графикону 2 је дат приказ кретања физичких јединица у односу на фазе скока.



Графикон 2. Приказ фаза скока и физичких јединица

Опис теста:

Два понављања са циљем постизања што вишег скока. Број понављања није регулисан протоколом софтвера (довољан је један) већ из разлога постизања што бољих резултата испитаник ради два узастопна скока.

Опрема и припрема за извођење теста:

- патике са тврдим ђоном,
- тврда подлога,
- загревање испитаника пре тестирања,
- припрема платформе и софтвера.

Редослед:

1. Испитаник се налази у стојећем ставу са рукама на куковима, из разлога да приликом извођења скока не утиче на способност која се скоком тестира. Испитаник стоји у усправној позицији неколико секунди.

2. На знак испитивача (отпочињање протокола) испитаник се спушта у позицију получучња са углом између натколенице и потколенице од  $90^\circ$ .
3. Без заустављања изводи максимални вертикални скок.
4. А затим доскок са погрченим коленом.
5. Поново заузима почетну позицију и изводи још један скок (слика 6).



Слика 6. Скок из чучња са припремом – приказ у фазама

Резултати теста скок из чучња са припремом:

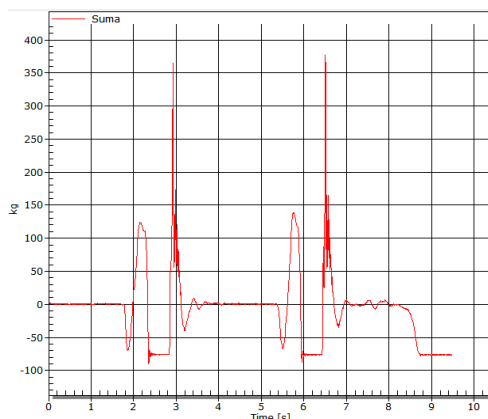
Резултат теста читава софтвер и приказује графички (графикон 3) и табеларно. Дат је приказ извођења, а као валидни резултат се узимају вредности скока који је произвео највећи пик силе концентричне контракције.

*Време ексцентричне контракције (s)*

*Пик силе ексцентричне контракције (N)*

*Време концентричне контракције (s)*

*Пик силе концентричне контракције (N)*



Графикон 3. Приказ резултата

*Индекс експлозивне снаге*, који ће се тек по завршетку мерења одредити на основу формуле:  $IES = F_m / T_m$ , где је  $F_m$  максимална сила (пик силе концентричне контракције), а  $T_m$  време за достизање максималне силе (време концентричне контракције).

## 6.4 Организација мерења

Мерење вредности експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета као и мерење антропометријских карактеристика спроведено је у сали Факултета спорта и физичког васпитања у преподневним часовима. Реализација мерења спроведена је у два дана (експериментална затим, контролна група) за иницијално мерење и два дана (експериментална, затим контролна група) за финално мерење. Мерење вредности експлозивне снаге обавили су мериоци који су обучени и имају искуства у раду са овом опремом. Мерење антропометријских карактеристика обавио је лекар спортске медицине, који има вишегодишње искуство у поменутиим мерењима.

Испитаници су пре тестирања били подвргнути истоветном загревању као и пре самог тренинга, затим је група била подељена на три радна места на којима су вршена мерења.

## 6.5 Експериментални поступак

Експериментални програм је трајао 10 недеља, иницијално мерење је спроведено пре почетка програма, а финално по завршетку. Сам експериментални програм обухватио је 20 тренинга. Испитаници обе експерименталне групе су вежбали два пута недељно у сали Факултета спорта и физичког васпитања у јутарњим часовима под надзором инструктора који има искуства у оваквој врсти тренинга.

Вибрациони тренинг ниских фреквенција (тренинг са *Flexi-bar*-ом) састоји се од статичких вежби (изометријских вежби) са вибрационом стимулацијом мишића. Отуда и потреба да се испитају ефекти овакве методе вежбања, односно да се утврди да ли ће евентуални ефекти бити проузроковани само статичким вежбама или вибрациона стимулација мишића има удела у евентуалном ефекту.

Испитаници обе експерименталне групе ( $n=30$ ) вежбали су истовремено у две групе са по 15 испитаника. Сви су изводили исте изометријске вежбе у истом трајању, с тим што су испитаници који су изводили вибрациони тренинг ( $n=15$ ) поред ових вежби имали и вибрациону стимулацију мишића коју је производио *Flexi-bar*.

Тренинг је трајао од 60 до 90 минута и био подељен у три основна дела: *загревање* (уводни део), *основни део* у коме су се изводила планирана радна оптерећења и *хлађење* (завршни део). Овом општом структуром која је примењива у свим могућим комбинацијама организационих форми и вежби баве се многи аутори.

*Загревање* је трајало 8 до 15 минута, а садржало је: цикличне вежбе малог и средњег интензитета (трчање, цогинг, скакутање итд.), разгибавање, вежбе обликовања са пуним опсегом покрета којим се ангажују све главне групе мишића и сви зглобови (без додатног оптерећења).

*Хлађење* је трајало до 10 минута, садржало је: комбиноване вежбе дисања и опуштања уз цогинг и лабављење мишића, вежбе истезања (издуживања) претходно скраћених мишића. Ове вежбе су извођене појединачно или у пару (Issurin, 2009).

Експериментални програм (основни део тренинга) за развој силе и снаге сачинио је реализатор истраживања поштујући препоруке произвођача *Flexi-bar*-а као и светских аутора који се баве овом тематиком (Zatsiorsky, Kraemer, 2009; Verkoshansky, 2006; Вомра, 2006; Željaskov, 2004; Thibaudeau, 2007).

Произвођачи *Flexi-bar*-а препоручују девет вежби по тренингу, а у циљу ефикаснијег тренинга, поједине вежбе могу се изводити дуже и интензивније. Оптимални број тренинга је три пута недељно у трајању од 10 до 15 минута. *Flexi-bar* треба уз помоћ кратких импулса/замаха одржати у покрету. Што је рука стабилнија, то је и амплитуда (замах) већа и сходно томе је и тренинг интензивнији. Дакле, јачина фреквенције зависиће од могућности „замахивања“ сваког појединца, а циљ ће бити постизање максималне фреквенције коју нам омогућава *Flexi-bar*, односно фреквенцију од 4,6 Hz. Интензитет тренинга зависиће од постигнуте фреквенције, као и од тежине испитаника приликом статичких вежби.

Истраживачи из области изометријског тренинга препоручују од два до четири понављања по вежби, а најмање три позиције по групи мишића. Време трајања по понављању од 20 до 30 секунди, а оптимално време одмора од 60 до 90 секунди по завршеном сету вежби. Интензитет вежбања одређен је тежином вежбача.

Поштујући смернице оба тренинга испитаници обе експерименталне групе изводили су по три сета вежби за мишиће горњих и доњих екстремитета, са три понављања по вежби у трајању од 20 секунди по понављању у првих пет недеља, да би обим тренинга повећали на 30 секунди по понављању у других пет недеља. После

сваког понављања следи релаксација у трајању од 20 до 30 секунди, како би се испоштовала форма тренинга. Поред вежби за горње и доње екстремитете (на којима је био нагласак) извођене су и вежбе за дорзалну и абдоминалну регију.

У предлогу вежби дат је приказ од 12 вежби, и то пет вежби за горње и пет вежби за доње екстремитете, као и по једна вежба за дорзалну и абдоминалну регију. Из комплекса вежби узето је по три вежбе за горње и доње екстремитете (различито за сваки тренинг), а по њиховом извођењу упражњаване су вежбе за дорзалну и абдоминалну регију.

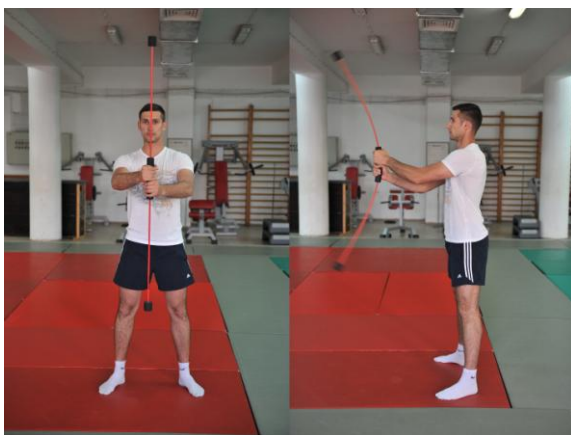
### **Вежбе**

#### **1. вежба (горњи екстремитети)**

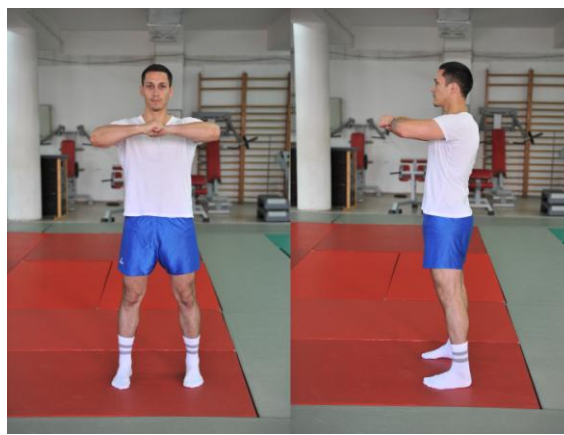
Почетни став: шири раскорачни став, из приручења погрчити.

Експериментална група 1 држи Flexi-bar водоравно обема рукама на средини, са правцем кретања напред-назад (слика 7).

Експериментална група 2 погрчи подлактице унутра, скупљене шаке стави једну наспрам друге, са правцем кретања једне ка телу, а друге од тела (слика 8).



Слика 7.



Слика 8.



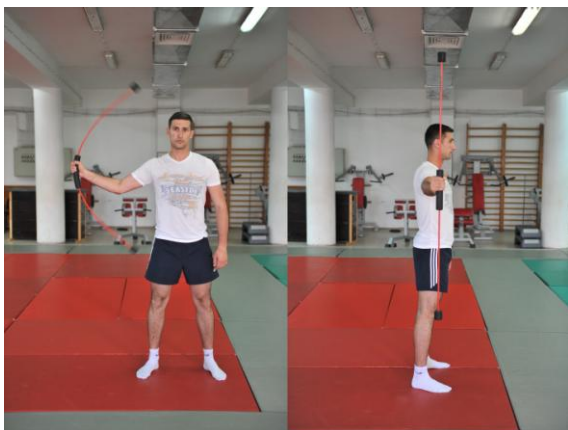
## 2. вежба (горњи екстремитети)

Почетни став: шири раскорачни став, једном одручити.

Експериментална група 1 држи *Flexi-bar* водоравно одручено, са правцем кретања лево-десно (слика 9).

Експериментална група 2 ради вежбу у паровима на тај начин што два испитаника стану један поред другог одруче и изводе потискивања (слика 10).

*Исту вежбу поновити и другом руком.*



Слика 9.



Слика 10.

## 3. вежба (горњи екстремитети)

Почетни став: шири раскорачни став, са предручењем.

Експериментална група 1 држи *Flexi-bar* хоризонтално у предручењу, палац гледа на тело, правац кретања напред-назад (слика 11).

Експериментална група 2 изводи вежбу у паровима на тај начин што два испитаника стану један наспрам другог и потискују рукама један другог (слика 12).



Слика 11.



Слика 12.

#### 4. вежба (горњи екстремитети)

Почетни положај: упор лежећи предњи са разножењем и једном узрученом.

Експериментална група 1 држи *Flexi-bar* узрученом, правац кретања напред-назад (Слика 13).

Експериментална група 2 изводи идентичну вежбу без *Flexi-bar*-а (слика 14).

*Исту вежбу поновити супротном руком у узручењу.*



Слика 13.



Слика 14.

#### 5. вежба (горњи и доњи екстремитети)

Почетни положај: став о подлактици бочни са разножењем и другом у одручењу.

Експериментална група 1 држи *Flexi-bar* (који је постављен уздужно у односу на тело) у одручењу, правац кретања горе-доле (слика 15).

Експериментална група 2 изводи идентичну вежбу без *Flexi-bar*-а (слика 16).

*Исту вежбу поновити и супротном руком у одручењу.*



Слика 15.



Слика 16.

### 6. вежба (глутеална регија)

Почетни став: Чучањ са ногама у ширини кукова и предручењем.

Експериментална група 1 држи *Flexi-bar* хоризонтално у предручењу, правац кретања напред-назад (слика 17).

Експериментална група 2 изводи идентичну вежбу без *Flexi-bar*-а (слика 18).



Слика 17.



Слика 18.

### 7. вежба (доњи екстремитети)

Почетни став: почучањ (са тежином тела на прстима ногу) са предручењем.

Експериментална група 1 држи *Flexi-bar* хоризонтално у предручењу, правац кретања напред-назад (Слика 19).

Експериментална група 2 изводи идентичну вежбу без *Flexi-bar*-а (Слика 20).



Слика 19.



Слика 20.

### 8. вежба (глутеална регија)

Почетни положај: лежање на леђима (горњи део леђа), са куковима одигнутим од подлоге, погрченим ногама разножно са предручењем.

Експериментална група 1 држи *Flexi-bar* (који је постављен управно на тело) у предручењу, правац кретања горе-доле (Слика 21).

Експериментална група 2 изводи идентичну вежбу без *Flexi-bar*-а (Слика 22).

Ову вежбу су изводили из истог почетног положаја са једном (на другом) ногом у предножењу.





Слика 21.



Слика 22.

### 9. вежба (доњи екстремитети)

Почетни став: искорачни почучањ левом/десном напред са предручењем.

Експериментална група 1 држи *Flexi-bar* хоризонтално са предручењем, правац кретања напред-назад (Слика 23).

Експериментална група 2 изводи идентичну вежбу без *Flexi-bar*-а (Слика 24).

*Исту вежбу поновити са супротном ногом у искорачном почучњу.*



Слика 23.



Слика 24.

### 10. вежба (абдоминална регија)

Почетни положај: сед разножно згрчено (труп постављен под углом од 45°) са предручењем.

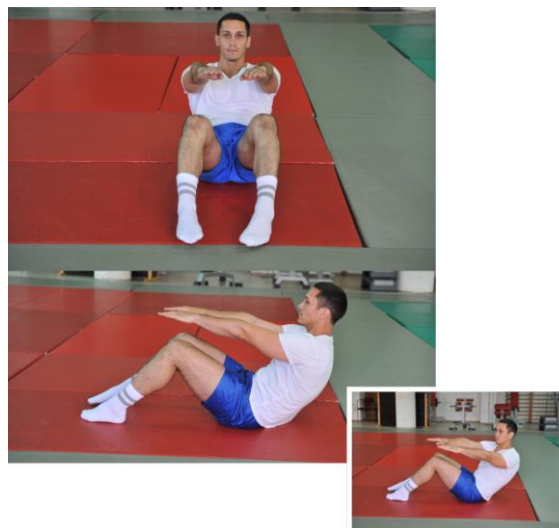
Експериментална група 1 држи *Flexi-bar* хоризонтално у предручењу, палац гледа на тело, правац кретања напред-назад (Слика 25).

Експериментална група 2 ради идентичну вежбу без *Flexi-bar*-а (Слика 26).

*Ову вежбу су изводили из истог почетног положаја са ротацијом трупа у једну, па у другу страну.*



Слика 25.



Слика 26.

### 11. вежба (абдоминална регија)

Почетни положај: лежање на леђима са ногама одигнутим од подлоге (ноге постављене под углом од 45°) са предручењем.

Експериментална група 1 држи *Flexi-bar* (који је постављен управно на тело) у предручењу, правац кретања горе-доле (Слика 27).

Експериментална група 2 изводи идентичну вежбу без *Flexi-bar*-а (Слика 28).

*Ову вежбу су изводили из истог почетног положаја са једном у предножењу.*



Слика 27.



Слика 28.

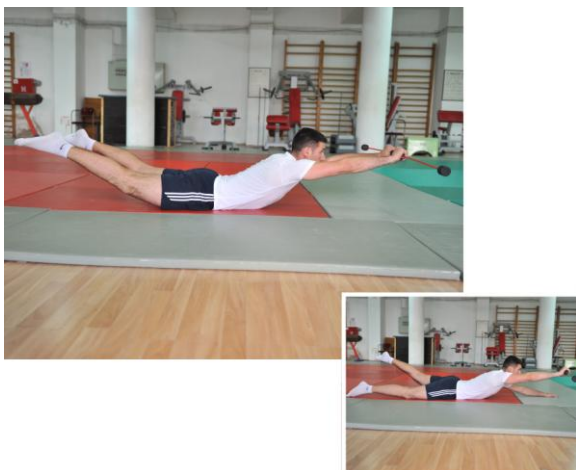
## 12. вежба (дорзална регија)

Почетни положај: Лежање на стомаку са ногама одигнутим од подлоге, узручење.

Експериментална група 1 држи *Flexi-bar* у узручењу, правац кретања напред-назад (Слика 29).

Експериментална група 2 изводи идентичну вежбу без *Flexi-bar*-а (Слика 30).

*Ову вежбу су изводили из истог почетног положаја са једном у узручењу и супротном ногом одигнутом од тла.*



Слика 29.



Слика 30.

## 6.6 Методе обраде података

У циљу испитивања разлика између група користила се униваријантна анализа варијансе (*ANOVA*), за поређење појединачних вредности експлозивне снаге. За утврђивање глобалних разлика коришћена је мултиваријантна анализа варијансе (*MANOVA*). За утврђивање ефеката на финалном мерењу користила се униваријантна анализа коваријансе (*ANCOVA*), за поређење појединачних вредности (овај метод неутралише разлике које евентуално постоје на иницијалном мерењу и пореди чисте ефекте третмана на финалном мерењу). Мултиваријантна анализа коваријансе (*MANCOVA*) коришћена је за глобално поређење група у односу на експлозивну снагу горњих и доњих екстремитета. У циљу испитивања ефеката експерименталног програма, тј. за поређење резултата постигнутих на иницијалном и финалном мерењу коришћена је униваријантна анализа варијансе за поновљена мерења (*Repeated Measures ANOVA*).



## 7. РЕЗУЛТАТИ

### 7.1 Дескриптивни статистички показатељи вредности експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета на иницијалном мерењу

Дескриптивни статистички показатељи који обухватају најмању вредност тестиране варијабле, највећу вредност тестиране варијабле, као и њихову аритметичку средину, приказани су по групама у следећим табелама. Поред ових резултата приказане су и вредности теста Колмогоров-Смирнов, којим је анализиран нормалитет дистрибуције.

**Табела 2.** Основни статистички показатељи вредности експлозивне снаге горњих екстремитета добијених тестом *потисак са груди* код испитаника прве експерименталне групе ( $n=15$ ) на иницијалном мерењу.

