



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ  
ФАКУЛТЕТ СПОРТА И ФИЗИЧКОГ ВАСПИТАЊА

**ЕФЕКТИ РАЗЛИЧИТИХ МЕТОДА ТРЕНИНГА  
СНАГЕ НА АНТРОПОЛОШКИ СТАТУС  
МУШКАРАЦА У КАСНОЈ АДОЛЕСЦЕНЦИЈИ**

ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА

Ментор: Проф. др Јелена Обрадовић      Кандидат: Милан Пантовић

Нови Сад, 2015 године

## САЖЕТАК

Главни циљ овог истраживања је био утврдити да ли и како експериментални рад применом три различите методе тренинга снаге утиче на ниво снаге, морфолошке карактеристике и телесни састав посматраног узорка.

Узорак испитаника је чинио 75 здравих адолесцената студената Факултета спорта и физичког васпитања у Новом Саду узраста  $20 \pm 0.5$  година. У петонедељни експериментални програм је укључено 45 студената насумично подељених у три експерименталне групе. Прва експериментална Е1 група ( $n=15$ ) је упражњавала комплексни тренинг, друга експериментална група Е2 ( $n=15$ ) је упражњавала неуромишићну електростимулацију, а трећа експериментална Е3 група ( $n=15$ ) је упражњавала вибрациони тренинг. Четврта група од 30 студената је упражњавала уобичајен програм практичних предавања на Факултету спорта и физичког васпитања, и користила се као контролна група (К).

Разлике између група на иницијалном мерењу тестиране су применом мултиваријатне и униваријатне анализе варијансе за све примењене варијабле. За утврђивање ефекта примењеног третмана примењен је т тест, мултиваријатна анализа коваријансе за цео систем примењених варијабли, а за поједине варијабле униваријатна анализа коваријансе. На основу резултата мултиваријатне анализе варијансе за целокупан систем моторичких варијабли уочена је статистичка значајност од  $F = 2,85$   $P = 0,01$ .

У варијаблама вертикалне скочности испитаници Е1 групе остварили напредак који је статистички значајан, у варијаблама: скок из получучња (0,01), скок кроз получучањ (0,02). Такође је уочен напредак код испитаника Е2 групе: скок из получучња (0,00), скок кроз получучањ (0,00), просечна висина узастопних скокова кроз получучањ (0,01), просечна сила скокова кроз получучањ (0,01). Није забележен напредак у варијаблама вертикалне скочности код испитаника Е3 групе. У варијаблама трчања на 30 m све три групе су оствариле статистички значајан напредак. на рачун стартног убрзања напредак су оствариле Е1 и Е3 група, док је Е2 група свој напредак остварила у фази постизања максималне брзине трчања. У морфолошким и варијаблама телесног састава нису уочене статистички значајне промене настале применом различитих метода тренинга снаге ( $P=0,09$ ;  $F = 1,488$ ). Закључак овог истраживања је да би унутар комплексног тренинга

било пожељно имплементирати и друга два истраживана метода у циљу постизања максималних резултата у развоју експлозивне снаге.

Кључне речи: комплексни тренинг, неуромишићна електростимулација, вибрациони тренинг.

The main aim of this study was to determine whether and how the experimental treatment using three different methods of strength training affects the power level, the morphological characteristics and body composition of the research sample.

The sample was consisted of 75 healthy adolescents, students of the Faculty of Sport and Physical Education in Novi Sad, aged  $20 \pm 0.5$  years. The five-week experimental program involved 45 students randomly assigned in three experimental groups during five weeks period. The first experimental E1 group ( $n = 15$ ) performed complex training, the second experimental group E2 ( $n = 15$ ) performed neuromuscular electrostimulation, and the third experimental E3 group ( $n = 15$ ) performed whole body vibration training. The fourth group of 30 students practiced the usual program of practical lectures at the Faculty of Sport and Physical Education, and it was used as a control group (K).

Baseline differences between groups were analyzed using multivariate and univariate analysis of variance. Effects of experimental protocols were assessed using t test, multivariate and univariate analysis of covariance. Results of multivariate analysis of covariance revealed statistically significant differences in observed sample ( $P=0,01$ ).

The variables of vertical jumping subjects from E1 groups made statistically significant progress in: squat jump (0.01), countermovement jump (0.02). It was also observed statistically significant improvement in E2 group subjects: squat jump (0.00), countermovement jump (0.00), continuous jump with bent legs (0.01), the average force - continuous jump with bent legs (0.01). There has been no progress in the variables of vertical jumping test in E3 group subjects. The variables running at 30 m all three groups showed statistically significant improvement. On account of the starting acceleration, progress was achieved in E1 and E3 group, while E2 group achieved progress in phase of maximal speed. Analysis of morphological characteristics and body composition showed no statistically significant changes after implemented experimental protocol ( $P=0,09$ ;  $F = 1,488$ ). Conclusion of this research leads to notice that for achieving maximal results in muscle power development, into complex training method should be implemented other two investigated experimental methods.

Key words: complex training, neuromuscular electrostimulation, whole body vibration.

## Садржај

1	УВОД.....	11
2	ТЕОРИЈСКИ МОДЕЛ.....	13
2.1	КОМПЛЕКСНИ ТРЕНИНГ.....	13
2.1.1	Историјски преглед настанка комплексног тренинга.....	13
2.1.2	Физиолошки аспекти комплексног тренинга - постаktивацијска потенцијација.....	16
2.1.3	Циљеви и задаци комплексног тренинга.....	18
2.1.4	Методика рада у комплексном тренингу.....	18
2.1.5	Принципи комплексног тренинга.....	19
2.1.6	Досадашња истраживања утицаја комплексног тренинга на експлозивну снагу.....	20
2.2	НЕУРОМИШИЋНА ЕЛЕКТРО СТИМУЛАЦИЈА.....	25
2.2.1	Историјски преглед настанка.....	25
2.2.2	Физиолошки аспекти неуромишићне електростимулације.....	27
2.2.3	Циљеви и задаци неуромишићне електростимулације.....	34
2.2.4	Методика неуромишићне електростимулације.....	35
2.2.5	Принципи неуромишићне електростимулације.....	40
2.2.6	Утицај неуромишићне електростимулације на експлозивну снагу. Досадашња истраживања.....	40
2.3	ВИБРАЦИОНИ ТРЕНИНГ.....	45
2.3.1	Историјски преглед настанка.....	45
2.3.2	Физиолошки аспекти вибрационог тренинга.....	47
2.3.3	Циљеви и задаци.....	52
2.3.4	Методe и принципи рада у вибрационом тренингу.....	53
2.3.5	Досадашња истраживања ефеката вибрационог тренинга на експлозивну снагу.....	63
3	ПРЕДМЕТ, ПРОБЛЕМ И ЦИЉЕВИ.....	68
4	ХИПОТЕЗЕ ИСТРАЖИВАЊА.....	70
5	МЕТОДЕ РАДА.....	72
5.1	УЗОРАК ИСПИТАНИКА.....	72

5.2	УЗОРАК ТЕСТОВА И МЕРА .....	73
5.2.1	Опис моторичких тестова .....	74
5.2.2	Антропометрија.....	81
5.2.3	Телесни састав.....	81
5.3	ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ТРЕТМАН .....	83
5.3.1	Експериментални програм за групу – комплексни тренинг .....	83
5.3.2	Експериментални програм за групу – неуромишићна електростимулација....	84
5.3.3	Експериментални програм за групу – вибрациони тренинг .....	87
5.4	МЕТОДЕ ОБРАДЕ ПОДАТАКА.....	88
6	Резултати истраживања са дискусијом.....	89
7	Ефекти различитих метода тренинга на снагу испитаника.....	160
8	Закључак.....	168
9	Значај истраживања.....	170
	Литература.....	172

**УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ  
ФАКУЛТЕТ СПОРТА И ФИЗИЧКОГ ВАСПИТАЊА**

**KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA**

Redni broj: RBR	
Identifikacioni broj: IBR	
Tip dokumentacije: TD	Monografska dokumentacija
Tip zapisa: TZ	Tekstualni štampani materijal
Vrsta rada (dipl., mag., dokt.): VR	Doktorska disertacija
Ime i prezime autora: AU	Milan Pantović
Mentor (titula, ime, prezime, zvanje): MN	Dr Jelena Obradović
Naslov rada: NR	Efekti različitih metoda treninga snage na antropološki status muškaraca u kasnoj adolescenciji
Jezik publikacije: JP	srpski
Jezik izvoda: JI	srp. / eng.
Zemlja publikovanja: ZP	Srbija
Uže geografsko područje: UGP	Srbija/Vojvodina
Godina: GO	2015
Izdavač: IZ	autorski reprint
Mesto i adresa: MA	Novi Sad, Šumadijska 19