Варијабла (јединица)	n	Min	Max	Mean	SD	p
Снага (W)	15	416	1030	617,33	151,61	,828
Максимална снага (P. max)	15	469	1070	660,40	149,76	,983
Сила (N)	15	406	638	485,60	59,98	,821
Брзина (cm/s)	15	126	232	166,73	26,49	,997

Легенда: **n** – број испитаника; **Min** – минимална вредност; **Max** – максимална вредност; **Mean** - аритметичка средина; **SD** – стандардна девијација; **p** – статистичка значајност теста Колмогоров-Смирнов

У Табели 2. приказани су резултати дескриптивне статистике вредности експлозивне снаге горњих екстремитета добијених тестом *потисак са груди* код испитаника прве експерименталне групе ( $n=15$ ), који су били укључени у посебно програмирани вибрациони тренинг са *Flexi-bar*-ом на иницијалном мерењу. На основу приказаних података и значајности теста нормалности Колмогоров-Смирнов може се констатовати да је расподела вредности експлозивне снаге горњих екстремитета добијених тестом *потисак са груди* нормална. Због тога је оправдано користити параметријске анализе.

**Табела 3.** Основни статистички показатељи вредности експлозивне снаге горњих екстремитета добијених тестом *потисак са груди* код испитаника друге експерименталне групе ( $n=15$ ) на иницијалном мерењу.

Варијабла (јединица)	n	Min	Max	Mean	SD	p
Снага (W)	15	326	856	616,53	160,56	,926
Максимална снага (P. max)	15	348	988	660,07	189,53	,838
Сила (N)	15	389	589	494,73	64,80	,995
Брзина (cm/s)	15	103	208	163,80	31,28	,735

Легенда: **n** – број испитаника; **Min** – минимална вредност; **Max** – максимална вредност; **Mean** - аритметичка средина; **SD** – стандардна девијација; **p** – статистичка значајност теста Колмогоров-Смирнов

У Табели 3. приказани су резултати дескриптивне статистике вредности експлозивне снаге горњих екстремитета добијених тестом *потисак са груди* код испитаника друге експерименталне групе ( $n=15$ ), који су били укључени у посебно програмирани изометријски тренинг на иницијалном мерењу. На основу приказаних података и значајности теста нормалности Колмогоров-Смирнов може се констатовати да је расподела вредности експлозивне снаге горњих екстремитета добијених тестом *потисак са груди* нормална. Због тога је оправдано користити параметријске анализе.

**Табела 4.** Основни статистички показатељи вредности експлозивне снаге горњих екстремитета добијених тестом *потисак са груди* код испитаника контролне групе ( $n=30$ ) на иницијалном мерењу.

Варијабла (јединица)	n	Min	Max	Mean	SD	p
Снага (W)	30	289	937	609,90	150,88	,918
Максимална снага (P. max)	30	330	960	657,33	155,51	,575
Сила (N)	30	282	587	472,97	70,15	,816
Брзина (cm/s)	30	112	215	170,83	24,35	,360

Легенда: **n** – број испитаника; **Min** – минимална вредност; **Max** – максимална вредност; **Mean** - аритметичка средина; **SD** – стандардна девијација; **p** – статистичка значајност теста Колмогоров-Смирнов

У Табели 4. приказани су резултати дескриптивне статистике вредности експлозивне снаге горњих екстремитета добијених тестом *потисак са груди* код испитаника контролне групе ( $n=30$ ), који су упражњавали само редовне дневне физичке активности на вежбама на факултету на иницијалном мерењу. На основу приказаних података и значајности теста нормалности Колмогоров-Смирнов може се констатовати да је расподела вредности експлозивне снаге горњих екстремитета добијених тестом *потисак са груди* нормална. Због тога је оправдано користити параметријске анализе.

**Табела 5.** Основни статистички показатељи вредности експлозивне снаге доњих екстремитета добијених тестом *скок из чучња са припремом* код испитаника прве експерименталне групе ( $n=15$ ) на иницијалном мерењу.

Варијабла (јединица)	n	Min	Max	Mean	SD	p
Пик силе ексцентричне контракције (N)	15	327,56	834,05	531,88	134,69	,229
Време ексцентричне контракције (s)	15	,14	,29	,20	,05	,776
Пик силе концентричне контракције (N)	15	1339,07	2146,43	1674,63	234,89	,868
Време концентричне контракције (s)	15	,23	,45	,28	,05	,345
Индекс експлозивне снаге (N/s)	15	3422,60	7949,73	6103,97	1317,27	,994

Легенда: **n** – број испитаника; **Min** – минимална вредност; **Max** – максимална вредност; **Mean** - аритметичка средина; **SD** – стандардна девијација; **p** – статистичка значајност теста Колмогоров-Смирнов

У Табели 5. приказани су резултати дескриптивне статистике вредности експлозивне снаге доњих екстремитета добијених тестом *скок из чучња са припремом* код испитаника прве експерименталне групе ( $n=15$ ), који су били укључени у посебно програмирани вибрациони тренинг са *Flexi-bar*-ом на иницијалном мерењу. На основу приказаних података и значајности теста нормалности Колмогоров-Смирнов може се констатовати да је расподела вредности експлозивне снаге доњих екстремитета добијених тестом *скок из чучња са припремом* нормална. Због тога је оправдано користити параметријске анализе.

**Табела 6.** Основни статистички показатељи вредности експлозивне снаге доњих екстремитета добијених тестом *скок из чучња са припремом* код испитаника друге експерименталне групе ( $n=15$ ) на иницијалном мерењу.

Варијабла (јединица)	n	Min	Max	Mean	SD	p
Пик силе ексцентричне контракције (N)	15	351,20	755,76	546,69	125,61	,329
Време ексцентричне контракције (s)	15	,09	,23	,15	,04	,971
Пик силе концентричне контракције (N)	15	1104,61	2556,49	1821,78	390,50	,961
Време концентричне контракције (s)	15	,17	,37	,27	,05	,907
Индекс експлозивне снаге (N/s)	15	2985,42	13695,85	7152,40	2994,17	,345

Легенда: **n** – број испитаника; **Min** – минимална вредност; **Max** – максимална вредност; **Mean** - аритметичка средина; **SD** – стандардна девијација; **p** – статистичка значајност теста Колмогоров-Смирнов

У Табели 6. приказани су резултати дескриптивне статистике вредности експлозивне снаге доњих екстремитета добијених тестом *скок из чучња са припремом* код испитаника друге експерименталне групе ( $n=15$ ), који су били укључени у посебно

програмирани изометријски тренинг на иницијалном мерењу. На основу приказаних података и значајности теста нормалности Колмогоров-Смирнов може се констатовати да је расподела вредности експлозивне снаге доњих екстремитета добијених тестом *скок из чучња са припремом* нормална. Због тога је оправдано користити параметријске анализе.

**Табела 7.** Основни статистички показатељи вредности експлозивне снаге доњих екстремитета добијених тестом *скок из чучња са припремом* код испитаника контролне групе ( $n=30$ ) на иницијалном мерењу.

Варијабла (јединица)	n	Min	Max	Mean	SD	p
Пик силе ексцентричне контракције (N)	30	325,10	1106,57	611,41	144,21	,725
Време ексцентричне контракције (s)	30	,08	,32	,16	,05	,245
Пик силе концентричне контракције (N)	30	1450,90	3304,01	1950,39	354,30	,664
Време концентричне контракције (s)	30	,11	,52	,27	,07	,868
Индекс експлозивне снаге (N/s)	30	3252,39	30036,44	8002,53	4657,42	,150

Легенда: **n** – број испитаника; **Min** – минимална вредност; **Max** – максимална вредност; **Mean** - аритметичка средина; **SD** – стандардна девијација; **p** – статистичка значајност теста Колмогоров-Смирнов

У Табели 7. приказани су резултати дескриптивне статистике вредности експлозивне снаге доњих екстремитета добијених тестом *скок из чучња са припремом* код испитаника контролне групе ( $n=30$ ), који су упражњавали само редовне дневне физичке активности на вежбама на факултету на иницијалном мерењу. На основу приказаних података и значајности теста нормалности Колмогоров-Смирнов може се констатовати да је расподела вредности експлозивне снаге доњих екстремитета добијених тестом *скок из чучња са припремом* нормална. Због тога је оправдано користити параметријске анализе.

Резултати дескриптивне статистике вредности експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета код испитаника прве експерименталне групе ( $n=15$ ), друге експерименталне групе ( $n=15$ ) и контролне групе ( $n=30$ ) на иницијалном мерењу показују да је дистрибуција резултата нормална, и да је оправдано користити параметријске анализе.

## 7.2 Разлике у вредностима експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета између група на иницијалном мерењу

Разлике просечних резултата вредности експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета испитаника три посматране групе тестиране су мултиваријантном анализом варијансе (*MANOVA*) и униваријантном анализом варијансе (*ANOVA*). Резултати су приказани у следећим табелама.

**Табела 8.** Резултати мултиваријантне анализе варијансе (*MANOVA*) вредности експлозивне снаге горњих екстремитета добијених тестом *потисак са груди* између испитаника прве експерименталне групе ( $n=15$ ), друге експерименталне групе ( $n=15$ ) и контролне групе ( $n=30$ ) на иницијалном мерењу.

Effect	Wilks' Lambda	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Група	,876	,921 <sup>a</sup>	8,000	108,000	,502

Легенда: **Wilks' Lambda** – *Wilks' Lambda* статистика; **F** – *F* статистика; **Hypothesis df** – степен слободе; **Error df** – степен слободе грешке; **Sig.** – статистичка значајност

У Табели 8. приказани су резултати мултиваријантне анализе варијансе (*MANOVA*) вредности експлозивне снаге горњих екстремитета добијених тестом *потисак са груди* између испитаника прве експерименталне групе ( $n=15$ ), друге експерименталне групе ( $n=15$ ) и контролне групе ( $n=30$ ) на иницијалном мерењу. На основу статистичке значајности у тесту мултиваријантна анализа варијансе може се закључити да између три посматране групе испитаника не постоји значајна глобална разлика у просечним резултатима свих вредности експлозивне снаге горњих екстремитета добијених тестом *потисак са груди* на иницијалном мерењу.

**Табела 9.** Резултати униваријантне анализе варијансе (*ANOVA*) вредности експлозивне снаге горњих екстремитета добијених тестом *потисак са груди* између испитаника прве експерименталне групе ( $n=15$ ), друге експерименталне групе ( $n=15$ ) и контролне групе ( $n=30$ ) на иницијалном мерењу.

Варијабла (јединица)		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Снага (W)	Између група	746,817	2	373,408	,016	,984
	Унутар група	1342857,767	57	23558,908		
	Укупно	1343604,583	59			
Максимална снага (P. max)	Између група	126,983	2	63,492	,002	,998
	Унутар група	1518171,200	57	26634,582		
	Укупно	1518298,183	59			
Сила (N)	Између група	5063,233	2	2531,617	,573	,567
	Унутар група	251867,500	57	4418,728		
	Укупно	256930,733	59			
Брзина (cm/s)	Између група	529,350	2	264,675	,370	,692
	Унутар група	40719,500	57	714,377		
	Укупно	41248,850	59			

Легенда: **Sum of Squares** – сума квадрата; **df** – степен слободe; **Mean Square** – варијанса; **F** – *F* статистика; **Sig.** – статистичка значајност

У Табели 9. приказани су резултати униваријантне анализе варијансе (*ANOVA*) вредности експлозивне снаге горњих екстремитета добијених тестом *потисак са груди* између испитаника прве експерименталне групе ( $n=15$ ), друге експерименталне групе ( $n=15$ ) и контролне групе ( $n=30$ ) на иницијалном мерењу. На основу статистичке значајности у тесту униваријантна анализа варијансе може се утврдити да између три посматране групе испитаника не постоји значајна разлика у просечним резултатима вредности експлозивне снаге горњих екстремитета добијених тестом потиска са груди на иницијалном мерењу.

**Табела 10.** Резултати мултиваријантне анализе варијансе (*MANOVA*) вредности експлозивне снаге доњих екстремитета добијених тестом *скок из чучња са припремом* између испитаника прве експерименталне групе ( $n=15$ ), друге експерименталне групе ( $n=15$ ) и контролне групе ( $n=30$ ) на иницијалном мерењу.

Effect	Wilks' Lambda	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Група	,731	1,796 <sup>a</sup>	10,000	106,000	,070

Легенда: **Wilks' Lambda** – *Wilks' Lambda* статистика; **F** – *F* статистика; **Hypothesis df** – степен слободe; **Error df** – степен слободe грешке; **Sig.** – статистичка значајност

У Табели 10. приказани су резултати мултиваријантне анализе варијансе (*MANOVA*) вредности експлозивне снаге доњих екстремитета добијених тестом *скок из чучња са припремом* између испитаника прве експерименталне групе ( $n=15$ ), друге експерименталне групе ( $n=15$ ) и контролне групе ( $n=30$ ) на иницијалном мерењу. На основу статистичке значајности у тесту мултиваријантна анализа варијансе може се закључити да између три посматране групе испитаника не постоји значајна глобална разлика у просечним резултатима свих вредности експлозивне снаге доњих екстремитета добијених тестом *скок из чучња са припремом* на иницијалном мерењу.

**Табела 11.** Резултати униваријантне анализе варијансе (*ANOVA*) вредности експлозивне снаге доњих екстремитета добијених тестом *скок из чучња са припремом* између испитаника прве експерименталне групе ( $n=15$ ), друге експерименталне групе ( $n=15$ ) и контролне групе ( $n=30$ ) на иницијалном мерењу.

Варијабла (јединица)		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Пик силе ексцентричне контракције (N)	Између група	79678,952	2	39839,476	2,106	,131
	Унутар група	1078043,551	57	18913,045		
	Укупно	1157722,502	59			
Време ексцентричне контракције (s)	Између група	,025	2	,012	5,176	,009
	Унутар група	,136	57	,002		
	Укупно	,160	59			
Пик силе концентричне контракције (N)	Између група	775574,573	2	387787,287	3,376	,041
	Унутар група	6547513,558	57	114868,659		
	Укупно	7323088,131	59			
Време концентричне контракције (s)	Између група	,001	2	,000	,109	,897
	Унутар група	,233	57	,004		
	Укупно	,234	59			
Индекс експлозивне снаге (N/s)	Између група	3,658E7	2	1,829E7	1,338	,270
	Унутар група	7,789E8	57	1,366E7		
	Укупно	8,154E8	59			

Легенда: **Sum of Squares** – сума квадрата; **df** – степен слободе; **Mean Square** – варијанса; **F** – *F* статистика; **Sig.** – статистичка значајност

У Табели 11. приказани су резултати униваријантне анализе варијансе (*ANOVA*) вредности експлозивне снаге доњих екстремитета добијених тестом *скок из чучња са припремом* код испитаника прве експерименталне групе ( $n=15$ ), друге експерименталне групе ( $n=15$ ) и контролне групе ( $n=30$ ) на иницијалном мерењу. На основу статистичке значајности у тесту униваријантна анализа варијансе може се утврдити да између три

посматране групе испитаника постоји значајна разлика у просечним резултатима иницијалног мерења времена ексцентричне контракције (Sig.= 0,009) и пика силе концентричне контракције (Sig.= 0,041). Иницијално мерење осталих вредности експлозивне снаге доњих екстремитета добијених тестом *скок из чучња са припремом* није показало статистички значајне разлике између испитаника три посматране групе.

**Табела 12.** Резултати појединачног поређења група, *LSD* тестом (*PostHoc, LSD*), вредности експлозивне снаге доњих екстремитета добијених тестом *скок из чучња са припремом* између испитаника прве експерименталне групе (ЕКСП. 1,  $n=15$ ), друге експерименталне групе (ЕКСП. 2,  $n=15$ ) и контролне групе (КОН.,  $n=30$ ) на иницијалном мерењу.

Варијабла (јединица)	(I) Група	(J) Група	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
Време ексцентричне контракције (s)	ЕКСП. 1	КОН	,04433*	,01544	,006
		ЕКСП 2	,05067*	,01782	,006
	ЕКСП. 2	КОН	-,00633	,01544	,683
		ЕКСП 1	-,05067*	,01782	,006
	КОН.	ЕКСП 1	-,04433*	,01544	,006
		ЕКСП 2	,00633	,01544	,683
Пик силе концентричне контракције (N)	ЕКСП. 1	КОН	-275,75910*	107,17680	,013
		ЕКСП 2	-147,15000	123,75711	,239
	ЕКСП. 2	КОН	-128,60910	107,17680	,235
		ЕКСП 1	147,15000	123,75711	,239
	КОН.	ЕКСП 1	275,75910*	107,17680	,013
		ЕКСП 2	128,60910	107,17680	,235

Легенда: **Mean Difference (I-J)** – разлика просечних вредности група; **Std. Error** – стандардна грешка; **Sig.** – статистичка значајност

У Табели 12. приказани су резултати појединачног поређења група, *LSD* тестом (*PostHoc, LSD*), вредности експлозивне снаге доњих екстремитета добијених тестом *скок из чучња са припремом* између испитаника прве експерименталне групе ( $n=15$ ), друге експерименталне групе ( $n=15$ ) и контролне групе ( $n=30$ ) на иницијалном мерењу. На основу значајности теста појединачног поређења група може се закључити да на иницијалном мерењу време ексцентричне контракције постоје значајне разлике између прве експерименталне групе, са једне стране, а контролне групе ( $\text{sig}=0,006$ ) и друге експерименталне групе ( $\text{sig}=0,006$ ) са друге стране. На иницијалном мерењу пик силе концентричне контракције постоје значајне разлике између прве експерименталне групе и контролне групе ( $\text{sig}=0,013$ ).



### 7.3 Дескриптивни статистички показатељи вредности експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета на финалном мерењу

Дескриптивни статистички показатељи који обухватају најмању вредност тестиране варијабле, највећу вредност тестиране варијабле, као и њихову аритметичку средину, приказани су по групама у следећим табелама. Поред ових резултата приказане су и вредности теста Колмогоров-Смирнов, којим је анализиран нормалитет дистрибуције.

**Табела 13.** Основни статистички показатељи вредности експлозивне снаге горњих екстремитета добијених тестом *потисак са груди* код испитаника прве експерименталне групе ( $n=15$ ) на финалном мерењу.

Варијабла (јединица)	n	Min	Max	Mean	SD	p
Снага (W)	15	409	969	623,73	133,22	,793
Максимална снага (P. max)	15	431	1050	675,47	146,22	,955
Сила (N)	15	445	619	498,33	50,04	,835
Брзина (cm/s)	15	126	225	169,07	23,71	,600

Легенда: **n** – број испитаника; **Min** – минимална вредност; **Max** – максимална вредност; **Mean** - аритметичка средина; **SD** – стандардна девијација; **p** – статистичка значајност теста Колмогоров-Смирнов

У Табели 13. приказани су резултати дескриптивне статистике вредности експлозивне снаге горњих екстремитета добијених тестом *потисак са груди* код испитаника прве експерименталне групе ( $n=15$ ), који су били укључени у посебно програмирани вибрациони тренинг са Flexi-bar-ом на финалном мерењу. На основу приказаних података и значајности теста нормалности Колмогоров-Смирнов може се констатовати да је расподела вредности експлозивне снаге горњих екстремитета добијених тестом *потисак са груди* нормална. Због тога је оправдано користити параметријске анализе.

**Табела 14.** Основни статистички показатељи вредности експлозивне снаге горњих екстремитета добијених тестом *потисак са груди* код испитаника друге експерименталне групе ( $n=15$ ) на финалном мерењу.

Варијабла (јединица)	n	Min	Max	Mean	SD	p
Снага (W)	15	383	914	627,87	159,92	,975
Максимална снага (P. max)	15	441	954	673,80	145,87	,863
Сила (N)	15	400	594	491,67	61,69	,961
Брзина (cm/s)	15	117	217	167,47	30,39	,927

Легенда: **n** – број испитаника; **Min** – минимална вредност; **Max** – максимална вредност; **Mean** - аритметичка средина; **SD** – стандардна девијација; **p** – статистичка значајност теста Колмогоров-Смирнов

У Табели 14. приказани су резултати дескриптивне статистике вредности експлозивне снаге горњих екстремитета добијених тестом *потисак са груди* код испитаника друге експерименталне групе ( $n=15$ ), који су били укључени у посебно програмирани изометријски тренинг на финалном мерењу. На основу приказаних података и значајности теста нормалности Колмогоров-Смирнов може се констатовати да је расподела вредности експлозивне снаге горњих екстремитета добијених тестом *потисак са груди* нормална. Због тога је оправдано користити параметријске анализе.

**Табела 15.** Основни статистички показатељи вредности експлозивне снаге горњих екстремитета добијених тестом *потисак са груди* код испитаника контролне групе ( $n=30$ ) на финалном мерењу.

Варијабла (јединица)	n	Min	Max	Mean	SD	p
Снага (W)	30	336	901	616,70	121,88	,947
Максимална снага (P. max)	30	395	946	660,83	118,20	,811
Сила (N)	30	407	581	485,67	45,29	,978
Брзина (cm/s)	30	107	213	167,30	22,56	,881

Легенда: **n** – број испитаника; **Min** – минимална вредност; **Max** – максимална вредност; **Mean** - аритметичка средина; **SD** – стандардна девијација; **p** – статистичка значајност теста Колмогоров-Смирнов

У Табели 15. приказани су резултати дескриптивне статистике вредности експлозивне снаге горњих екстремитета добијених тестом *потисак са груди* контролне групе ( $n=30$ ), који су упражњавали само редовне дневне физичке активности на вежбама на факултету на финалном мерењу. На основу приказаних података и значајности теста нормалности Колмогоров-Смирнов може се констатовати да је расподела вредности експлозивне снаге горњих екстремитета добијених тестом *потисак са груди* нормална. Због тога је оправдано користити параметријске анализе.

**Табела 16.** Основни статистички показатељи вредности експлозивне снаге доњих екстремитета добијених тестом *скок из чучња са припремом* код испитаника прве експерименталне групе ( $n=15$ ) на финалном мерењу.

Варијабла (јединица)	n	Min	Max	Mean	SD	p
Пик силе ексцентричне контракције (N)	15	385,53	840,42	593,35	137,41	,932
Време ексцентричне контракције (s)	15	,10	,20	,15	,04	,801
Пик силе концентричне контракције (N)	15	1367,51	2685,00	1812,04	435,05	,837
Време концентричне контракције (s)	15	,14	,38	,27	,07	,994
Индекс експлозивне снаге (N/s)	15	3787,18	19178,55	7560,01	4261,88	,462

Легенда: **n** – број испитаника; **Min** – минимална вредност; **Max** – максимална вредност; **Mean** - аритметичка средина; **SD** – стандардна девијација; **p** – статистичка значајност теста Колмогоров-Смирнов

У Табели 16. приказани су резултати дескриптивне статистике вредности експлозивне снаге доњих екстремитета добијених тестом *скок из чучња са припремом* код испитаника прве експерименталне групе ( $n=15$ ), који су били укључени у посебно програмирани вибрациони тренинг са *Flexi-bar*-ом на финалном мерењу. На основу приказаних података и значајности теста нормалности Колмогоров-Смирнов може се констатовати да је расподела вредности експлозивне снаге доњих екстремитета добијених тестом *скок из чучња са припремом* нормална. Због тога је оправдано користити параметријске анализе.

**Табела 17.** Основни статистички показатељи вредности експлозивне снаге доњих екстремитета добијених тестом *скок из чучња са припремом* код испитаника друге експерименталне групе ( $n=15$ ) на финалном мерењу.

Варијабла (јединица)	n	Min	Max	Mean	SD	p
Пик силе ексцентричне контракције (N)	15	416,34	797,36	585,75	105,64	,979
Време ексцентричне контракције (s)	15	,11	,27	,16	,04	,723
Пик силе концентричне контракције (N)	15	1368,50	2738,95	1853,83	376,99	,951
Време концентричне контракције (s)	15	,15	,32	,25	,04	,188
Индекс експлозивне снаге (N/s)	15	4672,01	18259,68	7857,61	3540,48	,341

Легенда: **n** – број испитаника; **Min** – минимална вредност; **Max** – максимална вредност; **Mean** - аритметичка средина; **SD** – стандардна девијација; **p** – статистичка значајност теста Колмогоров-Смирнов

У Табели 17. приказани су резултати дескриптивне статистике вредности експлозивне снаге доњих екстремитета добијених тестом *скок из чучња са припремом* код испитаника друге експерименталне групе ( $n=15$ ), који су били укључени у посебно

програмирани изометријски тренинг на финалном мерењу. На основу приказаних података и значајности теста нормалности Колмогоров-Смирнов може се констатовати да је расподела вредности експлозивне снаге доњих екстремитета добијених тестом *скок из чучња са припремом* нормална. Због тога је оправдано користити параметријске анализе.

**Табела 18.** Основни статистички показатељи вредности експлозивне снаге доњих екстремитета добијених тестом *скок из чучња са припремом* код испитаника контролне групе ( $n=30$ ) на финалном мерењу.

Варијабла (јединица)	n	Min	Max	Mean	SD	p
Пик силе ексцентричне контракције (N)	30	408,49	848,27	614,27	123,52	,923
Време ексцентричне контракције (s)	30	,10	,22	,15	,03	,385
Пик силе концентричне контракције (N)	30	1586,28	3464,89	2100,09	430,52	,476
Време концентричне контракције (s)	30	,14	,37	,25	,06	,983
Индекс експлозивне снаге (N/s)	30	4532,22	24749,23	9218,13	4556,28	,178

Легенда: **n** – број испитаника; **Min** – минимална вредност; **Max** – максимална вредност; **Mean** - аритметичка средина; **SD** – стандардна девијација; **p** – статистичка значајност теста Колмогоров-Смирнов

У Табели 18. приказани су резултати дескриптивне статистике вредности експлозивне снаге доњих екстремитета добијених тестом *скок из чучња са припремом* код испитаника контролне групе ( $n=30$ ), који су упражњавали само редовне дневне физичке активности на вежбама на факултету на финалном мерењу. На основу приказаних података и значајности теста нормалности Колмогоров-Смирнов може се констатовати да је расподела вредности експлозивне снаге доњих екстремитета добијених тестом *скок из чучња са припремом* нормална. Због тога је оправдано користити параметријске анализе.

Резултати дескриптивне статистике вредности експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета испитаника код испитаника прве експерименталне групе ( $n=15$ ), друге експерименталне групе ( $n=15$ ) и контролне групе ( $n=30$ ) на финалном мерењу показују да је дистрибуција резултата нормална, и да је оправдано користити параметријске анализе.

#### 7.4 Разлике у вредностима експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета између иницијалног и финалног мерења

Унутаргрупне разлике у вредностима експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета између иницијалног и финалног мерења тестиране су униваријантном анализом варијансе за поновљена мерења (*Repeated Measures ANOVA*). Резултати по групама су приказани у следећим табелама.

**Табела 19.** Резултати униваријантне анализе варијансе за поновљена мерења (*Repeated Measures ANOVA*) вредности експлозивне снаге горњих екстремитета добијених тестом *потисак са груди* код испитаника прве експерименталне групе ( $n=15$ ) између иницијалног и финалног мерења.

Варијабла (јединица)	Wilks' Lambda	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Снага (W)	,978	,313 <sup>a</sup>	1,000	14,000	,585
Максимална снага (P. max)	,944	,824 <sup>a</sup>	1,000	14,000	,379
Сила (N)	,781	3,934 <sup>a</sup>	1,000	14,000	,067
Брзина (cm/s)	,930	1,055 <sup>a</sup>	1,000	14,000	,322

Легенда: **Wilks' Lambda** – *Wilks' Lambda* статистика; **F** – *F* статистика; **Hypothesis df** – степен слободe; **Error df** – степен слободe грешке; **Sig.** – статистичка значајност

У Табели 19. приказани су резултати униваријантне анализе варијансе за поновљена мерења (*Repeated Measures ANOVA*) вредности експлозивне снаге горњих екстремитета добијених тестом *потисак са груди* код испитаника прве експерименталне групе ( $n=15$ ), који су били укључени у посебно програмирани вибрациони тренинг са *Flexi-bar*-ом између иницијалног и финалног мерења. На основу статистичке значајности у тесту униваријантна анализа варијансе за поновљена мерења може се утврдити да нема статистички значајних разлика ни у једној од посматраних вредности између иницијалног и финалног мерења, односно да посебно програмирани вибрациони тренинг са *Flexi-bar*-ом не даје статистички значајне разлике у поменутих вредностима.

**Табела 20.** Резултати униваријантне анализе варијансе за поновљена мерења (*Repeated Measures ANOVA*) вредности експлозивне снаге горњих екстремитета добијених тестом *потисак са груди* код испитаника друге експерименталне групе ( $n=15$ ) између иницијалног и финалног мерења.

Варијабла (јединица)	Wilks' Lambda	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Снага (W)	,951	,716 <sup>a</sup>	1,000	14,000	,412
Максимална снага (P. max)	,987	,186 <sup>a</sup>	1,000	14,000	,673
Сила (N)	,969	,443 <sup>a</sup>	1,000	14,000	,517
Брзина (cm/s)	,884	1,844 <sup>a</sup>	1,000	14,000	,196

Легенда: **Wilks' Lambda** – *Wilks' Lambda* статистика ; **F** – *F* статистика; **Hypothesis df** – степен слободе; **Error df** – степен слободе грешке; **Sig.** – статистичка значајност

У Табели 20. приказани су резултати униваријантне анализе варијансе за поновљена мерења (*Repeated Measures ANOVA*) вредности експлозивне снаге горњих екстремитета добијених тестом *потисак са груди* код испитаника друге експерименталне групе ( $n=15$ ), који су били укључени у посебно програмирани изометријски тренинг између иницијалног и финалног мерења. На основу статистичке значајности у тесту униваријантна анализа варијансе за поновљена мерења може се утврдити да нема статистички значајних разлика ни у једној од посматраних вредности између иницијалног и финалног мерења, односно да посебно програмирани изометријски тренинг не даје статистички значајне разлике у поменутих вредностима.

**Табела 21.** Резултати униваријантне анализе варијансе за поновљена мерења (*Repeated Measures ANOVA*) вредности експлозивне снаге горњих екстремитета добијених тестом *потисак са груди* код испитаника контролне групе ( $n=30$ ) између иницијалног и финалног мерења.

Варијабла (јединица)	Wilks' Lambda	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Снага (W)	,995	,136 <sup>a</sup>	1,000	29,000	,715
Максимална снага (P. max)	,999	,031 <sup>a</sup>	1,000	29,000	,861
Сила (N)	,959	1,243 <sup>a</sup>	1,000	29,000	,274
Брзина (cm/s)	,915	2,701 <sup>a</sup>	1,000	29,000	,111

Легенда: **Wilks' Lambda** – *Wilks' Lambda* статистика ; **F** – *F* статистика; **Hypothesis df** – степен слободе; **Error df** – степен слободе грешке; **Sig.** – статистичка значајност

У Табели 21. приказани су резултати униваријантне анализе варијансе за поновљена мерења (*Repeated Measures ANOVA*) вредности експлозивне снаге горњих екстремитета добијених тестом *потисак са груди* код испитаника контролне групе ( $n=30$ ), који су упражњавали само редовне дневне физичке активности на вежбама на факултету између иницијалног и финалног мерења. Применом униваријантне анализе варијансе за поновљена мерења може се утврдити да нема статистички значајних

разлика ни у једној од посматраних вредности између иницијалног и финалног мерења, односно да редовне дневне физичке активности на вежбама на факултету не дају статистички значајне разлике у поменутих вредностима.

**Табела 22.** Резултати униваријантне анализе варијансе за поновљена мерења (*Repeated Measures ANOVA*) вредности експлозивне снаге доњих екстремитета добијених тестом *скок из чучња са припремом* код испитаника прве експерименталне групе ( $n=15$ ) између иницијалног и финалног мерења.

Варијабла (јединица)	Wilks' Lambda	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Пик силе ексцентричне контракције (N)	,804	3,414 <sup>a</sup>	1,000	14,000	,086
Време ексцентричне контракције (s)	,541	11,882 <sup>a</sup>	1,000	14,000	<b>,004</b>
Пик силе концентричне контракције (N)	,898	1,597 <sup>a</sup>	1,000	14,000	,227
Време концентричне контракције (s)	,987	,178 <sup>a</sup>	1,000	14,000	,679
Индекс експлозивне снаге (N/s)	,907	1,428 <sup>a</sup>	1,000	14,000	,252

Легенда: **Wilks' Lambda** – *Wilks' Lambda* статистика ; **F** – *F* статистика; **Hypothesis df** – степен слободe; **Error df** – степен слободe грешке; **Sig.** – статистичка значајност

У Табели 22. приказани су резултати униваријантне анализе варијансе за поновљена мерења (*Repeated Measures ANOVA*) вредности експлозивне снаге доњих екстремитета добијених тестом *скок из чучња са припремом* код испитаника прве експерименталне групе ( $n=15$ ), који су били укључени у посебно програмирани вибрациони тренинг са *Flexi-bar*-ом између иницијалног и финалног мерења. Применом униваријантне анализе варијансе за поновљена мерења може се утврдити да између иницијалног и финалног мерења посматраних вредности експлозивне снаге, статистички значајна разлика ( $sig=0,004$ ) постоји само у вредности време ексцентричне контракције. Прва експериментална група је постигла веће вредности ове варијабле на иницијалном мерењу ( $Mean=0,20$ ) у односу на финално мерење ( $Mean=0,15$ ), односно, посебно програмирани вибрациони тренинг са *Flexi-bar*-ом је утицао на смањење времена ексцентричне контракције, али остале вредности не бележе статистички значајне разлике.

**Табела 23.** Резултати униваријантне анализе варијансе за поновљена мерења (*Repeated Measures ANOVA*) вредности експлозивне снаге доњих екстремитета добијених тестом *скок из чучња са припремом* код испитаника друге експерименталне групе ( $n=15$ ) између иницијалног и финалног мерења.

Варијабла (јединица)	Wilks' Lambda	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Пик силе ексцентричне контракције (N)	,929	1,075 <sup>a</sup>	1,000	14,000	,317
Време ексцентричне контракције (s)	,949	,751 <sup>a</sup>	1,000	14,000	,401
Пик силе концентричне контракције (N)	,988	,164 <sup>a</sup>	1,000	14,000	,692
Време концентричне контракције (s)	,808	3,317 <sup>a</sup>	1,000	14,000	,090
Индекс експлозивне снаге (N/s)	,954	,682 <sup>a</sup>	1,000	14,000	,423

Легенда: **Wilks' Lambda** – *Wilks' Lambda* статистика ; **F** – *F* статистика; **Hypothesis df** – степен слободe; **Error df** – степен слободe грешке; **Sig.** – статистичка значајност

У Табели 23. приказани су резултати униваријантне анализе варијансе за поновљена мерења (*Repeated Measures ANOVA*) вредности експлозивне снаге доњих екстремитета добијених тестом *скок из чучња са припремом* код испитаника друге експерименталне групе ( $n=15$ ), који су били укључени у посебно програмирани изометријски тренинг између иницијалног и финалног мерења. Применом униваријантне анализе варијансе за поновљена мерења може се утврдити да нема статистички значајних разлика ни у једној од посматраних вредности између иницијалног и финалног мерења, односно посебно програмирани изометријски тренинг не даје статистички значајне разлике у поменутих вредностима.

**Табела 24.** Резултати униваријантне анализе варијансе за поновљена мерења (*Repeated Measures ANOVA*) вредности експлозивне снаге доњих екстремитета добијених тестом *скок из чучња са припремом* код испитаника контролне групе ( $n=30$ ) између иницијалног и финалног мерења.

Варијабла (јединица)	Wilks' Lambda	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Пик силе ексцентричне контракције (N)	1,000	,012 <sup>a</sup>	1,000	29,000	,914
Време ексцентричне контракције (s)	,984	,469 <sup>a</sup>	1,000	29,000	,499
Пик силе концентричне контракције (N)	,905	3,027 <sup>a</sup>	1,000	29,000	,093
Време концентричне контракције (s)	,930	2,199 <sup>a</sup>	1,000	29,000	,149
Индекс експлозивне снаге (N/s)	,963	1,128 <sup>a</sup>	1,000	29,000	,297

Легенда: **Wilks' Lambda** – *Wilks' Lambda* статистика ; **F** – *F* статистика; **Hypothesis df** – степен слободe; **Error df** – степен слободe грешке; **Sig.** – статистичка значајност



У Табели 24. приказани су резултати униваријантне анализе варијансе за поновљена мерења (*Repeated Measures ANOVA*) вредности експлозивне снаге доњих екстремитета добијених тестом *скок из чучња са припремом* код испитаника контролне групе ( $n=30$ ), који су упражњавали само редовне дневне физичке активности на вежбама на факултету између иницијалног и финалног мерења. Применом униваријантне анализе варијансе за поновљена мерења може се утврдити да нема статистички значајних разлика ни у једној од посматраних вредности између иницијалног и финалног мерења, односно да редовне дневне физичке активности на вежбама на факултету не дају статистички значајне разлике у поменутих вредностима.

## 7.5 Разлике у вредностима експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета између група на финалном мерењу

Разлике просечних резултата вредности експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета испитаника три посматране групе тестиране су мултиваријантном анализом варијансе (*MANOVA*) и униваријантном анализом варијансе (*ANOVA*).

Резултати су приказани у следећим табелама.

**Табела 25.** Резултати мултиваријантне анализе варијансе (*MANOVA*) вредности експлозивне снаге горњих екстремитета добијених тестом *потисак са груди* између испитаника прве експерименталне групе ( $n=15$ ), друге експерименталне групе ( $n=15$ ) и контролне групе ( $n=30$ ) на финалном мерењу.

Effect	Wilks' Lambda	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Група	,876	,926 <sup>a</sup>	8,000	108,000	,498

Легенда: **Wilks' Lambda** – *Wilks' Lambda* статистика; **F** – *F* статистика; **Hypothesis df** – степен слободe; **Error df** – степен слободe грешке; **Sig.** – статистичка значајност

У Табели 25. приказани су резултати мултиваријантне анализе варијансе (*MANOVA*) вредности експлозивне снаге горњих екстремитета добијених тестом *потисак са груди* између испитаника прве експерименталне групе ( $n=15$ ), друге експерименталне групе ( $n=15$ ) и контролне групе ( $n=30$ ) на финалном мерењу. Применом мултиваријантне анализе варијансе може се закључити да између три посматране групе испитаника не постоји значајна глобална разлика у просечним резултатима свих вредности експлозивне снаге горњих екстремитета добијених тестом *потисак са груди* на финалном мерењу.