Fizički opis rada: FO	(broj poglavlja - 9/ stranica - 179/ slika - 23/ grafikona - 12/ referenci - 173)
Naučna oblast: NO	Društveno humanističke nauke
Naučna disciplina: ND	Osnovne naučne discipline u sportu i fizičkom vaspitanju
Predmetna odrednica, ključne reči: PO	Kompleksni trening, neuromišićna elektrostimulacija, vibracioni trening
UDK	
Čuva se: ČU	Biblioteka fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja
Važna napomena: VN	
Izvod: IZ	<p>Главни циљ овог истраживања је био утврдити да ли и како експериментални рад применом три различите методе тренинга снаге утиче на ниво снаге, морфолошке карактеристике и телесни састав посматраног узорка.</p> <p>Узорак испитаника је чинио 75 здравих адолесцената студената Факултета спорта и физичког васпитања у Новом Саду узраста <math>20 \pm 0.5</math> година. У петонедељни експериментални програм је укључено 45 студената насумично подељених у три експерименталне групе. Прва експериментална Е1 група (n=15) је упражњавала комплексни тренинг, друга експериментална група Е2 (n=15) је упражњавала неуромишићну електростимулацију, а трећа експериментална Е3 група (n=15) је упражњавала вибрациони тренинг. Четврта група од 30 студената је упражњавала уобичајен програм практичних предавања на Факултету спорта и физичког васпитања, и користила се као контролна група (К).</p> <p>Разлике између група на иницијалном мерењу тестиране су применом мултиваријатне и униваријатне анализе варијансе за све примењене варијабле. За утврђивање ефекта примењеног третмана примењен је т тест, мултиваријатна анализа коваријансе за цео систем примењених варијабли, а за поједине варијабле униваријатна анализа коваријансе. На основу резултата мултиваријатне анализе варијансе за целокупан систем моторичких варијабли уочена је статистичка значајност од <math>F = 2,85</math> <math>P = 0,01</math>.</p> <p>У варијаблама вертикалне скочности испитаници Е1 групе остварили напредак који је статистички значајан, у варијаблама: скок из получучањ (0,01), скок кроз получучањ (0,02). Такође је уочен напредак код испитаника Е2 групе: скок из получучањ (0,00), скок кроз получучањ (0,00), просечна висина узастопних скокова кроз получучањ (0,01), просечна сила скокова кроз получучањ (0,01). Није забележен напредак у варијаблама вертикалне скочности код испитаника Е3 групе. У варијаблама трчања на 30 m све три групе су оствариле статистички значајан напредак. на рачун стартног убрзања напредак су оствариле Е1 и Е3 група, док је Е2 група свој напредак остварила у фази постизања максималне брзине трчања. У морфолошким и варијаблама телесног састава нису уочене статистички значајне промене настале применом различитих метода тренинга снаге (<math>P=0,09</math>; <math>F = 1,488</math>). Закључак овог истраживања је да би унутар комплексног тренинга било пожељно имплементирати и друга два истраживана метода у циљу постизања максималних резултата у развоју експлозивне снаге.</p>

Datum prihvatanja teme od strane Senata: DP	
Datum odbrane: DO	
Članovi komisije: (ime i prezime / titula / zvanje / naziv organizacije / status) KO	predsednik: član: član:



University of Novi Sad  
Faculty of Sport and Physical Education  
Key word documentation

Accession number: ANO	
Identification number: INO	
Document type: DT	Monograph documentation
Type of record: TR	Textual printed material
Contents code: CC	
Author: AU	Milan Pantović
Mentor: MN	Dr Jelena Obradović
Title: TI	Effects of different strength training methods on anthropological status of males in late adolescence.
Language of text: LT	serbian
Language of abstract: LA	srp. / eng.
Country of publication: CP	Serbia
Locality of publication: LP	Serbia/Vojvodina
Publication year: PY	2015
Publisher: PU	Authors reprint
Publication place: PP	Novi Sad, Šumadijska 19

Physical description: PD	(chapters - 9/ pages - 179/ pictures - 23/ graphs - 12/ references - 173)
Scientific field SF	Social sciences and humanities
Scientific discipline SD	Basic scientific disciplines in sport and physical education
Subject, Key words SKW	Complex training, neuromuscular electrical stimulation, whole body vibration
UC	
Holding data: HD	Library of Faculty of Sport and Physical Education
Note: N	
Abstract: AB	<p>The main aim of this study was to determine whether and how the experimental treatment using three different methods of strength training affects the power level, the morphological characteristics and body composition of the research sample.</p> <p>The sample was consisted of 75 healthy adolescents, students of the Faculty of Sport and Physical Education in Novi Sad, aged <math>20 \pm 0.5</math> years. The five-week experimental program involved 45 students randomly assigned in three experimental groups during five weeks period. The first experimental E1 group (n = 15) performed complex training, the second experimental group E2 (n = 15) performed neuromuscular electrostimulation, and the third experimental E3 group (n = 15) performed whole body vibration training. The fourth group of 30 students practiced the usual program of practical lectures at the Faculty of Sport and Physical Education, and it was used as a control group (K).</p> <p>Baseline differences between groups were analyzed using multivariate and univariate analysis of variance. Effects of experimental protocols were assessed using t test, multivariate and univariate analysis of covariance. Results of multivariate analysis of covariance revealed statistically significant differences in observed sample (<math>P=0,01</math>).</p> <p>The variables of vertical jumping subjects from E1 groups made statistically significant progress in: squat jump (0.01), countermovement jump (0.02). It was also observed statistically significant improvement in E2 group subjects: squat jump (0.00), countermovement jump (0.00), countinuous jump with bent legs (0.01), the average force - countinuous jump with bent legs (0.01). There has been no progress in the variables of vertical jumping test in E3 group subjects. The variables running at 30 m all three groups showed statistically significant improvement. On account of the starting acceleration, progress was achieved in E1 and E3 group, while E2 group achieved progress in phase of maximal speed. Analysis of morphological characteristics and body composition showed no statistically significant changes after implemented experimental protocol (<math>P=0,09</math>; <math>F = 1,488</math>). Conclusion of this research leads to notice that for achieving maximal results in muscle power development, into complex training method should be implemented other two investigated experimental methods.</p>

Accepted on Senate on: AS	
Defended: DE	
Thesis Defend Board: DB	president: member: member:

# 1 УВОД

Човек је одувек тежио померању граница сопствених физичких могућности. Спортисти су сваким наредним тренингом покушавали да постигну бољи резултат, а тренери тежили томе да разраде нове методе које би довеле до постизања бољих ефеката тренинга. У економском и политичком контексту, свако померање граница људских могућности значило је отварање нових опција аутопропагирања. Тежња ка померању граница човекових физичких могућности сеже до гледалаца, аудиторијума који од сваког наредног такмичења очекује нови спектакал и обарања актуелних рекорда. Рачун тих померања граница људских могућности често је био на крају испостављан спортистима у виду различитих повреда, акутних и хроничних негативних здравствених стања.

Готово све физичке активности у себи садрже елементе снаге, брзине, издржљивости, гipкости. Вежбе при којима се савладава оптерећење се називају вежбе снаге (Вотра, 1999). Максимални тренажни интензитет је веома ефикасан у процесу развоја физичких способности, с обзиром на то да такмичарска активност често захтева испољавање максималних физичких напора (Bondarchuk, 2010).

Вежбе снаге се могу класификовати према дужини мишића на: статичке или изометријске које дословно значе константна иста дужина, динамичке које су подељене на вежбе са концентричном, ексцентричном и реверзибилном мишићном акцијом. Динамичке вежбе се често називају и изотоничке. Међу динамичким вежбама посебну групу чине изокинетичке вежбе (вежбе непроменљиве брзине).

Напредак науке у различитим пољима је довео и до нових метода у тренингу спортиста, које нуде мање или више агресиван приступ остваривању врхунских спортских достигнућа. Истраживање механизма који доводе до увећања спортских перформанси свакако би требало да буду предмет већих интересовања истраживача.

Последњих година сведоци смо све веће примене како старих, тако и нових тренажних метода које имају за циљ побољшање моторичких способности спортиста. Неке од њих попут комплексног тренинга су настале случајно и услед недостатка адекватних услова за тренинг, док су неке производ великог финансијског улагања попут неуромишићне електростимулације или вибрационог тренинга. Тежња аутора да оптимизује и минимализује оптерећење локомоторног апарата у тренажном процесу,

навела га је да испита нове могућности у савременом тренингу. Последњих година наилазимо на све већу примену, у светским оквирима, комерцијалних неуромишићних електростимулатора као и вибрационих платформи. Код нас њихова примена је још увек на ниском нивоу у односу на западне али и источне земље. Такође примећујемо све већи број научних истраживања која се баве поменутом проблематиком. Неуромишићна електростимулација је као метод последњих 70 година предмет разних истраживања, а сам напредак науке и појаве микропроцесора доноси нове могућности примене неуромишићне електростимулације. Вибрациони метод такође има своју дугу историју постојања али се може рећи да је тек након 2000. године заправо кренуло са озбиљнијим научним истраживањима у овој области. Оба поменута, по неким ауторима названа *експериментална метода у тренингу снаге* наводе на могућност повећања мишићне снаге уз знатно мање оптерећење на локомоторни апарат у односу на класичне и препознате методе за развој снаге (попут комплексног тренинга).