**Табела 26.** Резултати униваријантне анализе варијансе (*ANOVA*) вредности експлозивне снаге горњих екстремитета добијених тестом *потисак са груди* између испитаника прве експерименталне групе ( $n=15$ ), друге експерименталне групе ( $n=15$ ) и контролне групе ( $n=30$ ) на финалном мерењу.

Варијабла (јединица)		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Снага (W)	Између група	1370,283	2	685,142	,038	,963
	Унутар група	1037292,967	57	18198,122		
	Укупно	1038663,250	59			
Максимална снага (P. max)	Између група	2877,433	2	1438,717	,082	,922
	Унутар група	1002436,300	57	17586,602		
	Укупно	1005313,733	59			
Сила (N)	Између група	1640,000	2	820,000	,316	,730
	Унутар група	147825,333	57	2593,427		
	Укупно	149465,333	59			
Брзина (cm/s)	Између група	33,217	2	16,608	,027	,974
	Унутар група	35562,967	57	623,912		
	Укупно	35596,183	59			

Легенда: **Sum of Squares** – сума квадрата; **df** – степен слободe; **Mean Square** – варијанса; **F** – *F* статистика; **Sig.** – статистичка значајност

У Табели 26. приказани су резултати униваријантне анализе варијансе (*ANOVA*) вредности експлозивне снаге горњих екстремитета добијених тестом *потисак са груди* између испитаника прве експерименталне групе ( $n=15$ ), друге експерименталне групе ( $n=15$ ) и контролне групе ( $n=30$ ) на финалном мерењу. Применом униваријантне анализе варијансе може се утврдити да између три посматране групе испитаника не постоји значајна разлика у просечним резултатима вредности експлозивне снаге горњих екстремитета добијених тестом потиска са груди на финалном мерењу, односно да испитаници експерименталних група након одрађеног тренажног програма нису забележили никакве статистички значајне разлике у поменутом тесту поређећи њихове резултате, нити у односу са резултатима контролне групе.

**Табела 27.** Резултати мултиваријантне анализе варијансе (*MANOVA*) вредности експлозивне снаге доњих екстремитета добијених тестом *скок из чучња са припремом* између испитаника прве експерименталне групе ( $n=15$ ), друге експерименталне групе ( $n=15$ ) и контролне групе ( $n=30$ ) на финалном мерењу.

Effect	Wilks' Lambda	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Група	,762	1,544 <sup>a</sup>	10,000	106,000	,134

Легенда: **Wilks' Lambda** – *Wilks' Lambda* статистика; **F** – *F* статистика; **Hypothesis df** – степен слободe; **Error df** – степен слободe грешке; **Sig.** – статистичка значајност

У Табели 27. приказани су резултати мултиваријантне анализе варијансе (*MANOVA*) вредности експлозивне снаге доњих екстремитета добијених тестом *скок из чучња са припремом* између испитаника прве експерименталне групе ( $n=15$ ), друге експерименталне групе ( $n=15$ ) и контролне групе ( $n=30$ ) на финалном мерењу.

Применом мултиваријантне анализе варијансе може се закључити да између три посматране групе испитаника не постоји значајна глобална разлика у просечним резултатима свих вредности експлозивне снаге доњих екстремитета добијених тестом *скок из чучња са припремом* на финалном мерењу.

**Табела 28.** Резултати униваријантне анализе варијансе (*ANOVA*) вредности експлозивне снаге доњих екстремитета добијених тестом *скок из чучња са припремом* између испитаника прве експерименталне групе ( $n=15$ ), друге експерименталне групе ( $n=15$ ) и контролне групе ( $n=30$ ) на финалном мерењу.

Варијабла (јединица)		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
<b>Пик силе ексцентричне контракције (N)</b>	Између група	9597,782	2	4798,891	,317	,730
	Унутар група	863038,065	57	15141,019		
	Укупно	872635,846	59			
<b>Време ексцентричне контракције (s)</b>	Између група	,002	2	,001	,938	,397
	Унутар група	,065	57	,001		
	Укупно	,067	59			
<b>Пик силе концентричне контракције (N)</b>	Између група	1083707,376	2	541853,688	3,084	,053
	Унутар група	1,001E7	57	175693,420		
	Укупно	1,110E7	59			
<b>Време концентричне контракције (s)</b>	Између група	,004	2	,002	,633	,535
	Унутар група	,194	57	,003		
	Укупно	,198	59			
<b>Индекс експлозивне снаге (N/s)</b>	Између група	3,484E7	2	1,742E7	,962	,388
	Унутар група	1,032E9	57	1,810E7		
	Укупно	1,067E9	59			

Легенда: **Sum of Squares** – сума квадрата; **df** – степен слободe; **Mean Square** – варијанса; **F** – *F* статистика; **Sig.** – статистичка значајност

У Табели 28. приказани су резултати униваријантне анализе варијансе (*ANOVA*) вредности експлозивне снаге добијених тестом *скок из чучња са припремом* испитаника прве експерименталне групе ( $n=15$ ), друге експерименталне групе ( $n=15$ ) и контролне групе ( $n=30$ ) на иницијалном мерењу. Применом униваријантне анализе варијансе може се утврдити да између три посматране групе испитаника не постоји значајна разлика у просечним резултатима вредности експлозивне снаге доњих екстремитета добијених тестом *скок из чучња са припремом* на финалном мерењу, односно да испитаници експерименталних група након одрађеног тренажног програма нису забележили никакве статистички значајне разлике у поменутом тесту поредећи њихове резултате, нити у односу са резултатима контролне групе.

## 7.6 Ефекти експерименталног програма на вредности експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета

Ефекти експерименталног програма на вредности експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета испитивани су мултиваријантном анализом коваријансе (*MANCOVA*). Резултати су приказани у следећим табелама.

**Табела 29.** Резултати мултиваријантне анализе коваријансе (*MANCOVA*) вредности експлозивне снаге горњих екстремитета добијених тестом *потисак са груди* између испитаника прве експерименталне групе ( $n=15$ ) и друге експерименталне групе ( $n=15$ ).

Варијабла	Wilks' Lambda	F	Sig.
Експериментални програм	0,76	1,65	0,199

Легенда: **Wilks' Lambda** – *Wilks' Lambda* статистика; **F** – *F* статистика; **Sig.** – Статистичка значајност

У Табели 29. приказани су резултати мултиваријантне анализе коваријансе (*MANCOVA*) којом се се испитују ефекти експерименталног програма на вредности експлозивне снаге горњих екстремитета добијених тестом *потисак са груди* између испитаника прве експерименталне групе ( $n=15$ ) и друге експерименталне групе ( $n=15$ ). На основу добијених резултата може се закључити да се ефекат експерименталног програма на испитанике две посматране групе не разликује статистички значајно. Експериментални програм нема статистички значајне ефекте на промену вредности експлозивне снаге горњих екстремитета посматрајући испитанике прве и друге експерименталне групе.

**Табела 30.** Резултати мултиваријантне анализе коваријансе (*MANCOVA*) вредности експлозивне снаге горњих екстремитета добијених тестом *потисак са груди* између испитаника прве експерименталне групе ( $n=15$ ) и контролне групе ( $n=30$ ).

Варијабла	Wilks' Lambda	F	Sig.
Експериментални програм	0,79	2,44	0,064

Легенда: **Wilks' Lambda** – *Wilks' Lambda* статистика; **F** – *F* статистика; **Sig.** – Статистичка значајност

У Табели 30. приказани су резултати мултиваријантне анализе коваријансе (*MANCOVA*) којом се се испитују ефекти експерименталног програма на вредности експлозивне снаге горњих екстремитета добијених тестом *потисак са груди* између испитаника прве експерименталне групе ( $n=15$ ) и контролне групе ( $n=30$ ). На основу добијених резултата може се закључити да се ефекат експерименталног програма на

испитанике две посматране групе не разликује статистички значајно. Експериментални програм нема статистички значајне ефекте на промену вредности експлозивне снаге горњих екстремитета посматрајући испитанике прве експерименталне и контролне групе.

**Табела 31.** Резултати мултиваријантне анализе коваријансе (MANCOVA) вредности експлозивне снаге горњих екстремитета добијених тестом *потисак са груди* између испитаника друге експерименталне групе (n=15) и контролне групе (n=30).

Варијабла	Wilks' Lambda	F	Sig.
Експериментални програм	0,91	0,86	0,495

Легенда: **Wilks' Lambda** – *Wilks' Lambda* статистика; **F** – *F* статистика; **Sig.** – Статистичка значајност

У Табели 31. приказани су резултати мултиваријантне анализе коваријансе (MANCOVA) којом се се испитују ефекти експерименталног програма на вредности експлозивне снаге горњих екстремитета добијених тестом *потисак са груди* између испитаника друге експерименталне групе (n=15) и контролне групе (n=30). На основу добијених резултата може се закључити да се ефекат експерименталног програма на испитанике две посматране групе не разликује статистички значајно. Експериментални програм нема статистички значајне ефекте на промену вредности експлозивне снаге горњих екстремитета посматрајући испитанике друге експерименталне и контролне групе.

**Табела 32.** Резултати мултиваријантне анализе коваријансе (MANCOVA) вредности експлозивне снаге доњих екстремитета добијених тестом *скок из чучња са припремом* између испитаника прве експерименталне групе (n=15) и друге експерименталне групе (n=15).

Варијабла	Wilks' Lambda	F	Sig.
Експериментални програм	0,73	1,39	0,273

Легенда: **Wilks' Lambda** – *Wilks' Lambda* статистика; **F** – *F* статистика; **Sig.** – Статистичка значајност

У Табели 32. приказани су резултати мултиваријантне анализе коваријансе (MANCOVA) којом се се испитују ефекти експерименталног програма на вредности експлозивне снаге доњих екстремитета добијених тестом *скок из чучња са припремом* између испитаника прве експерименталне групе (n=15) и друге експерименталне групе (n=15). На основу добијених резултата може се закључити да се ефекат експерименталног програма на испитанике две посматране групе не разликује статистички значајно. Експериментални програм нема статистички значајне ефекте на

промену вредности експлозивне снаге доњих екстремитета посматрајући испитанике прве и друге експерименталне групе.

**Табела 33.** Резултати мултиваријантне анализе коваријансе (MANCOVA) вредности експлозивне снаге доњих екстремитета добијених тестом *скок из чучња са припремом* између испитаника прве експерименталне групе ( $n=15$ ) и контролне групе ( $n=30$ ).

Варијабла	Wilks' Lambda	F	Sig.
Експериментални програм	0,81	1,64	0,177

Легенда: **Wilks' Lambda** – *Wilks' Lambda* статистика; **F** – *F* статистика; **Sig.** – Статистичка значајност

У Табели 33. приказани су резултати мултиваријантне анализе коваријансе (MANCOVA) којом се се испитују ефекти експерименталног програма на вредности експлозивне снаге доњих екстремитета добијених тестом *скок из чучња са припремом* између испитаника прве експерименталне групе ( $n=15$ ) и контролне групе ( $n=30$ ). На основу добијених резултата може се закључити да се ефекат експерименталног програма на испитанике две посматране групе не разликује статистички значајно. Експериментални програм нема статистички значајне ефекте на промену вредности експлозивне снаге доњих екстремитета посматрајући испитанике прве експерименталне и контролне групе.

**Табела 34.** Резултати мултиваријантне анализе коваријансе (MANCOVA) вредности експлозивне снаге доњих екстремитета добијених тестом *скок из чучња са припремом* између испитаника друге експерименталне групе ( $n=15$ ) и контролне групе ( $n=30$ ).

Варијабла	Wilks' Lambda	F	Sig.
Експериментални програм	0,78	1,89	0,123

Легенда: **Wilks' Lambda** – *Wilks' Lambda* статистика; **F** – *F* статистика; **Sig.** – Статистичка значајност

У Табели 34. приказани су резултати мултиваријантне анализе коваријансе (MANCOVA) којом се се испитују ефекти експерименталног програма на вредности експлозивне снаге доњих екстремитета добијених тестом *скок из чучња са припремом* између испитаника друге експерименталне групе ( $n=15$ ) и контролне групе ( $n=30$ ). На основу добијених резултата може се закључити да се ефекат експерименталног програма на испитанике две посматране групе не разликује статистички значајно. Експериментални програм нема статистички значајне ефекте на промену вредности експлозивне снаге доњих екстремитета посматрајући испитанике друге експерименталне и контролне групе.



## 7.7 Ефекти експерименталног програма на појединачне вредности експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета

Ефекти експерименталног програма на појединачне вредности експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета испитивани су униваријантном анализом коваријансе (ANCOVA). Резултати су приказани у следећим табелама.

**Табела 35.** Резултати униваријантне анализе коваријансе (ANCOVA) вредности експлозивне снаге горњих екстремитета добијених тестом *потисак са груди* између испитаника прве експерименталне групе (n=15) и друге експерименталне групе (n=15).

Варијабла (јединица)	F	Sig.
Снага (W)	0,08	0,776
Максимална снага (P. max)	0,00	0,964
Сила (N)	3,97	0,056
Брзина (cm/s)	0,09	0,770

Легенда: F – F статистик; Sig. – Статистичка значајност

У Табели 35. приказани су резултати униваријантне анализе коваријансе (ANCOVA) за испитивање ефекта експерименталног програма на вредности експлозивне снаге горњих екстремитета добијених тестом *потисак са груди* између испитаника прве експерименталне групе (n=15) и друге експерименталне групе (n=15). На основу добијених статистичких значајности може се закључити да нема разлика између две посматране групе. Експериментални програм нема статистички значајан ефекат ни на једну од посматраних вредности експлозивне снаге горњих екстремитета појединачно посматрајући испитанике прве и друге експерименталне групе.

**Табела 36.** Резултати униваријантне анализе коваријансе (ANCOVA) вредности експлозивне снаге горњих екстремитета добијених тестом *потисак са груди* између испитаника прве експерименталне групе (n=15) и контролне групе (n=30).

Варијабла (јединица)	F	Sig.
Снага (W)	0,01	0,932
Максимална снага (P. max)	0,24	0,623
Сила (N)	0,37	0,546
Брзина (cm/s)	2,59	0,115

Легенда: F – F статистик; Sig. – Статистичка значајност

У Табели 36. приказани су резултати униваријантне анализе коваријансе (ANCOVA) за испитивање ефекта експерименталног програма на вредности експлозивне снаге горњих екстремитета добијених тестом *потисак са груди* између испитаника прве експерименталне групе ( $n=15$ ) и контролне групе ( $n=30$ ). На основу добијених статистичких значајности може се закључити да нема разлика између две посматране групе. Експериментални програм нема статистички значајан ефекат ни на једну од посматраних вредности експлозивне снаге горњих екстремитета појединачно посматрајући испитанике прве експерименталне и контролне групе.

**Табела 37.** Резултати униваријантне анализе коваријансе (ANCOVA) вредности експлозивне снаге горњих екстремитета добијених тестом *потисак са груди* између испитаника друге експерименталне групе ( $n=15$ ) и контролне групе ( $n=30$ ).

Варијабла (јединица)	F	Sig.
Снага (W)	0,07	0,797
Максимална снага (P. max)	0,17	0,682
Сила (N)	0,14	0,714
Брзина (cm/s)	3,23	0,080

Легенда: F – F статистик; Sig. – Статистичка значајност

У Табели 37. приказани су резултати униваријантне анализе коваријансе (ANCOVA) за испитивање ефекта експерименталног програма на вредности експлозивне снаге горњих екстремитета добијених тестом *потисак са груди* између испитаника друге експерименталне групе ( $n=15$ ) и контролне групе ( $n=30$ ). На основу добијених статистичких значајности може се закључити да нема разлика између две посматране групе. Експериментални програм нема статистички значајан ефекат ни на једну од посматраних вредности експлозивне снаге горњих екстремитета појединачно посматрајући испитанике друге експерименталне и контролне групе.

**Табела 38.** Резултати униваријантне анализе коваријансе (ANCOVA) вредности експлозивне снаге доњих екстремитета добијених тестом *скок из чучња са припремом* између испитаника прве експерименталне групе ( $n=15$ ) и друге експерименталне групе ( $n=15$ ).

Варијабла (јединица)	F	Sig.
Пик силе ексцентричне контракције (N)	0,10	0,752
Време ексцентричне контракције (s)	1,01	0,323
Пик силе концентричне контракције (N)	0,16	0,695
Време концентричне контракције (s)	0,86	0,362
Индекс експлозивне снаге (N/s)	0,01	0,944

Легенда: F – F статистик; Sig. – Статистичка значајност

У Табели 38. приказани су резултати униваријантне анализе коваријансе (ANCOVA) за испитивање ефекта експерименталног програма на вредности експлозивне снаге доњих екстремитета добијених тестом *скок из чучња са припремом* између испитаника прве експерименталне групе ( $n=15$ ) и друге експерименталне групе ( $n=15$ ). На основу добијених статистичких значајности може се закључити да нема разлика између две посматране групе. Експериментални програм нема статистички значајан ефекат ни на једну од посматраних вредности експлозивне снаге доњих екстремитета појединачно посматрајући испитанике прве и друге експерименталне групе.

**Табела 39.** Резултати униваријантне анализе коваријансе (ANCOVA) вредности експлозивне снаге доњих екстремитета добијених тестом *скок из чучња са припремом* између испитаника прве експерименталне групе ( $n=15$ ) и контролне групе ( $n=30$ ).

Варијабла (јединица)	F	Sig.
Пик силе ексцентричне контракције (N)	0,13	0,724
Време ексцентричне контракције (s)	0,00	0,963
Пик силе концентричне контракције (N)	1,55	0,219
Време концентричне контракције (s)	0,82	0,371
Индекс експлозивне снаге (N/s)	1,15	0,289

Легенда: F – F статистик; Sig. – Статистичка значајност

У Табели 39. приказани су резултати униваријантне анализе коваријансе (ANCOVA) за испитивање ефекта експерименталног програма на вредности експлозивне снаге доњих екстремитета добијених тестом *скок из чучња са припремом* између испитаника прве експерименталне групе ( $n=15$ ) и контролне групе ( $n=30$ ). На основу добијених статистичких значајности може се закључити да нема разлика између две посматране групе. Експериментални програм нема статистички значајан ефекат ни на једну од посматраних вредности експлозивне снаге доњих екстремитета појединачно посматрајући испитанике прве и контролне групе.

**Табела 40.** Резултати униваријантне анализе коваријансе (ANCOVA) вредности експлозивне снаге доњих екстремитета добијених тестом *скок из чучња са припремом* између испитаника друге експерименталне групе ( $n=15$ ) и контролне групе ( $n=30$ ).

Варијабла (јединица)	F	Sig.
Пик силе ексцентричне контракције (N)	0,05	0,831
Време ексцентричне контракције (s)	1,68	0,202
Пик силе концентричне контракције (N)	2,32	0,135
Време концентричне контракције (s)	0,00	0,962
Индекс експлозивне снаге (N/s)	0,82	0,369

Легенда: **F** – *F* статистик; **Sig.** – Статистичка значајност

У Табели 40. приказани су резултати униваријантне анализе коваријансе (ANCOVA) за испитивање ефекта експерименталног програма на вредности експлозивне снаге доњих екстремитета добијених тестом *скок из чучња са припремом* између испитаника друге експерименталне групе ( $n=15$ ) и контролне групе ( $n=30$ ). На основу добијених статистичких значајности може се закључити да нема разлика између две посматране групе. Експериментални програм нема статистички значајан ефекат ни на једну од посматраних вредности експлозивне снаге доњих екстремитета појединачно посматрајући испитанике друге и контролне групе.

## 8. ДИСКУСИЈА

Тренинг за развијање мишићне снаге може се поделити у две групе: тренинг са различитим типовима мишићних контракција и тренинг са комбинованим мишићним контракцијама. Тренинг за развијање мишићне снаге са различитим мишићним контракцијама дели се на: изометријски, динамички и изокинетички тренинг. Тренинг за развијање мишићне снаге са комбинованим мишићним контракцијама дели се на: плиометријски и вибрациони тренинг. Истраживање које је спроведено имало је за циљ да утврди ефекте два програма тренинга у трајању од 10 недеља на промене параметара експлозивне снаге, као и да утврди да ли су евентуални ефекти изазвани вибрационом стимулацијом мишића или су само резултат изометријског тренинга. Испитаници који су учествовали у овом истраживању нису укључени ни у какав програмирани тренажни процес осим редовне физичке активности коју су имали у склопу предмета на факултету.

Вежбе које су сачињавале експериментални програм (основни део тренинга) за развој снаге предложене су од стране кандидата, реализатора истраживања, уз поштовање препорука произвођача *Flexi-bar*-а, као и светских аутора који се баве овим проблемом (Zatsiorsky, Kraemer, 2009; Verkoshansky, 2006; Bompa, 2006; Željaskov, 2004; Thibaudeau, 2007). Тестови који су примењени у овом раду су *потисак са груди* и *скок из чучња са припремом*, ови тестови су и коришћени у великом броју радова (Wilson, Murphy, & Pryor, 1994; Bosco et al., 1998; Torvinen et al., 2002; Cormie, Deane, Triplett & McBride, 2006; Lamont, Bemben, Cramer, Gayaud & Acree, 2006; Paradisis & Zacharogiannis, 2007; Poston, Holcomb, Guadagnoli, & Linn, 2007; Bazett-Jones, Finch & Dugan, 2008; Wilcock, Whatman, Harris & Keogh, 2009; Rodríguez-Jiménez, Benitez, García González, Moras Feliu & Maffioletti, 2013).

Истраживање се бавило применом изометријских вежби снаге са додатном вибрационом стимулацијом мишића и без ње. Као реквизит за додатну вибрациону

стимулацију мишића користио се *Flexi-bar*. Оптерећење приликом изометријског тренинга дозирано је комбинацијом броја и дужине трајања мишићних контракција. У пракси се доста комбинују ови фактори, па на основу тога може се говорити о три методе овог тренинга. На основу вежби које су коришћене у овом истраживању, а узимајући у обзир и на основу каквог отпора је изазвана мишићна контракција, метод изометријског тренинга који је коришћен је максимално трајање изометрије, односно вежбе субмаксималног интензитета. Примена изометријског тренинга подразумева три врсте вежби. Наравно то не подразумева комбинацију концентричних и ексцентричних контракција током ове врсте тренинга. Сам исход вежби је исти, односно нема кретања. Програм вежбања који је коришћен у овом истраживању обухватао је вежбе издржаја са одређеним тежинама, вежбе где постоје покрети вучења и гурања и вежбе са једним екстремитетом супротстављајући га другом. Вежбе су биле прилагођене вежбама са *Flexi-bar*-ом, а као додатни отпор била је тежина самог вежбача (Siff & Verkhoshansky, 1999; Thibaudeau, 2007; Вомра, 2009).

Експериментални узорак био је подељен у две експерименталне групе ( $n=30$ ) које су вежбале истовремено, на тај начин што су подељене у две групе са по 15 испитаника. Сви су изводили исте изометријске вежбе у истом трајању, с тим што су испитаници који су изводили вибрациони тренинг ( $n=15$ ) поред ових вежби имали и вибрациону стимулацију мишића коју је производио *Flexi-bar*. Отуда и потреба да се испитају ефекти овакве методе вежбања, односно да се утврди да ли су евентуални ефекти проузроковани само изометријским вежбама или вибрациона стимулација мишића има удела. Поред две експерименталне групе тестирању је била подвргнута и контролна група ( $n=30$ ), која је служила за утврђивање евентуалних ефеката експерименталног програма, јер су упражњавали само редовне физичке активности на факултету. Вредности експлозивне снаге које су добијене тестовима *потисак са груди* (снага, максимална снага, сила, брзина) и тестом *скок из чучња са припремом* (пик силе ексцентричне контракције, време ексцентричне контракције, пик силе концентричне контракције, време концентричне контракције, индекс експлозивне снаге) утврђене су код свих група.

Резултати вредности експлозивне снаге добијени тестом *потисак са груди* показују да не постоји значајна разлика у просечним резултатима (табела 8, табела 9), односно да су групе уједначене. Између три посматране групе испитаника постоји значајна разлика у просечним резултатима иницијалног мерења на тесту *скок из чучња са припремом*, а то су време ексцентричне контракције и пик силе концентричне

контракције (табела 11). Иницијално мерење осталих вредности експлозивне снаге доњих екстремитета добијених тестом *скок из чучња са припремом* није показало статистички значајне разлике између испитаника три посматране групе, тј. групе су уједначене у односу на вредности пик силе ексцентричне контракције, време концентричне контракције и индекс експлозивне снаге. За испитивање разлика у финалном мерењу коришћена је *ANCOVA* и *MANCOVA* метода како би се неутралисала разлика у иницијалном мерењу, која постоји у две од пет варијабли за процену експлозивне снаге доњих екстремитета.

Резултати прегледног истраживања које су урадили *Živković & Herodek (2013)* наводе да вибрациони тренинг спада у врсту неконвенционалних метода за развој снаге у краћем временском периоду. Механичке вибрације које делују на тело могу да изазову промене у гравитационим условима и на тај начин изазову одређени биолошки одговор. Сами вибрациони стимулуси се примењују на крајњу тачку кинематичког ланца и индукују осцилације које се шире кроз мишић. Основна идеја вибрационог тренинга је комбинација вољне мишићне активације и истезања мишића са вибрационим наддражајем. Вибрациони тренинг коришћењем *Flexi-bar-a*, као осцилујућег реквизита, спада у групу тренинга где се изводе вежбе снаге са додатном вибрационом стимулацијом. Стимулација мишића се изазива малим фреквенцијама од 4,6 Hz, али је довољна да утиче на параметре снаге (*Kassenböhmer, 2005*). Истраживање које је спровео *Hurley (2007)* говори да је вежбање са *Flexi-bar-ом* корак напред у погледу ефикасности програма вежбања на јачање абдоминалне мускулатуре.

Резултати указују на то да *Flexi-bar* има способност да ојача абдоминалну мускулатуру, јер вежбе са *Flexi-bar-ом* производе већу мишићну активност и већи замор у односу на исте вежбе без додатне вибрационе стимулације (*Kim, So, Bae & Lee, 2014*). Приликом вежбања са *Flexi-bar-ом* утврђена је већа електромиографска активност мишића који су ближи реквизиту, мишића горњих екстремитета (*Amin, Mileva, Kadr & Bowtell, 2006*). Новија истраживања наводе да је поред електромиографске активности горњих екстремитета, приликом коришћења овог реквизита, примећена и промена у електромиографским параметрима мишића ногу као и промене максималне силе. Резултати ове студије указују да *Flexi-bar* може да се користи како би изазвао јаче мишићне стимулансе током субмаксималног тренинга (*Mileva et al., 2010*). Истраживања која су се бавила испитивањем електромиографске активности мишића током вежбања са вибрирајућим реквизитом наводе да на

активност мишића знатан утицај има положај тела и положај реквизита (Sanchez-Zuriaga, Vera-Garcia, Moreside & McGill, 2009; Goncalves, Marques, Hallal & Dieen, 2011; Marques, Nallal & Goncalves, 2012). Најефикаснији је стојећи став са билатералним осциловањем реквизита у фронталној равни и једнострано осциловања реквизитом у сагиталној равни.

У експерименталном програму ове докторске дисертације вибрациона стимулација мишића је изазвана током статичких положаја (изометријски тренинг). Вежбачи су заузимали стојећи став и седећи положај са билатералним и једностраним осциловањем у свим равнима.

Истраживање које се бавило утицајем мишићних контракција на активацију мишића наводи да изометријске вежбе изазивају активирање пет процената више моторних јединица/мишићних влакана, него током активације у максималном ексцентричном или концентричном режиму (Babault, Pousson, Ballay & Hoeske, 2001).

Унутаргрупне разлике у вредностима експлозивне снаге горњих екстремитета (снага, максимална снага, сила, брзина) добијеним тестом *потисак са груди* код испитаника прве експерименталне групе ( $n=15$ ), друге експерименталне групе ( $n=15$ ) и контролне групе ( $n=30$ ) између иницијалног и финалног мерења тестиране су униваријантном анализом варијансе за поновљена мерења (*Repeated Measures ANOVA*). Анализом добијених резултата може се утврдити да на основу статистичке значајности нема разлика ни у једној од посматраних вредности између иницијалног и финалног мерења (табеле 19-21), односно да посебно програмирани вибрациони тренинг са *Flexi bar*-ом, посебно програмирани изометријски тренинг, као ни редовне дневне физичке активности на вежбама на факултету не дају статистички значајне разлике у добијеним вредностима.

Разлике просечних резултата вредности експлозивне снаге горњих екстремитета (снага, максимална снага, сила, брзина) добијених тестом *потисак са груди* између испитаника прве експерименталне групе ( $n=15$ ), друге експерименталне групе ( $n=15$ ) и контролне групе ( $n=30$ ) на финалном мерењу тестиране су мултиваријантном анализом варијансе (*MANOVA*) и униваријантном анализом варијансе (*ANOVA*). На основу статистичке значајности мултиваријантне анализе варијансе (табела 25) може се закључити да између три посматране групе испитаника не постоји значајна глобална разлика у просечним резултатима свих вредности експлозивне снаге горњих екстремитета добијених тестом *потисак са груди* на финалном мерењу. Тестом униваријантна анализа варијансе (табела 26) може се утврдити да између три



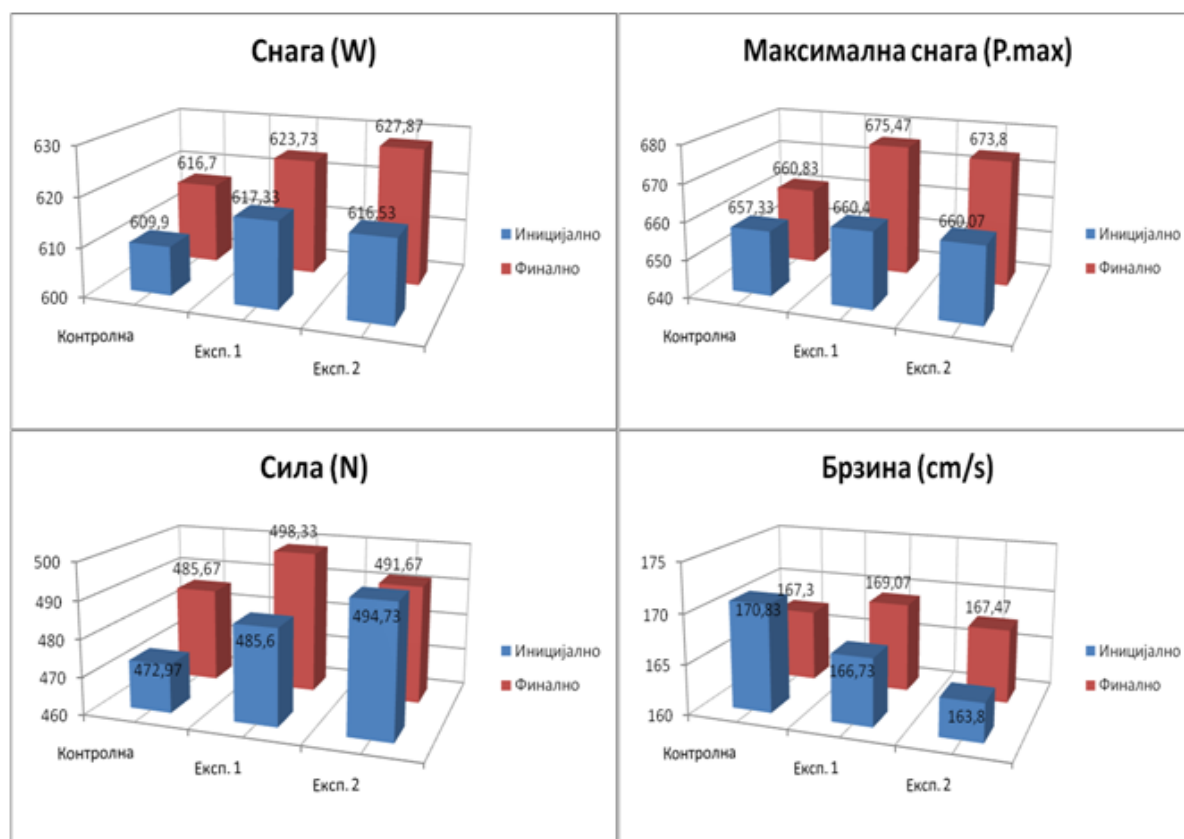
посматране групе испитаника не постоји статистички значајна разлика у просечним резултатима експлозивне снаге горњих екстремитета добијених тестом потиска са груди на финалном мерењу. Односно да испитаници експерименталних група након спроведеног тренажног програма нису забележили никакве статистички значајне разлике у поменутом тесту поредећи њихове резултате, нити у односу са резултатима контролне групе.

Резултати средњих вредности параметара експлозивне снаге горњих екстремитета (снага, максимална снага, сила, брзина) добијених тестом *потисак са груди* између испитаника прве експерименталне групе ( $n=15$ ), друге експерименталне групе ( $n=15$ ) и контролне групе ( $n=30$ ) између иницијалног и финалног мерења приказани су табеларно (табела 41) и графички (графикон 4). Посматрањем резултата може се закључити да средња вредност бележи раст на финалном мерењу у односу на иницијално мерење код свих варијабли код испитаника прве експерименталне групе. Једна од четири варијабли бележи пад средње вредности код испитаника друге две групе. Уочава се да не постоји статистички значајна разлика у коришћеним анализама али да варијабле показују различите вредности.

**Табела 41.** Дескриптивни статистички показатељи вредности експлозивне снаге горњих екстремитета добијених тестом *потисак са груди* на иницијалном и на финалном мерењу по групама.

Варијабла (јединица)	Мерење	Прва експериментална група		Друга експериментална група		Контролна група	
		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Снага (W)	Иницијално	617,33	151,61	616,53	160,56	609,90	150,88
	Финално	623,73	133,22	627,87	159,92	616,70	121,88
Максимална снага (P. max)	Иницијално	660,40	149,76	660,07	189,53	657,33	155,51
	Финално	675,47	146,22	673,80	145,87	660,83	118,20
Сила (N)	Иницијално	485,60	59,98	494,73	64,80	472,97	70,15
	Финално	498,33	50,04	491,67	61,69	485,67	45,29
Брзина (cm/s)	Иницијално	166,73	26,49	163,80	31,28	170,83	24,35
	Финално	169,07	23,71	167,47	30,39	167,30	22,56

Легенда: **Mean** – аритметичка средина; **SD** – стандардна девијација



Графикон 4. Приказ средњих вредности параметара експлозивне снаге горњих екстремитета добијених тестом *потисак са груди* на иницијалном и на финалном мерењу по групама

Коришћење вибрационих реквизита приликом вежбања сматра се ефикасном и сигурном методом тренинга у статичким условима у циљу развоја снаге горњих екстремитета (Rodríguez-Jiménez, Benitez, García González, Moras Feliu & Maffiuletti, 2013). Постоје докази о акутним ефектима вибрационог тренинга на побољшање снаге горњих и доњих екстремитета, као и то да постоје индикације да дуготрајно тренирање изазива повећање снаге (Cochrane, 2011). Истраживање које се бавило електромиографском активношћу мишића горњих екстремитета у статичким и вибрационим условима забележено је побољшање током вибрационог тренинга коришћењем вибрационе бучице. Примећена је дупло већа активност мишића током вибрационе стимулације у односу на исту статичку вежбу без вибрационе стимулације мишића (Bosco, Cardinale, & Tsarpela, 1999). Јачина фреквенција којом се делује на мишић не гарантује и побољшање мишићне активности током вежбања. У овом раду испитаници су изводили статичке и динамичке вежбе при фреквенцији од 25, 30, 35, 40, 45 Hz (Hazell, Jakobi, & Kenno, 2007). Приликом извођења вежбе потисак са груди са вибрационим реквизитом заузимајући две позиције: са испруженим рукама и са

флектираним рукама и при вибрацији од 0,25 и 45 Hz, забележено је статистички значајно повећање електромиографске активности у оба услова у поређењу са 0 Hz (Moras, Kadr, Amin & Bowtell, 2010).

Наведена истраживања несумњиво говоре о позитивним ефектима вибрационог тренинга на побољшање снаге и да исте вежбе примењене без вибрационе стимулације у статичким условима (изометријски тренинг) не дају исте резултате. Резултати истраживања ове докторске дисертације нису у складу са наведним, јер није дошло до побољшања у вредностима експлозивне снаге горњих екстремитета. Као разлог може се навести недовољна фреквенција од 4,6 Hz коју производи *Flexi-bar*. Вибрационо оптерећење треба да буде у оптималном опсегу како би изазвало побољшање снаге. Како би се мишићи активирали најефикасније, фреквенција би требало да буде у опсегу од 30 до 50 Hz. Такође, треба напоменути да метод вибрационе примене (тј. да ли се вибрација примењује директно или индиректно циљаној мишићној групи) може имати утицај на величину амплитуде и фреквенцију, стога може имати и утицај на ефекте вибрационог тренинга. Повећање интензитета и обима вежбања у оквиру вибрационог тренинга може изазвати већа побољшања снаге. Осим тога, користи од вибрационог тренинга имају више врхунски спортисти него неспортисти (Luo, McNamara & Moran, 2005). Специфичност угла у коме се изводе изометријске вежбе може бити још један разлог због чега није дошло до повећања вредности експлозивне снаге горњих екстремитета. Побољшње параметара снаге увек долази у тренираном углу у поређењу са другим угловима приликом тренинга снаге горњих екстремитета, тако да може да се закључи да не долази до трансфера снаге у другачијим положајима (Theraut-Mathieu, Van Hoescke, & Martin, 1988).

Истраживање које су спровели Poston, Holcomb, Guadagnoli, & Linn (2007) имало је за циљ да испита утицај механичких вибрација на снагу током извођења теста *потисак са груди*. Резултати указују да је максимална снага и просечна снага већа приликом вибрационе стимулације мишића у поређењу са контролним мерењем када је вибрациона стимулација изостала. Међутим, тестирања која су вршена пре вибрационе стимулације указују на повећање снаге у односу на контролно мерење што је допринело ефекту у вибрационим условима. Ови резултати сугеришу да постоје и други фактори осим вибрационе стимулације који утичу на перформансе задатка. Предлог је да се укључи и тестирање психолошких фактора приликом оваквих истраживања. Ови фактори би могли делимично да објасне супротстављене резултате претходних истраживања која су се бавила сличном тематиком.