Интересовање аутора о могућностима постизања максималних резултата уз минимално оптерећење локомоторног апарата, младих спортиста обзиром да смо сведоци све чешћег повређивања спортиста услед повећаног тренажног оптерећења и притиска тренера, управа и разних других структура, из једноставне заблуде да у спорту увек више значи и боље, довело је до реализације овог истраживања на узорку старијих адолесцената који су укључени у различите тренажне процесе.

## 2 ТЕОРИЈСКИ МОДЕЛ

Правилан приступ сваком истраживању подразумева претходну поставку теоријског модела истраживања који се заснива на досадашњим искуствима у проучавању актуелног предмета те постављању одговарајућих хипотеза.

### 2.1 КОМПЛЕКСНИ ТРЕНИНГ











Комплексни тренинг као метод повећања експлозивне снаге мишића, нашао је и оправдао своје место у припреми врхунских спортиста. Овај метод рада карактерише наизменично смењивање вежби снаге субмаксималног оптерећења и балистичких покрета истог биомеханичког шаблона (комплексни пар). Извођење комплекса се понавља 2-3 пута. Трајање пауза унутар комплексног пара износи од 2 до 4 минуте, а између комплекса 5 до 10 минута. Унутар једног тренинга могуће је изводити више различитих комплексних парова.

#### 2.1.1 Историјски преглед настанка комплексног тренинга

Раних 70-их година двадесетог века Јуриј Верхошански је предлагао да када се изводе вежбе снаге са максималним оптерећењем пре плиометријских вежби (главна активност) са истом моторном активношћу, та главна моторна активност ће бити значајно побољшана (Gouvêa, Fernandes, César, Silva, & Gomes, 2012). Међутим, корене комплексног тренинга можемо наћи током 50-их година када је Јуриј Верхошански био непознат тренер и велики поштовалац рада др Владимира Ђакова, аутора првих научних принципа у тренингу скакача (Verkhoshansky, N. 2011). Крајем 50-их година прошлог века, Верхошански је постао тренер мале групе атлетичара (скакача) сачињене од студената *Аеронаутичког Инжењерског Института*. С обзиром да нису имали адекватан простор за вежбање током зимских дана, Верхошански и студенти су тренирали на степеништу и ходницима Института. Тако су атлетичари били подељени у две групе: док је једна група вежбала са теговима, друга група је радила скокове у ходнику. Убрзо је откривено да спортисти који су врховима прстију шаке додиривали плафон, након извесног времена почели су да додирују плафон целом површином длана. Откривање могућности новог метода рада са спортистима забележиће и сам Верхошански: *Почели смо елаборирање овог новог сазнања*

са великим ентузијазмом, покушавајући да побољшамо методологију коришћења вежби са слободним тегом (Verkhoshansky, 2011). Касније, у својим размишљањима о начину како би могао да оствари велико мишићно напрезање (попут оног што се дешава код троскокаша), дошао је на идеју да користи кинетичку енергију људског тела приликом падова. Управо је то био почетак револуционарног начина тренирања 20. века, познат као дубински скокови. Нешто касније је додао и коришћење кинетичке енергије тега који пада како би повећао мишићно напрезање горњих екстремитета. Верхошански је своје откриће назвао *шок метод* (Verkhoshansky, 2011).

Сам метод комплексног тренинга је подразумевао комбинацију мишићних напрезања од 2-3 понављања на 90-95% од репетитивног максимума, које је пратило 6-8 понављања са оптерећењем од 30% од репетитивног максимума, која се изводе максималном брзином. Одмор између сетова је износио 3-4 минута, а када се мењало оптерећење износио је 3-5 минута. У једном тренингу су се изводиле 2-3 серије са паузама између серија од 8-10 минута (Verkhoshanskiĭ, 2006).

First exercise	Rest between exercises	Second exercise	Number of reps of complex	Rest between reps of complex
 90% 2x2-3 rest 3-4'	4-6'	 30% 3x6-8 rest 3-4'	2-3	8-10'
 16-24-32 kg 2x6-8 rest 3-4'	3-4'	 6-8 jumps 2x5-6 rest 3-4'	2-3	6-8'
 80-85% 2x2-3 rest 3-4'	3-5'	 16-24-32kg 2-3x4-6 rest 3-4'	2-3	6-8'
 70-80% 2x5-6 rest 2-4'	4-6'	 3 jumps 2-3x6-8 rest 4-6'	2-3	6-8'
 90-95% 2x2 rest 2-4'	4-6'	 h=0.75m 2x6-9 rest 4-6'	2-3	8-10'

Слика 1. Пример вежби у комплексном тренингу. Слика преузета из Verkhoshanskiĭ, I. V. (2006). *Special strength training: A practical manual for coaches*. Ultimate Athletic Concepts.

Своју ефикасност комплексни тренинг је потврдио у истраживањима многих аутора (Adams, O'Shea, O'Shea, & Climstein, 1992; Chu, 1998; Jensen, & Ebben, 2003). Интересовање за испитивање ефеката комплексног тренинга је и даље актуелно.



### **2.1.2 Физиолошки аспекти комплексног тренинга - постактивацијска потенцијација**

Комплексни тренинг представља стратегију тренинга која укључује вежбе снаге са субмаксималним оптерећењем које претходе експлозивним покретима сличних биомеханичких карактеристика, што се сматра да представља комплексни пар (Hodgson, Docherty, & Robbins, 2005). Комплексни пар који се понавља у више серија током времена производи дуготрајне позитивне промене способности мишића за манифестацију експлозивне снаге. Феномен који се везује за комплексни тренинг назива се Постактивацијска потенцијација (ПАП). Постактивацијска потенцијација настаје вољном контракцијом мишића при максималним и субмаксималним оптерећењима, и доследно се манифестује кроз повећање вршне снаге и брзине развоја мишићне силе током каснијих контракција (Tillin, & Bishop, 2009). Постоје два предложена механизма настанка ПАП (Lorenz, 2011). Према Лоренцу, први механизам би био фосфоризација миозинских ланаца, док би други механизам био везан за синаптичку ексцитацију унутар кичмене мождине. Врло је вероватно да ПАП настаје захваљујући повећању фосфоризације ланаца миозина чинећи актин-миозин осетљивији на позитивне јоне Калцијума ( $Ca^{2+}$ ) током наредних контракција, као и адаптацијама рефлексних активности кичмене мождине (Hamada, Sale, MacDougall, & Tarnopolsky, 2000). Најбитнија мишићна карактеристика која утиче на ниво ПАП, јесте тип мишићног влакна. Фосфоризација миозинских ланаца је вероватно од највећег значаја за брза мишићна влакна, односно за изражено повећање осетљивости миофиламената на  $Ca^{2+}$  у брзим мишићним влакнима (Moore, & Stull, 1984). Постојање корелације између дистрибуције типова мишићних влакана и ПАП, као и скраћење времена мишићне контракције и увећање мишићног акционог потенцијала у корелацији је и са дистрибуцијом типова мишићних влакана (Hamada et al. 2000). Ова сазнања подразумевају да би спортисти оријентисани на активности брзинског и снажног карактера испољавали виши ниво потенцијације, с обзиром да се за те спортске активности ангажују доминантно брза мишићна влакна (Duthie, Young, & Aitken, 2002). Побољшања мишићне ефикасности се приписују или неуралним адаптацијама или моторном трансферу (Kotzamanidis, Chatzopoulos, Michailidis, Papaiakevou, & Patikas, 2005). Испитивања Х-рефлекса (Trimble, & Harp, 1998) указују на могуће неуралне

механизме ПАП. Сматра се да ПАП увећава вредности Х-рефлекса<sup>1</sup>, повећавајући ниво слања нервних импулса у мишић (Hodgson et al. 2005). С друге стране, наглашава се важност паузе унутар комплексног пара (Gossen & Sale 2000). Са практичног становишта у спортским активностима коришћење ПАП у балистичким контракцијама би требало да буде између 1 до 3 минута након максималних напрезања (Miyamoto, Kanehisa, Fukunaga, & Kawakami, 2011). Веома битно је нагласити да ПАП као стимулус приказује значајна повећања вредности испољавања мишићне снаге код високо тренираних спортиста (French, Kraemer, & Cooke, 2003).

---

<sup>1</sup> Хофманов рефлекс, назван по немачком научнику Паул Хофману 1910. године; представља електрично изазван пандам механичко-миотатичком рефлексу, са разликом да Х-рефлекс заобилази мишићно вретено што га чини изузетно важним алатом у дијагностицирању моносинаптичке рефлексне активности кичмене мождине.