Унутаргрупне разлике у вредностима експлозивне снаге доњих екстремитета (пик силе ексцентричне контракције, време ексцентричне контракције, пик силе концентричне контракције, време концентричне контракције, индекс експлозивне снаге) добијеним тестом *скок из чучња са припремом* код испитаника прве експерименталне групе ( $n=15$ ), друге експерименталне групе ( $n=15$ ) и контролне групе ( $n=30$ ) између иницијалног и финалног мерења тестиране су униваријантном анализом варијансе за поновљена мерења (*Repeated Measures ANOVA*). На основу статистичке значајности може се утврдити да између иницијалног и финалног мерења посматраних вредности експлозивне снаге, код испитаника прве експерименталне групе, разлика ( $sig=0,004$ ) постоји само у вредности време ексцентричне контракције (табела 22). Прва експериментална група је постигла веће вредности ове варијабле на иницијалном мерењу ( $Mean=0,20$ ) у односу на финално мерење ( $Mean=0,15$ ). Односно да је посебно програмирани вибрациони тренинг са *Flexi-bar*-ом утицао на смањење времена ексцентричне контракције, али да остале вредности не бележе статистички значајне разлике код прве експерименталне групе. Анализом добијених резултата код испитаника друге експерименталне групе и контролне групе може се утврдити да на основу статистичке значајности нема разлика ни у једној од посматраних вредности између иницијалног и финалног мерења (табеле 23, табела 24). Односно да посебно програмирани изометријски тренинг, као ни редовне дневне физичке активности на вежбама на факултету не дају статистички значајне разлике у добијеним вредностима.

Разлике просечних резултата вредности експлозивне снаге доњих екстремитета (пик силе ексцентричне контракције, време ексцентричне контракције, пик силе концентричне контракције, време концентричне контракције, индекс експлозивне снаге) добијених тестом *скок из чучња са припремом* између испитаника прве експерименталне групе ( $n=15$ ), друге експерименталне групе ( $n=15$ ) и контролне групе ( $n=30$ ) на финалном мерењу тестиране су мултиваријантном анализом варијансе (*MANOVA*) и униваријантном анализом варијансе (*ANOVA*). На основу статистичке значајности мултиваријантне анализе варијансе (табела 27) може се закључити да између три посматране групе испитаника не постоји значајна глобална разлика у просечним резултатима свих вредности експлозивне снаге доњих екстремитета добијених тестом *скок из чучња са припремом* на финалном мерењу. Униваријантном анализом варијансе (табела 28) може се утврдити да између три посматране групе испитаника не постоји статистички значајна разлика у просечним резултатима вредности експлозивне снаге доњих екстремитета добијених тестом *скок из чучња са*

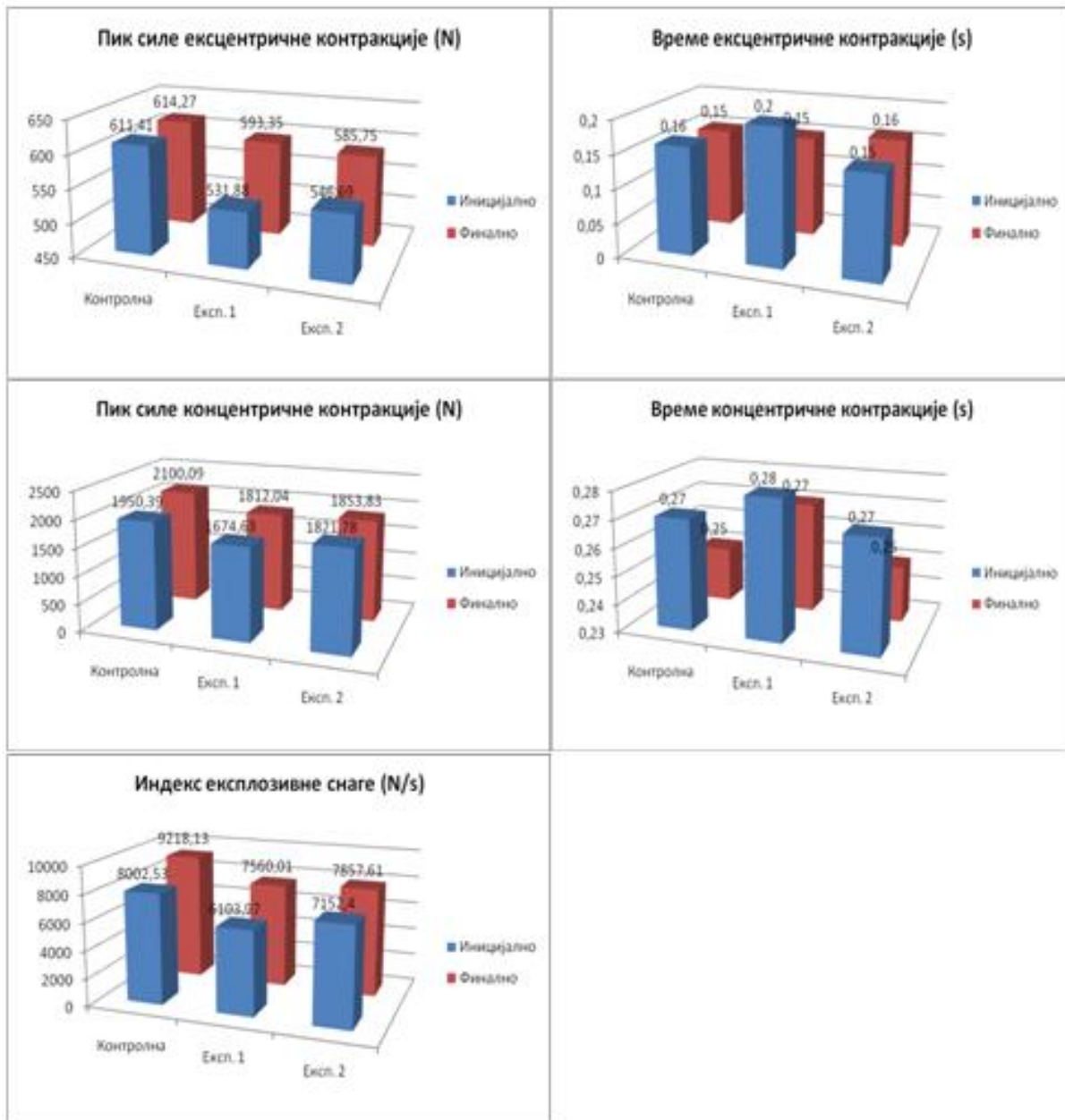
*припремом* на финалном мерењу. Односно да испитаници експерименталних група након спроведеног тренажног програма нису остварили никакве статистички значајне разлике у поменутом тесту поредећи њихове резултате, нити у односу са резултатима контролне групе.

Резултати средњих вредности параметара експлозивне снаге доњих екстремитета (пик силе ексцентричне контракције, време ексцентричне контракције, пик силе концентричне контракције, време концентричне контракције, индекс експлозивне снаге) добијених тестом *скок из чучња са припремом* између испитаника прве експерименталне групе ( $n=15$ ), друге експерименталне групе ( $n=15$ ) и контролне групе ( $n=30$ ) између иницијалног и финалног мерења приказани су табеларно (табела 42) и графички (графикон 5). Посматрањем резултата може се закључити да средња вредност бележи побољшање на финалном мерењу у односу на иницијално мерење код свих варијабли у све три групе. Уочава се да постоји статистички значајна разлика у једној варијабли (време ексцентричне контракције) али да и остале варијабле показују различите вредности (које нису на нивоу статистичке значајности).

**Табела 42.** Дескриптивни статистички показатељи вредности експлозивне снаге доњих екстремитета добијених тестом *скок из чучња са припремом* на иницијалном и на финалном мерењу по групама.

Варијабла (јединица)	Мерење	Прва експериментална група		Друга експериментална група		Контролна група	
		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Пик силе ексцентричне контракције (N)	Иницијално	531,88	134,69	546,69	125,61	611,41	144,21
	Финално	593,35	137,41	585,75	105,64	614,27	123,52
Време ексцентричне контракције (s)	Иницијално	,20	,05	,15	,04	,16	,05
	Финално	,15	,04	,16	,04	,15	,03
Пик силе концентричне контракције (N)	Иницијално	1674,63	234,89	1821,78	390,50	1950,39	354,30
	Финално	1812,04	435,05	1853,83	376,99	2100,09	430,52
Време концентричне контракције (s)	Иницијално	,45	,28	,27	,05	,27	,07
	Финално	,27	,07	,25	,04	,25	,06
Индекс експлозивне снаге (N/s)	Иницијално	6103,97	1317,27	7152,40	2994,17	8002,53	4657,42
	Финално	7560,01	4261,88	7857,61	3540,48	9218,13	4556,28

Легенда: **Mean** – аритметичка средина; **SD** – стандардна девијација



Графикон 5. Приказ средњих вредности параметара експлозивне снаге доњих екстремитета добијених тестом *скок из чучња са припремом* на иницијалном и на финалном мерењу по групама

Ефекти примене вибрационог тренинга (после вишенедељног тренирања) на експлозивну снагу доказани су у многим радовима, било да се испитивала висина скока, издржљивост у експлозивној снази или механичка снага (Bosco et al., 1998; Paradisis & Zacharogiannis, 2007; Torvinen et al., 2002). Ови радови показују позитивне ефекте примене различитих вежби на вибрационој платформи за разлику од истих вежби које су рађене без платформе. Разматрајући која је фреквенција проузрокује најбоље ефекте у тесту *скок из чучња са припремом*, резултати говоре да тренинг при

фреквенцији од 50 Hz даје много боље ефекте него тренинг при нижој фреквенцији од 30 Hz (Lamont, Vemben, Cramer, Gayaud & Acree, 2006).

Акутни ефекти вибрационог тренинга показују побољшање резултата у тесту *скок из чучња са припремом*, с тим да се још увек истражује који би протокол тренинга најбоље утицао на спортске перформансе (Cormie, Deane, Triplett & McBride, 2006). Ефекти вибрационог тренинга су пролазни, али се препоручује као одличан начин припреме локомоторног апарата за наступајућа мишићна напрезања (Bazett-Jones, Finch & Dugan, 2008; Obradović, Madić & Pantović, 2010).

Истраживање ефеката вибрационог тренинга показују да он позитивно делује на снагу и да исте вежбе примењене без вибрационе стимулације у статичким условима (изометријски тренинг) не дају исте резултате. Резултати истраживања ове докторске дисертације показују да вибрациони тренинг позитивно делује само на време ексцентричне контракције, док друге вредности експлозивне снаге доњих екстремитета нису оствариле статистички значајне промене. Као разлог може се навести недовољна фреквенција од 4,6 Hz коју производи *Flexi-bar*, јер да би се мишићи активирали најефикасније, фреквенција би требало да буде у опсегу од 30 до 50 Hz. Такође, треба напоменути да су се вибрације на мишиће доњих екстремитета примењивале индиректно што може утицати на ефекте вибрационог тренинга (Luo, McNamara & Moran, 2005). Статичке вежбе које су сачињавале оба тренинга (вибрациони и изометријски) имају своју специфичност у погледу угла из којег се изводи вежба, јер је нервни механизам одговоран за специфичност угла у коме је извођен изометријски тренинг и не долази до повећања снаге доњих екстремитета у другим угловима (Kitai, & Sale, 1989).

Истраживање које су спровели Hawkey, Lau, & Nevill (2009) имало је за циљ да испита утицај шестонедељног вибрационог тренинга кошаркаша на вредности вертикалног скока. Резултати нису показали никаква побољшања у перформансама скока након излагања вибрационој стимулацији мишића. Као евентуални разлози наводе се разлике у протоколима тренинга, опреми за тестирање и вештини и искуству учесника. Резултати сличних истраживања говоре у прилог овом, наиме, не долази до статистички значајних разлика између групе која је била подвргнута вибрационом тренингу наспрам контролне групе, која није била укључена у тренажни процес, или је радила исте статичке вежбе без вибрационе стимулације, приликом тестирања снаге доњих екстремитета тестом *скок из чучња са припремом* (Cochrane, Legg, & Hooker, 2004; Ruiters, Raak, Schilperoort, Holllander, & Haan, 2003).

Истраживање које су спровели Nordlund, & Thorstensson (2007), закључују да су ефекти вибрационог тренинга на скакачке перформансе минимални или да их уопште нема, поредећи са истим вежбама без вибрационе стимулације. Резултати не пружају никакву основу како би се вибрациони тренинг препоручио као замена или допуна традиционалним тренинзима у теретани, барем не код здравих људи. Поређењем ефеката вибрационог и традиционалног тренинга забележено је побољшање снаге након тренажног процеса у оба случаја (Schlumberger, Salin & Schmidtbleicher, 2001), па се може закључити да тренинг снаге са додатном вибрационом стимулацијом није супериорнији у односу на традиционалне тренажне методе.

Ефекти експерименталног програма на вредности експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета испитивани су мултиваријантном анализом коваријансе (*MANCOVA*). На основу добијених резултата у тесту *потисак са груди* може се закључити да експериментални програм није имао статистички значајне ефекте на посматране вредности експлозивне снаге (табеле 29-31). Резултати теста *скок из чучња са припремом* показују да нема статистички значајне разлике, па се може закључити да експериментални програм није имао ефекте на промену вредности експлозивне снаге доњих екстремитета (табеле 32-34), односно, све три групе су имале приближно једнаке (али не и статистички значајне) промене вредности експлозивне снаге.

Ефекти експерименталног програма на појединачне вредности експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета испитивани су униваријантном анализом коваријансе (*ANCOVA*). На основу добијених статистичких значајности у тесту *потисак са груди* може се закључити да експериментални програм није имао статистички значајан ефекат ни на једану од посматраних вредности експлозивне снаге горњих екстремитета појединачно (табеле 35-37). Резултати теста *скок из чучња са припремом* показују да експериментални програм није имао статистички значајан ефекат ни на једну од посматраних вредности експлозивне снаге доњих екстремитета појединачно (табеле 38-40).

Резултати униваријантне и мултиваријантне анализе коваријансе се поклапају са резултатима униваријантне и мултиваријантне анализе варијансе, те су тумачења добијених резултата идентична. Експериментални програм не остварује очекиване резултате у тестовима експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета, али даје могућност за нова истраживања како би се испитали ефекти вибрационе стимулације



мишића *Flexi-bar*-ом применом другачијих вежби, као и истраживање ефеката на друге типове снаге.

## 9. ЗАКЉУЧАК

Истраживање је спроведено како би се утврдили ефекти два програма тренинга на параметре експлозивне снаге. Посебно су истражене разлике између добијених резултата применом вибрационог тренинга са *Flexi-bar*-ом и применом изометријског тренинга.

У овом истраживању учествовало је 60 испитаника, студената Факултета спорта и физичког васпитања Универзитета у Нишу, старости 21 година  $\pm$  6 месеци. Узорак је подељен у три групе: група која је била подвргнута вибрационом тренингу (експериментална група 1,  $n=15$ ), изометријском тренингу (експериментална група 2,  $n=15$ ), као и контролна група ( $n=30$ ), која је упражњавала само редовне дневне физичке активности на вежбама на факултету. Експериментални програм је трајао 10 недеља, испитаници су вежбали два пута недељно, што је чинило 20 тренинга. Мерење параметара експлозивне снаге горњих екстремитета (снага, сила, брзина) и параметара експлозивне снаге доњих екстремитета (време ексцентричне, пик силе ексцентричне контракције, време концентричне контракције, пик силе концентричне контракције, индекс експлозивне снаге) спроведено је код испитаника све три групе. За испитивање ефеката експерименталног програма, разлика између иницијалног и финалног мерења, као и разлика на финалном мерењу коришћене су адекватне статистичке методе.

На основу добијених и анализираних статистичких резултата могу се навести следећи закључци:

1. На основу резултата добијених мултиваријантном анализом варијансе може се утврдити да између три посматране групе испитаника не постоји статистички значајна глобална разлика у параметрима експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета на иницијалном и финалном мерењу.

Резултати на иницијалном мерењу указују да су групе биле уједначене, док резултати на финалном мерењу указују да експериментални програм није утицао на параметре експлозивне снаге јер разлика између група није било. Закључује се да је хипотеза  $X_1$  која гласи „постоје статистички значајне разлике у параметрима експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета између испитаника експерименталне групе 1, експерименталне групе 2 и контролне групе на иницијалном мерењу и финалном мерењу“ **у потпуности одбачена.**

2. На основу резултата добијених мултиваријантном анализом варијансе може се утврдити да посебно програмирани вибрациони тренинг са *Flexi-bar*-ом није утицао на промену параметара експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета. Резултати на финалном мерењу указују да не постоји статистички значајна разлика у овим параметрима поређећи резултате експерименталне групе 1 са резултатима експерименталне групе 2 и контролне групе. Закључује се да је хипотеза  $X_2$  која гласи „вибрациони тренинг са *Flexi-bar*-ом статистички значајно утиче на промену параметара експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета“ **у потпуности одбачена.**
3. На основу резултата добијених униваријантном анализом варијансе за поновљена мерења може се утврдити да између иницијалног и финалног мерења параметара експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета, статистички значајна разлика ( $sig=0,004$ ) постоји само у вредности време ексцентричне контракције (експлозивна снага доњих екстремитета). Прва експериментална група је постигла веће вредности ове варијабле на иницијалном мерењу ( $Mean=0,20$ ) у односу на финално мерење ( $Mean=0,15$ ). На основу статистичке значајности може се утврдити да нема разлика у осталим параметрима експлозивне снаге између иницијалног и финалног мерења код испитаника експерименталне групе 1. Закључује се да је хипотеза  $X_{2,1}$  која гласи „вибрациони тренинг утиче статистички значајно на разлике параметара експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета између иницијалног и финалног мерења код испитаника експерименталне групе 1“ **делимично прихваћена.**

4. На основу резултата добијених униваријантном анализом варијансе, којим су поређене појединачне вредности, може се утврдити да посебно програмирани вибрациони тренинг са *Flexi-bar*-ом није утицао на промену параметара експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета. Резултати на финалном мерењу указују да не постоји статистички значајна разлика у овим параметрима поредећи резултате експерименталне групе 1 са резултатима експерименталне групе 2 и контролне групе. Закључује се да је хипотеза  $X_{2,2}$  која гласи „вибрациони тренинг има статистички значајне ефекте на промене параметара експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета код испитаника експерименталне групе 1 на финалном мерењу“ **у потпуности одбачена.**
5. На основу резултата добијених мултиваријантном анализом варијансе може се утврдити да посебно програмирани изометријски тренинг није утицао на промену параметара експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета. Резултати на финалном мерењу указују да не постоји статистички значајна разлика у овим параметрима поредећи резултате експерименталне групе 2 са резултатима експерименталне групе 1 и контролне групе. Закључује се да је хипотеза  $X_3$  која гласи „изометријски тренинг статистички значајно утиче на промене у експлозивној снази горњих и доњих екстремитета“ **у потпуности одбачена.**
6. На основу резултата добијених униваријантном анализом варијансе за поновљена мерења може се утврдити да између иницијалног и финалног мерења параметара експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета нема разлика ни у једној од посматраних вредности код испитаника експерименталне групе 2. Закључује се да је хипотеза  $X_{3,1}$  која гласи „изометријски тренинг утиче статистички значајно на разлике параметара експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета између иницијалног и финалног мерења код испитаника експерименталне групе 2“ **у потпуности одбачена.**
7. На основу резултата добијених униваријантном анализом варијансе, којим су поређене појединачне вредности, може се утврдити да посебно програмирани изометријски тренинг није утицао на промену параметара експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета. Резултати на финалном

мерењу указују да не постоји статистички значајна разлика у овим параметрима поредећи резултате експерименталне групе 2 са резултатима експерименталне групе 1 и контролне групе. Закључује се да је хипотеза  $H_{3.2}$  која гласи „изометријски тренинг има статистички значајне ефекте на промене параметара експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета код испитаника експерименталне групе 2 на финалном мерењу“ у **потпуности одбачена.**

8. На основу резултата мултиваријантне и униваријантне анализе коваријансе параметара експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета може се закључити да експериментални програм не утиче статистички значајно на ефекте истраживаних варијабли нити глобално нити појединачно. Закључује се да је хипотеза  $H_4$  која гласи „вибрациони и изометријски тренажни програми имају различите ефекте на параметре експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета“ у **потпуности одбачена.**

## 10. ЗНАЧАЈ ИСТРАЖИВАЊА

У спорској науци и пракси стално се трага за новим методама за развој снаге. Вибрациони тренинг, иако не тако нова метода, своју експанзију је доживео тек уназад неколико година. Утицај овог тренинга на моторичке способности, па и на снагу као једну од најпроучаванијих области, није много истраживан. Нарочито се то односи на вибрациони тренинг са ниском фреквенцијом какав је управо тренинг са *Flexi-bar*-ом. Вежбе које се изводе приликом овог тренинга су изометријског типа, па са правом постоји двоумљење да ли су постигнути ефекти продукт вибрационог или изометријског тренинга, односно да ли је фреквенција од 4,6 Hz довољна да постигне адекватну стимулацију мишића. Истраживања која су спроведена из области оба тренинга показују да ефекти оваквих метода тренирања постоје како код активних спортиста тако и код рекреативаца. Иста истраживања наводе да се бољи ефекти ових тренинга испољавају у комбинацији са другим тренинзима, те се препоручују као додатне вежбе.

Значај овог истраживања се огледа у испитивању ефеката два различита програма тренинга на параметре експлозивне снаге, и посебно утврђене разлике између добијених резултата постигнутих применом вибрационог тренинга са *Flexi-bar*-ом и применом изометријског тренинга. Мерни инструменти и тестови који су примењени у овом истраживању су актуелни у савременој спорској дијагностици, што показују и досадашња истраживања.

Анализа добијених резултата показује да примена вибрационог тренинга са *Flexi-bar*-ом и примена изометријског тренинга не утиче на промену свих параметара експлозивне снаге горњих и доњих екстремитета. Односно да примењене изометријске вежбе, као и вибрациона стимулација мишића од 4,6 Hz не производе очекиване ефекте.

Резултати истраживања пружају корисне информације о одговору неуро-мишићног система приликом изложености вибрационом и изометријском вежбању, и омогућавају успешнију практичну примену ових вежби у тренажном процесу.

Сprovedено истраживање је, као оригинални допринос науци, покушало да одговори на питање сврсисходности и ефикасности примене вибрационог тренинга са *Flexi-bar*-ом и примене изометријског тренинга код особа којима је то једини програмирани тренажни процес.

Промене које су изазване применом вибрационог и изометријског тренинга на параметре експлозивне снаге између иницијалног и финалног мерења су статистички значајне само у једној варијабли (време ексцентричне контракције) и то у групи која ја упражњавала вибрациони тренинг са *Flexi-bar*-ом. Посматрајући остале параметре приметна је промена свих вредности али оне нису на нивоу статистичке значајности. Резултати овог рада указују да примена ова два тренинга утиче на побољшање параметара експлозивне снаге, али да би те промене биле статистички значајније тренинзи би морали да се модификују. Вибрациони тренинг би дао боље резултате уколико би фреквенција коју производи *Flexi-bar* била већа, претпоставка је на основу досадашњих истраживања. Изометријски тренинг због специфичности угла у којем се изводе вежбе не даје резултате у не тренираним угловима, односно не долази до трансфера, истраживачи из ове области препоручују промену угла извођења исте вежбе током тренинга како би резултати били значајнији.

## 11. РЕФЕРЕНЦЕ

1. Adams, G.R., Cheng, D.C., Haddad, F., & Baldwin, K.M. (2004). Skeletal muscle hypertrophy in response to isometric, lengthening, and shortening training bouts of equivalent duration. *Journal of Applied Physiology*, 96(5), 1613-1618.
2. Always, S.E., Sale, D.G., & MacDougall, J.D. (1990). Twitch contractile adaptations are not dependent on the intensity of isometric exercise in the human triceps surae. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 60(5), 346-352.
3. Amin, N., Mileva, K.N., Kadr, M. & Bowtell, J.L. (2006) *The acute effects of a Flexibar exercise session on neuromuscular activation and muscle strength, in comparison to performing the same exercise using a sham bar. Thesis*, University of Southampton.
4. Anders, C., Wenzel, B., & Scholle, H.C. (2008). Activation Characteristics of Trunk Muscles During Cyclic Upper-Body Perturbations Caused by an Oscillating Pole (2008) *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 89(7), 1314-1322.
5. Babault, N., Pousson, M., Ballay, Y., & Hoecke, J.V. (2001). Activation of human quadriceps femoris during isometric, concentric, and eccentric contractions. *Journal of Applied Physiology*, 91(6), 2628-2634.
6. Babajić, F., Bradić, A., Pojskić, H., Kovačević, E., & Abazović, E. (2013). Vibracijski trening kao sigurnija metoda u kondicijskoj pripremi sportaša. U. I. Jukić (Ur.), *11. Međunarodna konferencija kondicijska priprema sportaša* (str. 285-291). Zagreb: Kineziološki fakultet u Zagrebu.
7. Balso, C.D., & Cafarelli, E. (2007). Adaptations in the activation of human skeletal muscle induced by short-term isometric resistance training. *Journal of applied physiology*, 103(1), 402-411.



8. Bazett-Jones, D.M., Finch, W.H., & Dugan, E.L. (2008). Comparing the effects of various whole-body vibration accelerations on counter-movement jump performance. *Journal of Sports Science and Medicine*, 7, 144-150.
9. Biermann, W. (1960). Influence of cycloid vibration massage on trunk flexion. *American Journal of Physical Medicine*, (39), 219–224.
10. Bompa, T.O. (2009). *Periodizacija – teorija i metodologija treninga*. Beograd: Gopal d.o.o.
11. Bosco, C., Colli, R., Intorini, E., Cardinale M., Iacovelli M., Tihaniy, J., Duvillard S.P., & Viru A. (1998). The influence of whole body vibration on the mechanical behavior of skeletal muscle. *Biology of Sport*, 15(3), 157-164.
12. Bosco, C., Cardinale, & M., Tsarpela, O. (1999). Influence of vibration on mechanical power and electromyogram activity in human arm flexor muscles. *Eur J Appl Physiol*, 79, 306–311.
13. Bosco, C., Colli, R., Intorini, E., Cardinale M., Iacovelli M., Tihaniy, J., Duvillard S.P., & Viru A. (1999). Adaptive responses of human skeletal muscle to vibration exposure. *Clinical Physiology*, 2, 183-187.
14. Branković, M., & Bubanj, R. (1997). *Atletika-tehnika i metodika*. Niš: Samostalno izdanje autora.
15. Calvert, R, N. (2002). *The History of Massage*. Rochester, Vermont: Inner traditions bear and company.
16. Cochrane, D.J., Legg, S.J., & Hooker, M.J. (2004). The short-term effect of whole-body vibration training on vertical jump, sprint, and agility performance. *J Strength Cond Res*, 18, 828-832.
17. Cochrane, D.J. (2011). Vibration exercise: the potential benefits. *Int J Sports Med.*, 32(2), 75-99.
18. Conroy, M.B., Kwoh, C.K., Krishnan, E., Nevitt, M.C., Boudreau, R., Carbone, L.D., Chen, H., Harris, T.B., Newman, A.B., & Goodpaster, B.H. (2012). Muscle strength, mass, and quality in older men and women with knee osteoarthritis. *Arthritis Care & Research*, 64 (1), 15-21.
19. Cormie, P., Deane R.S., Triplett N.T., & McBride, J.M. (2006). Acute effects of whole-body vibration on muscle activity, strength, and power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(2), 257–261.
20. Čanaki, M., Šoš, K., & Vučetić, V. (2006). *Dijagnostika eksplozivne snage tipa skočnosti*. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

21. Damijan, Z. (2009). Cardilogic rehabilitation, vibration training. *Acta Bio-Optica et Informatica Medica. Inzynieria Biomedyczna*, 15(4), 356-360.
22. Demura, S., Miyaguchi, K., Shin, S., & Uchida, Y. (2010). Effectiveness of the 1RM estimation method based on isometric squat using a back-dynamometer. *The Journal of Strength & Conditionig Research*, 24(10), 2472-2478.
23. Davies, J., Parker, D.F., Rutherford, O.M., & Jones, D.A. (1988). Changes in strength and cross sectional area of the elbow flexors as a result of isometric strength training. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 57(6): 667-670.
24. Đurašković, R. (2001). *Biologija razvoja čoveka sa medicinom sporta*. Niš: S.I.I.C.
25. Fan, E., Ciesla, N.D., Truong, A.D., Bhoopathi, V., Zeger, S.L., & Needham, D.M. (2010). Inter-rater reliability of manual muscle strength testing in ICU survivors and simulated patients. *Intensive Care Medicine*, 36 (6), 1038-1043.
26. Fjeldstad, C., Palmer, I.J., Bemben, M.G., & Bemben, D.A. (2009). Whole-body vibration augments resistance training effects on body composition in postmenopausal women. *Maturitas*, 63, 79-83.
27. Fleck, S., & Kraemer, W. (2004). *Designing Resistance Training Programs 3rd Edition*. Human Kinetics.
28. FLEXI-BAR® Training Plan. Retrived 25.01.2013. on the World Wide Web: <http://flexi-bar.com/uk/en/flexi-barr-training-plan-download>
29. Folland, P.J., Hawker, K., Leach, B., Little, T. & Jones, A.D. (2005). Strength training: Isometric training at a range of joint angles versus dynamic training. *Journal of Sports Sciences*, 23(8), 817-824.
30. Garfinkel, S., & Cafarelli, E. (1992). Relative changes in maximal force, EMG, and muscle cross-sectional after isometric training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 24(11), 1220-1227.
31. Golecki, R., Heinyeimann, I., Baeuerle, S., Damm, E., Schwedhelm, A-L., Diril, M., Buhrow, D., Jerrentrup, A., & Kenn.K. (2012). Effects of whole body vibration in patients with chronic ostructive pulmonary disease – A randomized controlled trial. *Respiratory Medicene*, 106(1), 75-83.
32. Goncalves, M., Marques, N.R., Hallal, C.Z., & Dieen, J.H. (2011). Electromyographic activity of trunk muscles during exercises with flexible and non-flexible poles. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 24(4), 209-214.

33. Haddad, F., Qin, A.X., Zeng, M., McCue, S.A., & Baldwin, K.M. (1998). Effect of isometric training on skeletal myosin heavy chain expression. *Journal of Applied Physiology*, 84(6), 2036-2041.
34. Hairi, N.N., Cumming, R.G., Naganathan, V., Handelsman, D.J., Le Couteur, D.G., Creasey, H., Waite, L.M., Seibel, M.J., & Sambrook, P.N. (2010). Loss of muscle strength, mass (sarcopenia), and quality (specific force) and its relationship with functional limitation and physical disability: the Concord Health and Ageing in Men Project. *Journal of the American Geriatrics Society*, 58 (11), 2055-2062.
35. Häkkinen, K., Komi, P.V., & Alén, M. (1985). Effect of explosive type strength training on isometric force-and relaxation-time, electromyographic and muscle fibre characteristics of leg extensor muscles. *Acta Physiologica Scandinavica*, 125(4), 587-600.
36. Harasin, D. (2003). Sila, jakost, snaga. U D. Milanović, I. Jukić (Ur.), *Međunarodni znanstveno-stručni skup KONDICIJSKA PRIPREMA SPORTAŠA* (175-179). Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilištva u Zagrebu i Zagrebački športski savez.
37. Hawkey, A., Lau, Y., & Nevill, A. (2009). Effect of six-week whole body vibration training on vertical jump and flexibility performance in male national league basketball players. *Journal of Sport Sciences*, 27(S2), S137-S140.
38. Hazell, T.J., Jakobi, J.M., & Kenno, K.A. (2007). The effects of whole-body vibration on upper- and lower-body EMG during static and dynamic contractions. *Appl Physiol Nutr Metab*, 32, 1156-1163.
39. Herodek, K. (2006). *Opšta antropomotorika*. Niš: SIA.
40. Herodek, K., Atanasković, D., & Jakovljević, M. (2009). *Flexi-bar* kao specifički rekvizit za razvoj snage mišića trupa. U N. Živanović (Ur.), *Peti Evropski kongres FIEP-a, Drugi Srpski kongres pedagoga fizičke kulture Srbije* (str. 559-562). Niš: Panoptikum i Društvo pedagoga fizičke kulture Srbije.
41. Hettinger, T., & Muller, E. (1953). Der Einfluss des Schuhgenichtes auf des Energieumsatz beim Gehen und Lastentragen. *Arbeitsphysiologie*, 15, 111-126.
42. Higuchi, T., Nagami, T., Mizuguchi, N., & Anderson, T. (2013). The acute and chronic effects of isometric contraction conditioning on baseball bat velocity. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(1), 216-222.
43. Hurley, L. (2007). *Strengthening Transversus Abdominis in Subjects with a History of Lower Back Pain and Asymptomatic Individuals: The FLEXI-BAR V's Stabilization Training*. Thesis, University of Birmingham.

44. Issurin, V.B., & Tenenbaum, G. (1999). Acute and residual effects of vibratory stimulation on explosive strength in elite and amateur athletes. *Journal of sports sciences*, 17(3), 177-182.
45. Jarić, S., & Kukolj, M. (1996). Sila (jačina) i snaga u pokretima čoveka. *Fizička kultura*, 50(1-2), 15-28.
46. Jordan, M.J., Norris, S.R., Smith, D.J., & Herzog, W. (2005). Vibration Training: an overview of the area, training consequences, and future considerations. *J Strength Cond Res.*, 19(2), 459-466.
47. Kanehisa, H., Nagareda, H., Kawakami, Y., Akima, H., Masani, K., Kouyaki, M., & Fukunaga, T. (2002). Effects of equivolume isometric training programs comprising medium or high resistance on muscle size and strength. *European Journal of Applied Physiology*, 87(2), 112-119.
48. Kassenböhmer, M. (2005). *The effect of a training programme on the level of strength and proprioceptive capabilities in the shoulder area using oscillating apparatus. Thesis*, University of Munich.
49. Kim, J.H., So, K.H., Bae, Y.R., & Lee, B.H. (2014). A Comparison of Flexi-bar and General Lumbar Stabilizing Exercise Effects on Muscle Activity and Fatigue. *J. Phys. Ther. Sci.*, 26, 229–233.
50. Kitai, T.A., & Sale, D.G. (1989). Specificity of joint angle in isometric training. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 58(7), 744-748.
51. Knapik, J.J., Mawdsley, R.H., & Ramos, M.U. (1983). Angular specificity and test mode specificity of isometric and isokinetic strength training. *Journal of Orthopedic & Sports Physical Therapy*, 5(2), 58-65.
52. Kovačević, E., Abazović, E., Bradić, J., Bradić, A., Babajić, F., & Pojskić, H. (2013). Primjena i učinci vibracijskog treninga cijelog tijela na jakost i snagu. U. I. Jukić (Ur.), *11. Međunarodna konferencija kondicijska priprema sportaša* (str. 404-407). Zagreb: Kineziološki fakultet u Zagrebu.
53. Kubo, K., Kanehisa, H., Masamitsu, I., & Fukunaga, T. (2001). Effects of isometric training on the elasticity of human tendon structures in vivo. *Journal of Applied Physiology*, 91(1), 26-32.
54. Kukolj, M. (2006). *Antropomotorika*. Beograd: Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja.
55. Kunemeyer J, & Schmidtbleicher D.(1997). Die neuromuskulaire stimulation RNS. *Leistungssport*, 2, 39-42.