### **2.1.3 Циљеви и задаци комплексног тренинга**

Циљ комплексног тренинга је да програмираним и систематским моторичким активностима допринесе развоју моторичких способности, које ће допринети стицању, усавршавању и примени моторичких умења и навика као и достигнућа у спортским активностима.

Задаци комплексног тренинга:

- Подизање нивоа снаге, нарочито експлозивне снаге.

### **2.1.4 Методика рада у комплексном тренингу**

Основно средство рада у комплексном тренингу је ВЕЖБА коју чини спој моторичких активности вежбача субмаксималног и плиометријског карактера напрезања. У комплексном тренингу се користе реквизити као што су: слободни тегови (олимпијска шипка, тегови, сталак, дизачки појас, клупе), који за разлику од тренажера нису ограничени једним степеном слободе (нпр. Смит машина има један степен слободе, с обзиром да се шипка може кретати само вертикално, што је неприродан покрет). Ова карактеристика слободних тегова омогућава вежбачу извођење биомеханички природних покрета приликом вежбања.

#### Структура тренинга

Комплексни тренинг се састоји из три дела:

1. Уводно припремни,
2. Главни део – методом комплексног тренинга,
3. Завршни део.

Средства рада су:

- У уводно припремном делу – вежбе истезања и опуштања,
- У главном делу – вежбе јачања (број парова),
- У завршном делу – вежбе опуштања и истезања.

## Дозирање обима и интензитета

Оптерећење у комплексном тренингу се изражава са два основна параметра: обим и интензитет оптерећења.

**Обим рада** представља количину оптерећења у (kg) и броја понављања у свим серијама и изражава се у килограмима:

- укупног броја вежби · број понављања
- броја серија

**Интензитет оптерећења** у комплексном тренингу представља степен уложеног напора у тренажном раду. Интензитет се може у првој вежби унутар комплексног пара изражавати у процентима у односу на један репетитивни максимум (1РМ) или у максималном броју понављања до отказа (нпр. 5 РМ, 3 РМ), док у другој вежби унутар комплексног пара се изражава у броју понављања балистичких покрета. Интензитет тренинга зависи и од избора вежби унутар комплексног пара.

Обим и интензитет оптерећења су међусобно високо повезани и мењањем њихових односа се поставља шема рада у комплексном тренингу. Истовремено, повећање обима и интензитета је могуће само до одређене границе, након чега даље повећање једног параметра подразумева смањење другог.

### **2.1.5 Принципи комплексног тренинга**

Законитости комплексног тренинга одражавају се у низу општих и специфичних принципа. Општи принципи су опште законитости педагошког и андрагошког рада и одражавају општа одређења, генералну линију и усмереност рада са људима. Ови принципи се подударају са општим принципима физичког васпитања.

Осим ових, општих, треба напоменути, да се комплексни тренинг придржава и дидактичких принципа, односно принципа методике физичког васпитања. Јављају се и

неки нови, карактеристични за комплексни тренинг, па би све принципе могли поделити на дидактичке и специфичне.

Обзиром да се у комплексном тренингу ради о педагошком процесу, неопходно је придржавати се и **ДИДАКТИЧКИХ ПРИНЦИПА**.

- принцип поступности,
- принцип индивидуалности,
- принцип истрајности,
- принцип доследности,
- принцип комплексности,

Максимална адаптација, економичност и ефикасност комплексног тренинга је остварива уколико се поштују следећи **СПЕЦИФИЧНИ ПРИНЦИПИ**:

- **Принцип биомеханичке подударности** комплексног пара – традиционалне вежбе снаге (олимпијска дизања) праћене су биомеханички подударним експлозивним вежбама.
- **Принцип алтернације вежби** – биомеханички подударне вежбе унутар комплексног пара се изводе наизменично (експлозивне вежбе се изводе након олимпијских дизања).

### **2.1.6 Досадашња истраживања утицаја комплексног тренинга на експлозивну снагу.**

Доступна истраживања се могу поделити у групе истраживања акутних и хроничних ефеката комплексног тренинга на параметре експлозивне снаге.

**Акутне ефекте комплексног тренинга испитивали су** Brandenburg; Weber, Brown, Coburn, & Zinder; Evans, Hodgkins, Durham, Berning, & Adams. На узорку од 8 испитаника извршена су 4 експериментална третмана. Сваки третман се састојао од загревања (3 избачаја из бенч преса), протокол вежбања и 3 избачаја из бенча након протокола. Програм вежбања се састојао из савладавања оптерећења од 100%, 75%, 50% од 5 максималних понављања (5РМ); четврти протокол није садржао понављања и служио је

као контролни. Испитаници су учествовали у сваком протоколу различитог дана. Просечна снага избачаја је бележена приликом почетног сегмента кретања и крајњег сегмента кретања (тачка када је шипка напуштала хват) за сваки избачај. Резултати истраживања су указали на то да није било повећања перформанси експлозивне снаге горњих екстремитета у зависности од различитог оптерећења али указују на практичност и временску економичност оваквог начина тренинга (Brandenburg, 2005). Акутни утицај извођења чучња са оптерећењем од 85% 1PM на следеће извођење скока из чучња су истраживали Weber, Brown, Coburn, & Zinder, 2008. На узорку од 12 атлетичара тестирана су два протокола:

- 7 скокова из чучња којима су претходила 5 чучњева на 85% 1PM и потом 7 скокова из чучња на тензиометријској платформи (5C група).
- 5 скокова из чучња којима су претходила 5 чучњева на 85% 1PM и потом 5 скокова из чучња тензиометријској платформи (7C група).

Одмор између серија је износио 3 минута. Код БС групе средња вредност скока, вршна висина скока као и вршна сила испољена је повећана за  $5.8\% \pm 4.8\%$ ,  $4.7\% \pm 4.8\%$ ,  $4.6\% \pm 7.4\%$ , док је код СЈ групе средња вредност скока, вршна висина скока као и вршна сила испољена је повећана за  $2.7\% \pm 5.0\%$ ,  $4.0\% \pm 4.9\%$ ,  $1.3\% \pm 7.5\%$ . Ови резултати указују на могућност акутног повећања мишићних перформанси. Извесна слагања са резултатима овог истраживања може се пронаћи у истраживању Evans, Hodgkins, Durham, Berning, & Adams, 2000, где су аутори испитивали акутне ефекте 5PM бенч преса на бацање медицинке. Резултати су били статистички значајни и уочено је повећање дужине избачаја медицинке од 31,4 cm. Такође, истраживачи указују на високу корелацију између побољшања даљине бацања медицинке и величине 5PM бенч преса. Истраживања утицаја предњег и задњег чучња на брзину трчања на 40 m након паузе од 3 минута су истраживали Yetter, & Moir, 2008. Оптерећење приликом извођења чучњева је било 30%, 50% и 70% 1PM након 5 минута вожње бицикла. Контролни третман се састојао само од вожње бицикла. Спринтеви су извођени 4 минута након изведених чучњева. Уочене су статистички значајна побољшања у брзини трчања на деоницама од 10 и 20 метара приликом извођења задњег чучња у поређењу са контролним третманом ( $0.12 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ; 95% у распону од  $0.05\text{-}0.18 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ;  $P = 0.001$ ). Такође је уочено побољшање на деоницама од 30 и 40 метара приликом извођења задњег чучња у поређењу са извођењем предњег чучња

( $0.24 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ; 95% у распону од  $0.02\text{-}0.45 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ;  $P = 0.034$ ) и у поређењу са контролним третманом ( $0.18 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ; 95% у распону од  $0.03\text{-}0.32 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ;  $P = 0.021$ ). Аутори предлажу употребу задњег чучња у протоколима загревања уколико је циљ повећање брзине трчања.

**Хроничне ефекте комплексног тренинга су истраживали** Cherif, Said, Nejlaoui, Gomri, & Abdallah; Mihalik, Libby, Battaglini, & McMurray; Santos, & Janeira; Ingle, Slear, & Tolfrey. Истраживање Cherif, Said, Nejlaoui, Gomri, & Abdallah, 2012 које је за циљ имало да истражи ефекте комплексног тренинга код рукометаша који је садржао понављајуће спринтеве и дубинске скокове у оквиру тренинга на скок из чучња, скок кроз получучањ, и дубинске скокове, као и тест поновљене спринтерске способности. Аутори закључују да је програм довео до позитивних промена код рукометаша у скакачким и спринтерским способностима. На узорку од тридесет и једног одбојкаша, 11 мушкараца и 20 жене, примењен је комплексни тренинг и мешовити тренинг снаге у периоду од 4 недеље, два пута недељно. Комплексни тренинг је садржао наизменичну промену вежби снаге и плиометријских вежби, док је мешовити тренинг на једном тренингу садржао вежбе снаге, а на следећем тренингу плиометријске вежбе. Резултати истраживања су показали статистички значајна побољшања у вертикалном скоку код обе групе након три недеље тренинга ( $p < 0.0001$ ), односно 5% за комплексну групу и 9% за мешовиту групу. Међутим, није пронађена статистички значајна разлика између група. Резултати овог истраживања упућују на то да је потребно минимум 3 недеље тренинга како би дошло до позитивних трансформација у вертикалној скочности, при чему би тренери требали сами да се одреде који метод је погоднији за њихове спортисте (Mihalik, Libby, Battaglini, & McMurray, 2008). На узорку од 25 кошаркаша узраста 14-15 година истраживани су ефекти комплексног тренинга на вредности скока из чучња, скока са претходном припремом, Абалаковог скока, дубинског скока, механичке снаге, бацања медицинке након 10-то недељног третмана. У експерименталној групи ( $n=15$ ) комплексни тренинг се упражњавао 2 пута недељно, док је контролна група ( $n=10$ ) упражњавала редовне тренажне активности. Експериментална група је статистички значајно побољшала резултате скока из чучња, скока са претходном припремом, Абалаковог скока, бацања медицинке ( $p<0.05$ ), док је уочен пад вредности скока са предхоном припремом, Абалаковог скока и бацања медицинке ( $p<0.05$ ) код контролне групе. Аутори подржавају употребу комплексног тренинга као средства за повећање експлозивне снаге доњих екстремитета младих

кошаркаша, при чему посебно наглашавају потребу за тренингом снаге током тренинга (Santos, & Janeira, 2008). Ефекте комбиновања тренинга снаге и спринтева током истог тренажног програма на снагу, брзину трчања, вертикалну скочност фудбалера су истраживали Kotzamanidis et al. 2005. Тридесет и пет испитаника је било подељено у три групе. Прва група (КОМ, n=12) је изводила комбиновано тренинг снаге (получучањ) и спринтеве на једном тренингу, друга група (СНА, n=11) је изводила само тренинг снаге, док је трећа група била контролна (КОН, n=12). Тестиран је скок из чучња, скок кроз получучањ и дубински скок, 30 метара спринт као и 1РМ получучањ. Након третмана у трајању од 13 недеља КОМ група је имала статистички значајно боље резултате од СНА и КОН групе у варијаблима 30 метара спринт, скок из чучња, скок са претходном применом. Закључено је да комбиновање тренинга снаге са спринтевима пружа боље резултате од конвенционалног тренинга снаге код фудбалера. Поједини аутори (Ingle, Slear, & Tolfrey, 2006) предлажу употребу комплексног тренинга као временски ефикасног и сигурног тренажног метода који изазива мала побољшања код дечака у пред пубертету и пубертету приликом развоја анаеробне снаге, скочности, брзине трчања и динамичке снаге. Међутим, та побољшања након детренинга се губе истом брзином као и код других метода развоја снаге.

**Истраживање утицаја комплексног тренинга на телесни састав фудбалера** вршено је од стране Nelson, & Terbizan; MacDonald, Lamont, & Garner. У свом раду Nelson, & Terbizan, 2006 су на узорку од 45 испитаника у распону од 18-26 година анализирали утицај комплексног и класичног тренинга снаге. Након завршеног експерименталног третмана аутори су уочили промене али не и статистичку значајност тих промена у телесном саставу. Наиме, група која је упражњавала комплексни тренинг (n=25) је изгубила на тежини, док је група која је упражњавала класичан тренинг (n=20) добила на телесној тежини; у варијабли проценат масно ткиво није уочена разлика. Истраживање ефеката 6 недеља два пута недељно тренинга снаге, плиометрије и комплексног тренинга на снагу доњих екстремитета и антропометријске параметре су истраживали MacDonald, Lamont, & Garner, 2012. На узорку од 30 испитаника коришћен је један од поменутих три метода. Учесници су били тестирани пре, за време трајања и након експерименталног третмана у варијаблима: Румунско мртво дизање, успон на прсте, обим натколенице, обим потколенице, телесна маса и проценат масти. Дијета није била контролисана током



истраживања. Уочено је статистички значајно повећање снаге у варијаблима Румунско мртво дизање, успон на прсте ( $p = 0.000$ ) у свим групама након третмана, без разлике између група. Такође, уочен је напредак у обиму натколенице, обиму потколенице ( $p = 0.001$ ), као и смањење процента масти код плиометријске групе ( $p = 0.000$ ) и групе конвенционалног тренинга снаге ( $p = 0.031$ ).

На основу претходно наведеног, може се закључити да је у досадашњим истраживањима потврђена примана комплексног тренинга са циљем акутног повећања мишићних перформанси. Такође се узочава да комплексни тренинг копира ефекте, како тренинга снаге тако и плиометријског тренинга и не доводи до смањења вредности у тестовима снаге и у антропометријским параметрима, због чега се може предложити као прикладан тренажни метод.

## **2.2 НЕУРОМИШИЋНА ЕЛЕКТРО СТИМУЛАЦИЈА**

У наредним поглављима биће више речи о историјском прегледу настанка неуромишићне електро стимулације (НМЕС), физиолошким аспектима, принципима рада са НМЕС, као и досадашњим истраживањима утицаја НМЕС на експлозивну снагу и телесни састав испитаника.

### **2.2.1 Историјски преглед настанка**

Верује се да су још стари Египћани користили електричне јегуље за лечење одређених болних стања (Kunnumpurath, Srinivasagopalan, & Vadivelu, 2009; Depictions, 2011). Употреба електричне енергије произведене од стране риба практикована је у третманима Скрибонијуса Ларгуса (Scribonius Largus), иначе физијатра римског владара Калудијуса (Caludius) који је, такође, користио електричне јегуље за третман болних стања (Kunnumpurath et al. 2009). Прве доказе да електрична струја аплицирана на мишић може изазвати његову контракцију налазимо код Галванија 1791. године (Vrbová, Hudlická, & Centofanti, 2008). Галванијеве идеје о *животињском електрицитету* су истраживане током 19. и 20. века, када је установљено да је електрицитет један од најважнијих механизма у комуникацији између нервног система и мишића. Та истраживања била су усмерена у правцу развијања све софистицираније опреме која би могла да забележи електричне промене у нервима и мишићима, као и да изазове функционалне промене електричном стимулацијом тих структура. Комбинација ова два метода је разјаснила многе принципе функционисања нервног система (Vrbová et al. 2008). Руски научник и доктор Јаков Коц је поставио темеље клиничке употребе тзв. *руске струје* (Ward, & Shkuratova, 2002). У комунистичком Источном блоку електростимулација се користила од 50-их година 20. века у сврху побољшања спортских резултата (Francis, & Patterson, 1992). На конференцији на Конкордија Универзитета у Монтреалу 1973. године др Јаков Коц је изнео у свом раду да је успео да путем електростимулације изазове повећање максималне вољне контракције код врхунских спортиста за 40% и тиме упознао западни свет са потенцијалом НМЕС-а (Ward et al. 2002). Руска електрична стимулација *Третман 10/50/10* подразумевала је електричну стимулацију у трајању од 10 секунди са периодом

од 50 секунди паузе у трајању од 10 минута (Keller, & Katch, 1998). Сврха третмана је била повећање способности мишића за генерисање – испољавање веће мишићне силе. Оно што је била Коцова препорука је да би електростимулација требала да буде допунско средство приликом вежбања пре него замена за само вежбање. Проблем на који се наилазило у Коцово време приликом неуромишићне електростимулације је тај да је стимулација била поприлично непријатна и болна. Да су ствари остале као у Коцово време, мало је вероватно да би НМЕС икада ушла у ширу примену. Са научним развојем на пољу електронике и развијањем микропроцесора, ситуација се радикално променила. Постало је могуће смањити ризик од опекотина и елиминисати бол који је проузроковала НМЕС (Rigaux, 2011).

## 2.2.2 Физиолошки аспекти неуромишићне електростимулације

Да би се разјаснили физиолошки аспекти неуромишићне електростимулације потребни је спознати принципе активације моторних јединица и утицај неуромишићне електростимулације на централни нервни систем (ЦНС).

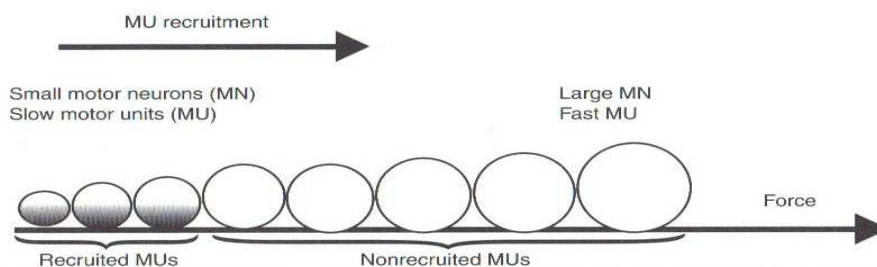
Активност мишића је контролисана путем ЦНС-а (мозак, кичмена мождина). Крајњу команду мишићима за рад дају мотонеурони, који су повезани са мишићима путем својих дугачких наставака (аксони). Моторна јединица основна функционална јединица нервног система и мишића који производи покрет. Моторна јединица се састоји од мотонеурона који се налази у вентралном рогу кичмене мождине, њеног аксона и мишићних влакана које тај аксон инервише (Liddell & Sherrington, 1925: према Енока, 2008). Централни нервни систем контролише мишићну силу мењањем активности моторних јединица које чине одређени мишић. Већина скелетних мишића садржи на стотине моторних јединица (мј), њихов број варира од 10 мј за мале мишиће до 1500 мј за велике мишиће.