56. Lamont, H.S., Bembien, M.G., Cramer, J., Gayaud, A., & Acree, L.S. (2006). *The Effects of 4 Different Acute Whole Body Vibration Exposures upon Indices of Counter Movement Vertical Jump Performance*. Nađen: 15.12.2011., <http://www.abstractmanagement.com>.
57. Luo, J., McNamara, B., & Moran, K. (2005). The use of vibration training to enhance muscle strength and power. *Sports Med.*, 35(1), 23-41.
58. Maffiuletti, N.A., & Martin, A. (2001). Progressive versus rapid rate of contraction during 7 wk of isometric resistance training. *Medicine and science in sports and exercise*, 33(7), 1220-1227.
59. Malacko, J., & Rađo, I. (2004). *Tehnologija sporta i sportskog treninga*. Sarajevo: Fakultet sporta i tjelesnog odgoja.
60. Marković, G., & Gregov, C. (2005). Primena vibracijskog treninga u kondicijskoj pripremi sportaša. *Kondicijski trening: stručni časopis za teoriju i metodiku kondicijske pripreme*, 3(1), 39-43.
61. Marković, G. (2005). *Utjecaj skakačkog i sprinterskog treninga na kvantitativne i kvalitativne promjene u nekim motoričkim i morfološkim obilježjima*. Objavljena doktorska disertacija, Zagreb: Kineziološki fakultet.
62. Marques, N.R., Hallal, C.Z., & Goncalves, M. (2012). *Trunk muscles co-activation patterns during exercises with oscillatory pole*. *Motriz: rev. educ. fis.*, 18(2). Nađen 19.02.2013., [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S198065742012000200004&lng=pt&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S198065742012000200004&lng=pt&nrm=iso&tlng=en)
63. Matthew, J.J., Stephen, R.N., David, J.S., & Walter, H. (2005). Vibration training: an overview of the area, training consequences, and future considerations. *Journal of strength and conditioning research*, 19(2), 459-466.
64. Mileva, K.N., Naleem, A.A., Biswas, S.K., Marwood, S., & Bowtell, J.L. (2006). Acute effects of a vibration-like stimulus during knee extension exercise. *Med Sci Sports Exerc.*, 38(7), 1317-1328.
65. Mileva, K.N., Kadr, M., Amin, N., & Bowtell, J.L. (2010). Acute effects of flexi-bar vs. sham-bar exercise on muscle electromyography activity and performance. *J Strength Cond Res*, 24(3), 737-748.
66. Misch, M. & Cardinale M. (2009). The effects of a 28-Hz vibration on arm muscle activity during isometric exercise. *Med Sci Sports Exerc.*, 41(3), 645-653
67. Mitić, N., Stamenković, M., Živković, M., & Mitić, N. (2010). Efekat tromesečnog vežbanja na *Power Plate*®-u i njegov uticaj na motoričke sposobnosti: brzinu, snagu i ravnotežu kod žena rekreativki. U R. Stanković (Ur.), *XIV međunarodini naučni skup*

- „Fis komunikacije 2010“ u sportu, fizičkom vaspitanju i rekreaciji (str. 546-556). Niš: Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja u Nišu.
68. Moras, G., Rodríguez-Jiménez, S., Tous-Fajardo, J., Ranz, D., & Mujika, I. (2010). A vibratory bar for upper body: Feasibility and acute effects on EMGrms activity. *J Strength Cond Res* 24(8), 2132-2142.
69. Morgan, R., & G. Adamson (1959) *Circuit - Training*. London: Bell and Sons.
70. MYOTEST performance measuring system. Retrived 22.01.2013. on the World Wide Web: [http://downloads.myotest.com/documents/QuickStart\\_Guide\\_EN.pdf](http://downloads.myotest.com/documents/QuickStart_Guide_EN.pdf)
71. Nazarov, V., & Spivak, G. (1985) Development of athlete's strength abilities by means of biomechanical stimulation method. *Theory and Practice of Physical Culture*, 12, 445–450.
72. Newton, R.U., & W.J. Kraemer (1994). Developing explosive muscular power: implications for a mixed methods training strategy. *Strength Cond*, 16(5), 20-31.
73. Nićin, Đ. (2000). *Antropomotorika*. Novi Sad: Fakultet fizičke kulture.
74. Nordlund, M.M., & Thorstensson, A. (2007). Strength training effects of whole-body vibration?. *Scand J Med Sci Sports*, 17(1): 12-17.
75. Obradović, J., Madić, D., & Pantović, M. (2010). Akutni efekti primene vibracionog reninga na performanse eksplozivne snage. *Glasnik antropološkog društva Srbije*, 45, 343-347.
76. Osawa, Y., & Oguma, Y. (2011). Effects of whole-body vibration on resistance training for untrained adults. *Journal of Sports Science and Medicine*, 10 (2), 328-337.
77. O'Shea, K.L., & O'Shea, J. P. (1989). Functional Isometric Weight Training: Its Effects on Dynamic and Static Strength. *J. Applied Sport Science Res*, 3(2), 30-33.
78. Paradisis, G., & Zacharogiannis, E. (2007). Effects of whole-body vibration training on sprint running kinematics and explosive strength performance. *Journal of Sports Science and medicine*. 6, 44-49.
79. Poston, B., Holcomb, W.R., Guadagnoli, M.A., & Linn, L.L. (2007). The acute effects of mechanical vibration on power output in the bench press. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(1), 199-203.
80. Radovanović, D., & Ignjatović, A. (2009). *Fiziološke osnove treninga sile i snage*. Niš: Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja.
81. Rodríguez-Jiménez, S., Benitez, A., García González, M.A., Moras Feliu, G., & Maffiuletti, N.A. (2014). The influence of preset frequency, loading condition and

- exercise type on mechanical behavior of a novel vibratory bar. *J Strength Cond Res.*, 28(4), 982-989.
82. Roelants, M., Delecluse, C., Goris, M., & Verschueren, S. (2004). Effects of 24 Weeks of Whole Body Vibration Training on Body Composition and Muscle Strength in Untrained Females. *International Journal of Sports Medicine.* 25(1), 1-5.
83. Ruiters, C.J., Raaijmakers, S.M., Schilperoort, J.V., Hollander, A.P., & Haan, A. (2003). The effects of 11 weeks whole body vibration training on jump height, contractile properties and activation of human knee extensors. *European Journal of Applied Physiology*, 90(5-6), 595-600.
84. Sanchez-Zuriaga, D., Vera-Garcia, F.J., Moreside, J.M., & McGill, S.M. (2009). Trunk muscle activation patterns and spine kinematics when using an oscillating blade: influence of different postures and blade orientations. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 90(6), 1055-1060.
85. Schlumberger, A., Salin, D., & Schmidtbleicher, D. (2001). Strength training with superimposed vibrations. *Sportverletz Sportschaden*, 15, 1-7.
86. Schott, J., McCully, K., & Rutherford, O.M. (1995). The role of metabolites in strength training. II. Short versus long isometric contractions. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 71(4), 337-341.
87. Seidel, H. (1988). Myoelectric reactions to ultra-low frequency and low-frequency whole body vibration. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 57(5), 558-562.
88. Siff, M., & Verkhoshansky, Y.V. (1999). *Supertraining*. Denver: Supertraining Institute.
89. Stojiljković, S. (2003). *Osnove opšte antropomotorike*. Niš: Studentski kulturni centar Niš.
90. Thibaudeau, C. (2007). *Theory and Application of Modern Strength and Power Methods*. Francois Lepine
91. Thepaut-Mathieu, C. Ban Hoeske, J., & Martin, B. (1988). Myoelectrical and mechanical changes linked to length specificity during isometric training. *J Appl Physiol*, 64, 1500-1505.
92. Torvinen, S., Kannus, P., Sievanen, H., Jarvinen, T.A.H., Pasanen, M., Kontulainen, S., Jarvinen, T.L.N., Jarvinen, M., Oja, P., & Vuori, I. (2002). Effect of four-month vertical whole body vibration on performance and balance. *Medical & Science in Sports & Exercise*. 34(9), 1523-1528.
93. Verhošanski, J.V. (1979). *Razvoj snage u sportu*. Beograd: Partizan.
94. Verkhoshansky, Y.V. (2006). *Special strength training – A practical manual for coaches*.

95. Welsh, L., & Rutherford, O.M. (1996). Effect of isometric strength training on quadriceps muscle propertise in over 55 year olds. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 72(3), 219-223.
96. Wilcock, I.M., Whatman, C. Harris, N., & Keogh, J.W. (2009). Vibration training: could it enhance the strength, power, or speed of athletes?. *J Strength Cond Res.*, 23(2), 593-603.
97. Wilson, G.J., Murphy, A.J., & Pryor, J.F. (1994). Musculotendinous stiffness: its relationship to eccentric, isometric, and concentric performance. *Journal of Applied Physiology*, 76, 2714-2719.
98. Zatsiorsky, V., & Kraemer, W.J. (2009). *Nauka i praksa u treningu snage*. Beograd: Data Status.
99. Željaskov, C. (2004). *Кондициони тренинг врхунских спортиста*. Београд: Спортска академија Београ.
100. Živković, M., & Herodek, K., (2013). Vibracioni trening manjih frekvencija. *Sport mont - časopis za sport, fizičku kulturu i zdravlje*, 37-39(1), 659-663



## 12. ПРИЛОЗИ

**Табела 43.** Дескриптивни статистички показатељи антропометријских карактеристика на иницијалном и на финалном мерењу по групама

Варијабла (јединица)	Мерење	Прва експериментал на група		Друга експериментал на група		Контролна група	
		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Висина тела (cm)	Иницијално	177,06	7,62	174,07	5,31	181,37	7,23
	Финално	177,06	7,62	174,07	5,31	181,37	7,23
Телесна маса (kg)	Иницијално	73,91	9,30	72,51	10,12	77,19	7,99
	Финално	73,13	8,26	72,72	8,01	76,61	7,69
Body mass index (BMI)	Иницијално	23,52	1,99	23,91	2,98	23,45	1,90
	Финално	23,27	1,50	23,99	2,34	23,30	1,99

Легенда: **Mean** – аритметичка средина; **SD** – стандардна девијација

**Табела 44.** Резултати мултиваријантне анализе варијансе (*MANOVA*) варијабли антропометријских карактеристика између испитаника прве експерименталне групе ( $n=15$ ), друге експерименталне групе ( $n=15$ ) и контролне групе ( $n=30$ ) на иницијалном мерењу.

Effect	Wilks' Lambda	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Група	,816	1,964 <sup>a</sup>	6,000	110,000	,077

Легенда: **Wilks' Lambda** – *Wilks' Lambda* статистика; **F** – *F* статистика; **Hypothesis df** – степен слободе; **Error df** – степен слободе грешке; **Sig.** – статистичка значајност

**Табела 45.** Резултати униваријантне анализе варијансе (ANOVA) варијабли антропометријских карактеристика између испитаника прве експерименталне групе ( $n=15$ ), друге експерименталне групе ( $n=15$ ) и контролне групе ( $n=30$ ) на иницијалном мерењу.

Варијабла (јединица)		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Висина тела (cm)	Између група	572,380	2	286,190	5,990	,004
	Унутар група	2723,136	57	47,774		
	Укупно	3295,516	59			
Телесна маса (kg)	Између група	251,769	2	125,884	1,595	,212
	Унутар група	4497,961	57	78,912		
	Укупно	4749,730	59			
Body mass index (BMI)	Између група	2,144	2	1,072	,215	,807
	Унутар група	284,110	57	4,984		
	Укупно	286,254	59			

Легенда: **Sum of Squares** – сума квадрата; **df** – степен слободe; **Mean Square** – варијанса; **F** –  $F$  статистика; **Sig.** – статистичка значајност

**Табела 46.** Резултати униваријантне анализе варијансе за поновљена мерења (*Repeated Measures ANOVA*) варијабли антропометријских карактеристика код испитаника прве експерименталне групе ( $n=15$ ) између иницијалног и финалног мерења.

Варијабла (јединица)	Wilks' Lambda	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Телесна маса (kg)	,919	1,238 <sup>a</sup>	1,000	14,000	,285
Body mass index (BMI)	,920	1,212 <sup>a</sup>	1,000	14,000	,290

Легенда: **Wilks' Lambda** – *Wilks' Lambda* статистика ; **F** –  $F$  статистика; **Hypothesis df** – степен слободe; **Error df** – степен слободe грешке; **Sig.** – статистичка значајност

**Табела 47.** Резултати униваријантне анализе варијансе за поновљена мерења (*Repeated Measures ANOVA*) варијабли антропометријских карактеристика код испитаника друге експерименталне групе ( $n=15$ ) између иницијалног и финалног мерења.

Варијабла (јединица)	Wilks' Lambda	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Телесна маса (kg)	,995	,073 <sup>a</sup>	1,000	14,000	,791
Body mass index (BMI)	,993	,102 <sup>a</sup>	1,000	14,000	,755

Легенда: **Wilks' Lambda** – *Wilks' Lambda* статистика ; **F** –  $F$  статистика; **Hypothesis df** – степен слободe; **Error df** – степен слободe грешке; **Sig.** – статистичка значајност

**Табела 48.** Резултати униваријантне анализе варијансе за поновљена мерења (*Repeated Measures ANOVA*) варијабли антропометријских карактеристика код испитаника контролне групе ( $n=30$ ) између иницијалног и финалног мерења.

Варијабла (јединица)	Wilks' Lambda	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Телесна маса (kg)	,967	,983 <sup>a</sup>	1,000	29,000	,330
<i>Body mass index</i> (BMI)	,972	,825 <sup>a</sup>	1,000	29,000	,371

Легенда: **Wilks' Lambda** – *Wilks' Lambda* статистика; **F** – *F* статистика; **Hypothesis df** – степен слободе; **Error df** – степен слободе грешке; **Sig.** – статистичка значајност

**Табела 49.** Резултати мултиваријантне анализе варијансе (*MANOVA*) варијабли антропометријских карактеристика између испитаника прве експерименталне групе ( $n=15$ ), друге експерименталне групе ( $n=15$ ) и контролне групе ( $n=30$ ) на финалном мерењу.

Effect	Wilks' Lambda	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Група	,818	2,966 <sup>a</sup>	4,000	112,000	,023

Легенда: **Wilks' Lambda** – *Wilks' Lambda* статистика; **F** – *F* статистика; **Hypothesis df** – степен слободе; **Error df** – степен слободе грешке; **Sig.** – статистичка значајност

**Табела 50.** Резултати униваријантне анализе варијансе (*ANOVA*) варијабли антропометријских карактеристика између испитаника прве експерименталне групе ( $n=15$ ), друге експерименталне групе ( $n=15$ ) и контролне групе ( $n=30$ ) на финалном мерењу.

Варијабла (јединица)		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Телесна маса (kg)	Between Groups	205,002	2	102,501	1,638	,203
	Within Groups	3567,734	57	62,592		
	Total	3772,736	59			
<i>Body mass index</i> (BMI)	Between Groups	5,629	2	2,815	,721	,491
	Within Groups	222,440	57	3,902		
	Total	228,069	59			

Легенда: **Sum of Squares** – сума квадрата; **df** – степен слободе; **Mean Square** – варијанса; **F** – *F* статистика; **Sig.** – статистичка значајност

**Табела 51.** Резултати мултиваријантне анализе коваријансе (*MANCOVA*) за испитивање ефеката експерименталног програма на антропометријске карактеристике код испитаника свих група.

Варијабла (јединица)	Wilks' Lambda	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Телесна маса (kg)	,002	12546,897 <sup>a</sup>	2,000	54,000	,000
<i>Body mass index</i> (BMI)	,003	7813,943 <sup>a</sup>	2,000	54,000	,000
Експериментални програм	,967	,453 <sup>a</sup>	4,000	108,000	,770

Легенда: **Wilks' Lambda** – *Wilks' Lambda* статистика; **F** – *F* статистика; **Hypothesis df** – степен слободe; **Error df** – степен слободe грешке; **Sig.** – статистичка значајност

**Табела 52.** Резултати униваријантне анализе коваријансе (*ANCOVA*) за испитивање ефеката експерименталног програма на појединачне вредности антропометријских карактеристика код испитаника свих група.

Варијабла (јединица) <i>иницијално мерење</i>	Варијабла (јединица) <i>финално мерење</i>	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Телесна маса (kg)	Телесна маса (kg)	1536,782	1	1536,782	215,010	<b>,000</b>
	<i>Body mass index</i> (BMI)	1,755	1	1,755	2,449	,123
<i>Body mass index</i> (BMI)	Телесна маса (kg)	11,218	1	11,218	1,570	,216
	<i>Body mass index</i> (BMI)	95,663	1	95,663	133,494	<b>,000</b>
Експериментални програм	Телесна маса (kg)	6,834	2	3,417	,478	,623
	<i>Body mass index</i> (BMI)	,819	2	,409	,571	,568

Легенда: **Type III Sum of Squares** – сума квадрата; **df** – степен слободe; **Mean Square** – варијанса; **F** – *F* статистик; **Sig.** – статистичка значајност

## 13. БИОГРАФИЈА

Младен Живковић, асистент

☎ Кућни: +381 18 4292400, 4292401

☎ Пословни: +381 18 242482

📱 Мобилни: +381 63 1045845

✉ eMail: profzile@gmail.com

🌐 web: www.fsv.ni.ac.rs

✉ Кућна адреса

Максима Горког 5/62

18000 Ниш

СРБИЈА



### Лични подаци

Датум рођења: 08.04.1987. године, Ниш, Србија

### Професионална каријера

	Универзитет у Нишу, Факултет спорта и физичког васпитања
2009 – у току	<u>Позиција:</u> асистент на предмету Антропомоторика (обавезни предмет) и Методика моторичког учење (изборни предмет)  <u>Обавезе и дужности:</u> држање вежби, оцењивање практичног дела испита, консултације са студентима
2008 – 2009	Универзитет у Нишу, Факултет спорта и физичког васпитања <u>Позиција:</u> Демонстратор на предмету Антропомоторика <u>Обавезе и дужности:</u> држање вежби

### Образовање

2008 – у току	Универзитет у Нишу, Факултет спорта и физичког васпитања, докторске студије  Тема доктората: „Ефекти вибрационог и изометријског тренинга на параметре експлозивне снаге”
---------------	---

## ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА

---

2005 – 2008	Универзитет у Нишу, Факултет спорта и физичког васпитања, професор физичке културе
2001 – 2005	Економска школа

---

Студије у трајању од четири године завршио за три године и један месец.

Награда општине Медијана за најбољег студента у општини за 2008. годину.

Награда 11. фебруар за најбољег студента на Универзитету у Нишу за 2008, 2009. и 2010. годину.

### Способности

---

Језици:	Српски (матерњи језик) Енглески (Б2, течно и добро знање у говору, читању и писању)
Компјутери:	<i>Microsoft Office Pack (Word, Excel, Power Point),</i> Интернет, <i>Photoshop</i>

---

## 14. ИЗЈАВЕ АУТОРА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ



---

Прилог 1.

### ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ

Изјављујем да је докторска дисертација, под насловом  
ЕЛЕКТИ ВИБРАЦИОНОГ И ИЗОМЕТРИЈСКОГ ТРЕНИНГА УЖ  
ПАРАМЕТРЕ ЕКСПЛОЗИВНЕ СНАЈЕ

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена дисертација, ни у целини, ни у деловима, није била предложена за добијање било које дипломе, према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам крадио/ла ауторска права, нити злоупотребио/ла интелектуалну својину других лица.

У Нишу, 14.07.2016

Аутор дисертације:

Младен Живковић

Потпис докторанда:

M. Živković



Прилог 2.

**ИЗЈАВА О ИСЛОВЕТНОСТИ ШТАМПАНЕ И ЕЛЕКТРОНСКЕ ВЕРЗИЈЕ ДОКТОРСКЕ  
ДИСЕРТАЦИЈЕ**

Име и презиме аутора:

Младен Живковић

Студијски програм:

ДМС, СПОРТСКЕ НАУКЕ

Наслов рада:

ЕФЕКТИ ВИБРАЦИОНОГ И ИЗОВЕТРИЈСКОГ ТРЕНИНГА НА ПАРАМЕТРЕ ЕКСПЛОЗИВНЕ СИМЛЕ

Ментор:

Проф. др Катарина Херодек

Изјављујем да је штампана верзија моје докторске дисертације истоветна електронској верзији, коју сам предао/ла за уношење у **Дигитални репозиторијум Универзитета у Нишу**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци, који су у вези са 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, 14.07.2024.

Аутор дисертације:

Младен Живковић

Потпис докторанда:

[Својеручни потпис]





Прилог 3.

ИЗЈАВА О КОРИШЋЕЊУ

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Никола Тесла“ да, у Дигитални репозиторијум Универзитета у Нишу, унесе моју докторску дисертацију, под насловом:

ЕФЕКТИ ВИБРАЦИОНОГ И ИЗОМЕТРИЈСКОГ ТРЕЊИЊА НА  
ПАРАМЕТРЕ ЕКСПЛОЗИВНЕ СИЈАКЕ

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату, 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
2. Ауторство – некомерцијално
3. Ауторство – некомерцијално – без прераде
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима
5. Ауторство – без прераде
6. Ауторство – делити под истим условима

(Молимо да подвучете само једну од шест понуђених лиценци; кратак опис лиценци је у наставку текста).

У Нишу, 14.07.2014

Аутор дисертације: Младен Живковић

Потпис докторанда:

[Потпис]