Abductor and flexor pollicis brevis	115
Adductor pollicis	370
Abductor pollicis longus	126
Biceps brachii	1051
Extensor carpi radialis	890
Extensor carpi ulnaris	216
Extensor digiti secundi proprius	87
Extensor digitorum communis	273
Extensor pollicis longus	14
First dorsal interosseus	172
Flexor carpi radialis	235
Flexor carpi ulnaris	314
Flexor digitorum profundus	475
Flexor digitorum superficialis	306
Lumbricals (lateral)	57
Triceps brachii	1271

Слика 2. Процењен број моторних јединица горњих екстремитета примата Jenny & Inukaј 1983. Преузето из Енока, R. M. (2008). *Neuromechanics of human movement*. Human Kinetics Publishers.

Група мотонеурона која инервише један мишић назива се моторни нуклеус. Мотонеурони унутар моторног нуклеуса варирају у својим електричним својствима и релативним

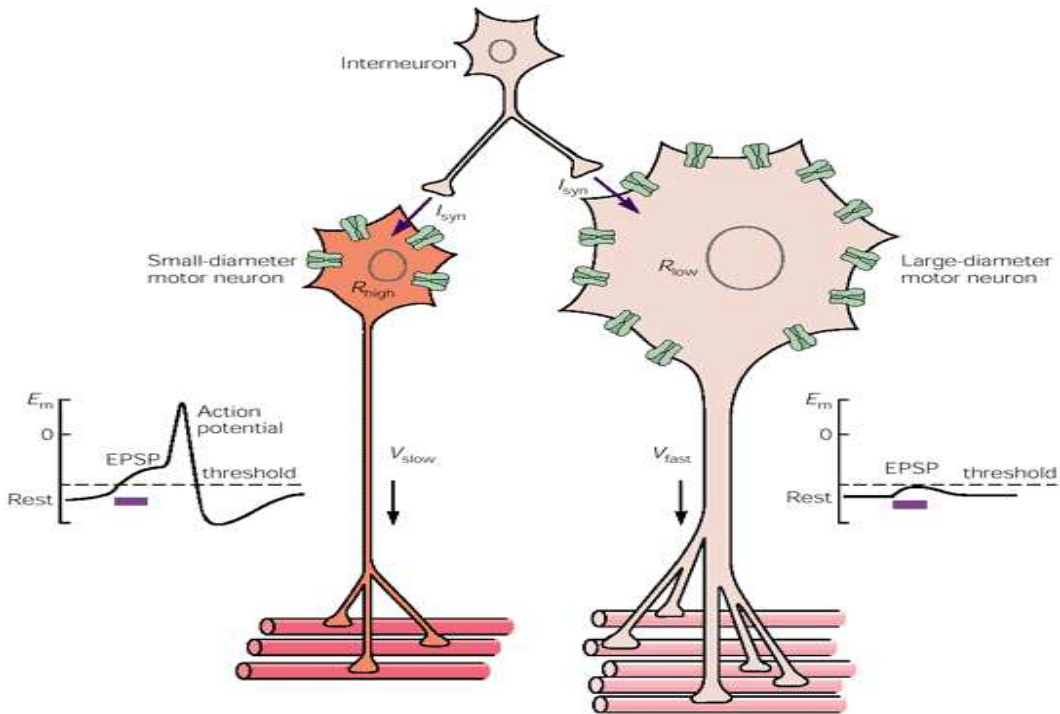
амплитудама синаптичког надражаја који примају од стране различитих извора. Снага коју мишић испољава за време контракције зависи од броја ангажованих мотонеурона. Активација мотонеурона се испољава по одређеном редоследу. Према *Хенемановом принципу* (Henneman, Somjen, & Carpenter, 1965) мотонеурони са аксонима споре проводљивости који инервишу спора мишићна влакна – отпорна на замор, приликом вољне контракције активирају се пре него мотонеурони са аксонима брзе проводљивости који инервишу брза мишићна влакна. С обзиром да амплитуда акционог потенцијала зависи од дијаметра аксона, односно величине ћелије, Хенеман закључује да се моторне јединице активирају по принципу повећања величине мотонеурона.



Слика 3. Принцип активације мотонеурона. Преузето из: Zatsiorsky, V. M., & Kraemer, W. J. (2006). *Science and practice of strength training*. Human Kinetics Publishers.

Неуромишићна раскрсница, завршетак моторног нерва има различита својства. Завршетак моторног нерва садржи ацетилхолин (ACh), који се налази у малим балонима (vesicles) и посебним механизмом ослобађа ACh када електрични импулс доспе до нервног завршетка. У том тренутку  $Ca^{2+}$  улази у нервни завршетак и изазива да балони (vesicles) које садрже ACh се споје са мембраном нервног завршетка при чему долази до отпуштања ACh из весикула. На месту контакта нервног завршетка мишићна влакна развијају високо специјализовану структуру - *моторну спојницу*. Њено најзначајније својство је да садржи молекуле који су способни да комбинују ACh са ацетилхолин рецепторима AChR. У моменту отпуштања ACh из нервног завршетка он се комбинује са AChR, и као резултат те комбинације настаје електрична промена мембране мишићног влакна на моторној спојници. Акциони потенцијал се преноси целом дужином мишићног влакна и изазива његову контракцију. Након тога ензим холинестараза, који се налази на моторној спојници, брзо уништава ACh. Када ACh бива уништен, електрична промена се враћа у

нормално стање и мембрана је опет спремна да реагује на ACh тако да се мишић може поновно активирати.



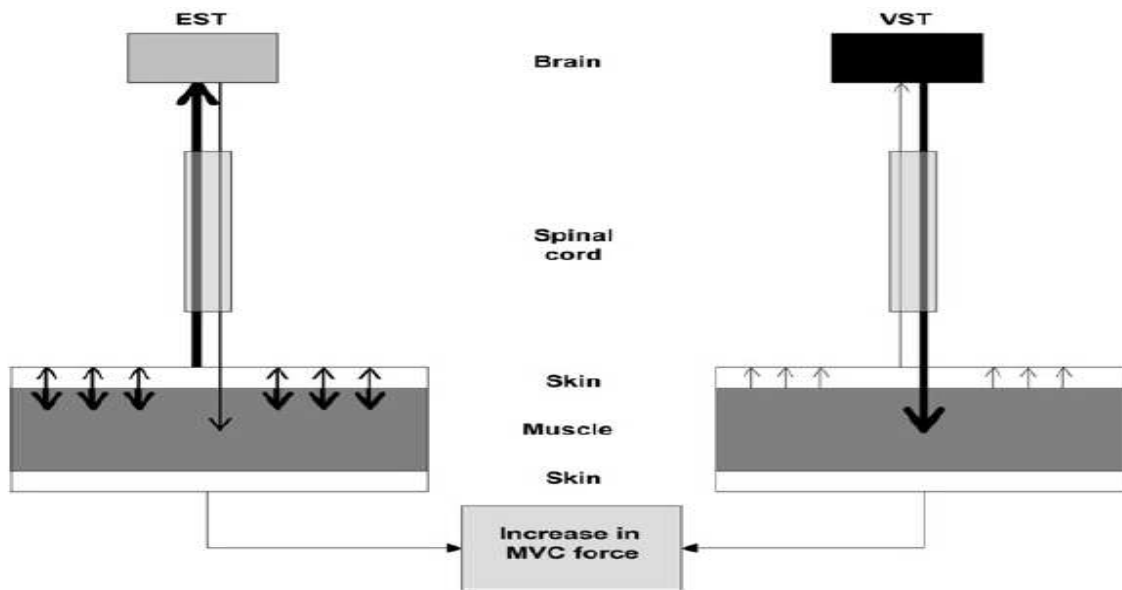
Слика 4. Два моторнеурона различитих величина. Преузето из Kandel, E. R., Schwartz, J. H., & Jessell, T. M. (Eds.). (2000). *Principles of neural science* (Vol. 4, pp. 1227-1246). New York: McGraw-Hill.

Два моторнеурона различитих величина имају исти електрични потенцијал мембране у мировању и примају исти екситаторни синаптички надражај из спиналних моторнеурона. С обзиром на то да мањи моторнеурони имају мању површину, они, такође, имају мање паралелних канала јона и самим тим већу електричну отпорност ( $R_{high}$ ). Према *Омовом закону*, синаптичка струја унутар малих моторнеурона производи велики постсинаптички потенцијал ( $EPSP$ ) који достиже праг надражаја и резултира акционим потенцијалом. Мали моторнеурони, такође, имају аксоне малог дијаметра који проводе акциони потенцијал релативно споро ка мањем броју мишићних влакана. Насупрот томе, велики моторнеурони имају већу површину, што резултира мањом трансмембранним отпором ( $R_{low}$ ) и мањим потпражним постсинаптичким потенцијалом ( $EPSP$ ) у односу на

исту ексцитаторну синапричку струју. То резултира мањом регрутацијом мишићних влакана које инервише.

Електрична стимулација заобилази хијерархијски редослед активирања моторних јединица, односно обрће редослед активације и пружа могућност активирања мишићних влакана која се ангажују за време максималних напрезања. На тај начин се може користити адаптивни потенцијал мишића и одржавати виши ниво активности жељених мишићних влакана са неуромишићном електростимулацијом него класичним вежбањем. Коначно, висок ниво активности мишића се може одржавати с обзиром да ЦНС, кардиоваскуларни и други системи се не мешају или ограничавају количину активности мишића, као што је то случај са класичним вежбањем (Vrbova et al. 2008). У случају примене НМЕС долази до активације моторних јединица које се у нормалним околностима активирају тек приликом максималних напрезања (Trimble, & Enoka, 1991). Када се скелетни мишић вештачки активира путем НМЕС, ангажовање моторних јединица је различито од малопре поменутог Хенемановог принципа који важи за вољне контракције. Главни аргумент оваквог редоследа активације мотонеурона је да аксони веће величине – дијаметра се лакше ексцитирају електричним стимулусом, који мења редослед активације мотонеурона за време НМЕС (Enoka, 2002 ).

Постоје битне разлике у механизмима активирања скелетног мишића вештачи изазваним и вољним контракцијама. На пример, за време вољне, у поређењу са НМЕС изазваном контракцијом активација моторних јединица је хијерархијска насупрот неселективне, интензитет контракције је висок насупрот субмаксималне, мишићна активација је синергијска насупрот циљане, антагонистичка мишићна активација је координисана насупрот некординисане, физиолошки извор контракције је унутрашњи насупрот спољашњег. Међутим упркос таквим разликама, НМЕС у поређењу са вољним вежбањем, неочекивано, ипак производи сличне ефекте у испољавању максималне вољне контракције (Hortobágyi, & Maffiuletti, 2011).



Слика 5. Концептуални модел поређења извора неуралне адаптације за време НМЕС и вољног тренинга снаге (ВТС). Преузето из Hortobágyi, T., & Maffiuletti, N. A. (2011). Neural adaptations to electrical stimulation strength training. *European journal of applied physiology*, 111(10), 2439-2449.

Као што је приказано на слици бр. 15, након НМЕС (лева страна), повећање максималне вољне контракције је резултат баража узлазних аферентних сигнала ка сензомоторним кортикалним регијама који утичу на силазне моторне путеве. Подебљана усправна линија резултира НМЕС која ексцитирајући стимулиште аференте (кратке танке усправне стрелице које показују на горе), представљајући јаку компоненту неуралних адаптација као одговор на НМЕС. Индукционе струје генерисане унутар мишића путем НМЕС (кратке танке усправне стрелице које показују на доле), представљају директну деполаризацију сарколеме и мишићну контракцију. Насупрот томе, ВТС има знатно мањи аферентни сигнал ка сензорним регијама мозга, али има већи силазни интензитет који генерише вољну контракцију и испољавање максималне вољне контракције. НМЕС и ВТС производе слична повећања максималне вољне контракције али путем различитих механизма. Подебљане линије и тамније боје представљају повишен ефекат. Због једноставности приказа, други делови мозга активирани за време НМЕС и ВТС нису приказани.

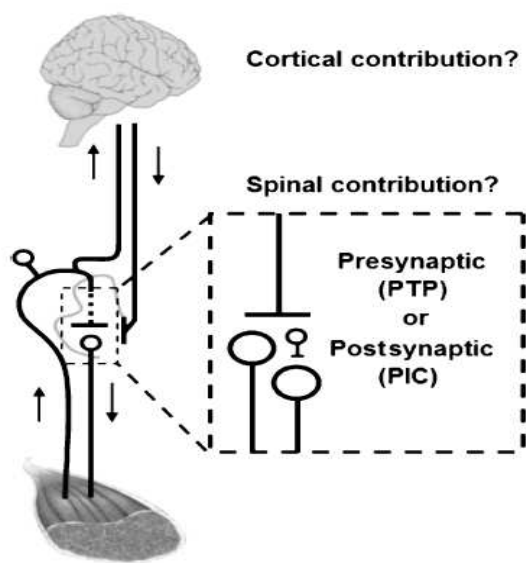


Просечна фреквенција за активацију мишића износи од 10 Hz за солеус до 30 Hz за adductor pollicis и biceps brachii мишић (Bellemare, Woods, Johansson, & Bigland-Ritchie, 1983). Међутим, потребно је нагласити да се приликом НМЕС често користе фреквенције веће од наведених. Према неким ауторима, већина доказа наводи на закључак да НМЕС активира моторне јединице по неселективном шаблону и да су мишићна влакна ангажована без предходног слагања у односу на тип мишићних влакана (Gregory, & Bickel, 2005). Прилог теорији по којој замор изазван НМЕС контракцијама парализованог мишића зависи више од других фактора него од обрнутог редоследа активирања моторних аксона (Thomas, Nelson, Than, & Zijdewind, 2002). Иначе, повећање замора за време НМЕС је један од често навођених налаза који је коришћен за подржавање теорије обрнутог редоследа активације мотонеурона (Gregory et al. 2005). Ангажовање мишићних влакана са НМЕС је фиксирано и временом резултира падом снаге. Већи замор изазван путем НМЕС мишићним контракцијама је повезан са немогућношћу мењања шаблона ангажовања мишићних влакана или немогућности мењања фреквенције слања сигнала активације у мишић или услед оба случаја (Carpentier, Duchateau, & Hainaut, 2001).

### **Утицај НМЕС на централни нервни систем**

Потребно је такође сагледати утицај НМЕС-а на спиналну и супраспиналну адаптацију. Често се на НМЕС гледа као на једну технику активације мишића која искључује ангажовање ЦНС приликом њеног упражњавања. Међутим, одређени докази говоре у прилог да НМЕС делује како на спиналне тако и на кортикалне регије. Наиме, установљено је да једна сесија НМЕС, уз вољне контракције, доводи до спиналне ексцитабилности, али нису уочене кортикалне промене (Lagerquist, & Collins, 2010). Неуралне адаптације и доприноси повећању снаге максималне вољне контракције изазиване коришћењем НМЕС настају путем повећања спиналне ексцитабилности (Hortobágyi, & Maffiuletti, 2011). Такође, одређени докази говоре у прилог да НМЕС изазива такође и спиноцеребралну активацију која би могла играти веома важну улогу у опоравку моторних функција након доживљеног шлога (Smith, Alon, Roys, & Gullapalli, 2003). Анализа fMRI слика приликом два различита метода рехабилитације је открила да, понављајући метод вежбања без НМЕС, је у једној групи пацијената који су се опорављали од шлога, довео до повећања снаге мишића шаке али то повећање снаге није

пружило доказе о променама кортикалној регији мозга. Док са друге стране, понављајући метод вежбања уз НМЕС, је, такође, довео до побољшања снаге и функције шаке, али је довео и до повећања индекса кортикалног интензитета у ипсилатералном примарном сензорном кортексу. Промене нису забележене у моторном кортексу ниједне хемисфере, вероватно због потребе активног ангажовања током рехабилитације како би се активирао моторни кортекс, закључују аутори (Kimberley, Lewis, Auerbach, Dorsey, Lojovich, & Carey, 2004).



Слика 6. Мишићна контракција настала централним механизмима могла би бити изазвана пресинаптичким и постсинаптичким механизмима. Преузето из Collins, D. F. (2007). Central contributions to contractions evoked by tetanic neuromuscular electrical stimulation. *Exercise and sport sciences reviews*, 35(3), 102-109.

### **2.2.3 Циљеви и задаци неуромишићне електростимулације**

Циљ неуромишићне електростимулације је да путем вештачки изазване електричне стимулације моторних тачака доведе до активације моторних јединица које доприносе развоју моторичких способности, регенерацији и рехабилитацији, односно свеукупном побољшању кретних способности човека ипољених у свакодневним и специфичним условима живота и рада.

Задаци неуромишићне стимулације:

- развој и усавршавање моторичких способности;
- подстицање обнављања оштећених локомоторних функција или њихова компензација;
- моторна редукација након одузетости или инактивитета - побољшање нарушених моторичких способности насталих након различитих повреда и обољења.

## 2.2.4 Методика неуромишићне електростимулације

### Структура тренинга

Након апликације електрода и повезивања са уређајем, започиње се тренинг који се састоји из три дела:

1. Уводно припремног - (трајање овог дела је у зависности од изабраног програма рада).
2. Главног дела тренинга.
3. Завршног дела тренинга.

Оптерећење за мишић приликом неуромишићне електростимулације изражавамо нивоом интензитета аплициране електричне струје. Оно се мења променом струјне фреквенције али и променом примењеног електричног напона.

### Ниво енергије насупрот интензитету

Одлучујући фактор електричне стимулације јесте величина примењеног електричног напона која је изражена у микроколумбима. У случају правоугаоног импулса, величина напона се израчунава множењем дужине трајања импулса са интензитетом струје. Када се зна колика је дужина трајања импулса приликом извођења стимулације, интензитет (изражен у милиамперима) је поуздан индикатор нивоа стимулације. У случају када је дужина трајања импулса подложна варијацијама из третмана у третман у програму у ком су сви остали параметри и варијабле идентични (укључујући и испитанике и мишиће), интензитет се не може сматрати као прикладан индикатор, с обзиром да величина електричног напона може варирати на истом интензитету.

### Фреквенција струјног импулса

Фреквенција импулса представља број понављања импулса у секунди и изражен је у Херцима (Hz).

На пример, фреквенција од 10 Hz значи да се импулс понавља 10 пута сваке секунде, што значи да се мишићна влакна контрахују 10 пута сваке секунде. Када се толико пута јавља контракција у тако кратком временском интервалу, није могуће разликовати појединачне контракције. Овај феномен је познат као *темпорално сумирање* ([http://www.complex.info/en\\_EU/Dictionary.html](http://www.complex.info/en_EU/Dictionary.html)). Уместо серије појединачних контракција, дешава се фузија контракција и настаје *тетанизација*. Што је већа фузија, већа је снага контракције и већи је рад у јединици времена.

### Електрични импулс

Кључ ефикасности НМЕС јесте субјективан осећај пријатности електростимулације. Оптималан импулс се налази у оквирима Вајсовог закона електростимулације који подразумева следеће:

1. Величина прага надражаја која је производ волтаже у јединици времена је линеарна функција дужине трајања импулса.
2. Увек постоји минимум произведене енергије у зависности од трајања импулса.
3. Облик импулса не игра улогу у електростимулацији (Irnich, W. 2003).

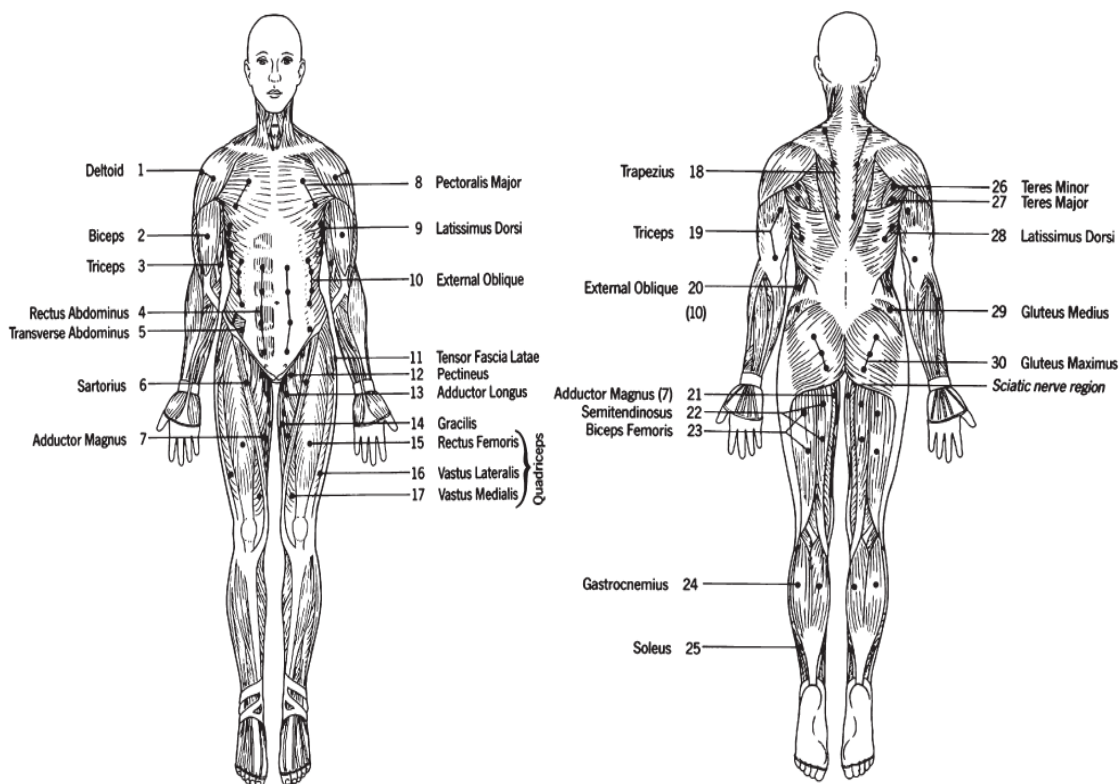
Оптималан импулс садржи следеће карактеристике:

- Константан је.
- Вертикално је оријентисан, како би обезбедио тренутан ефекат и смањио време трајања протока.
- Правоугаоног је облика, што значи да се може користити најнижи могући електрични интензитет.
- Његово трајање је једнако Кронаксији (минимално време потребно електричној струји на волтажи дупло већој од *реобазе* - минималне струјне амплитуде бескрајног трајања која резултира прагом деполаризације ћелијске мембране као што је акциони потенцијал или контракција мишића, за стимулацију мишића) циљане нервне структуре са циљем да се користи најнижи могући ниво енергије.

- Компензован је како би се избегли секундарни ефекти поларизације.

### Мапирање моторних тачака

Моторна тачка представља површину коже која прекрива мишић и при чему је потребна минимална количине струје за активирање мишића. То је најближа тачка где моторни нерв улази у мишић и обично се налази изнад трбуха мишића. Велики мишићи могу да имају више моторних тачака. Уколико се електроде правилно поставе тада је НМЕС пријатна и лако се подноси. То значи да је могуће довољно повећање интензитета стимулације, чиме су, уједно, омогућене квалитетне мишићне контракције и брзи резултати.



Слике 7. Мапирање моторних тачака. Преузето из Vrbová, G., Hudlická, O., & Centofanti, K. S. (2008). *Application of Muscle/Nerve Stimulation in Health and Disease* (Vol. 4). Springer.

Параметри стимулације, коришћење, постављање електрода

### Стимулација између 1Hz и 15 Hz

На овако ниским фреквенцијама снага контракције износи 1/3 максималне контракције мишићног влакна. Стимулација на овим фреквенцијама се користи за: побољшање протока крви, смањење мишићног спазма, лучење ендорфина.

### Стимулација између 15 Hz и 20 Hz

Контракције постају снажније – тетаничке контракције, код снажнијих особа настанак тетаничких контракција је могућ на нешто вишим фреквенцијама.

### Стимулација између 20 Hz и 50 Hz

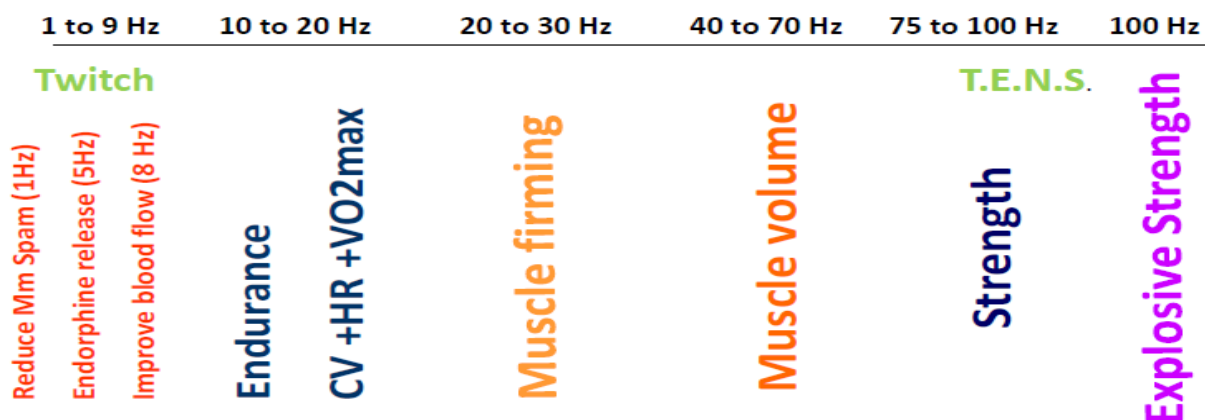
Изазива потпуну контракцију спорих мишићних влакана типа Ia. У том случају побољшава мишићну издржљивост активираних мишићних влакана.

### Стимулација између 50Hz и 90 Hz

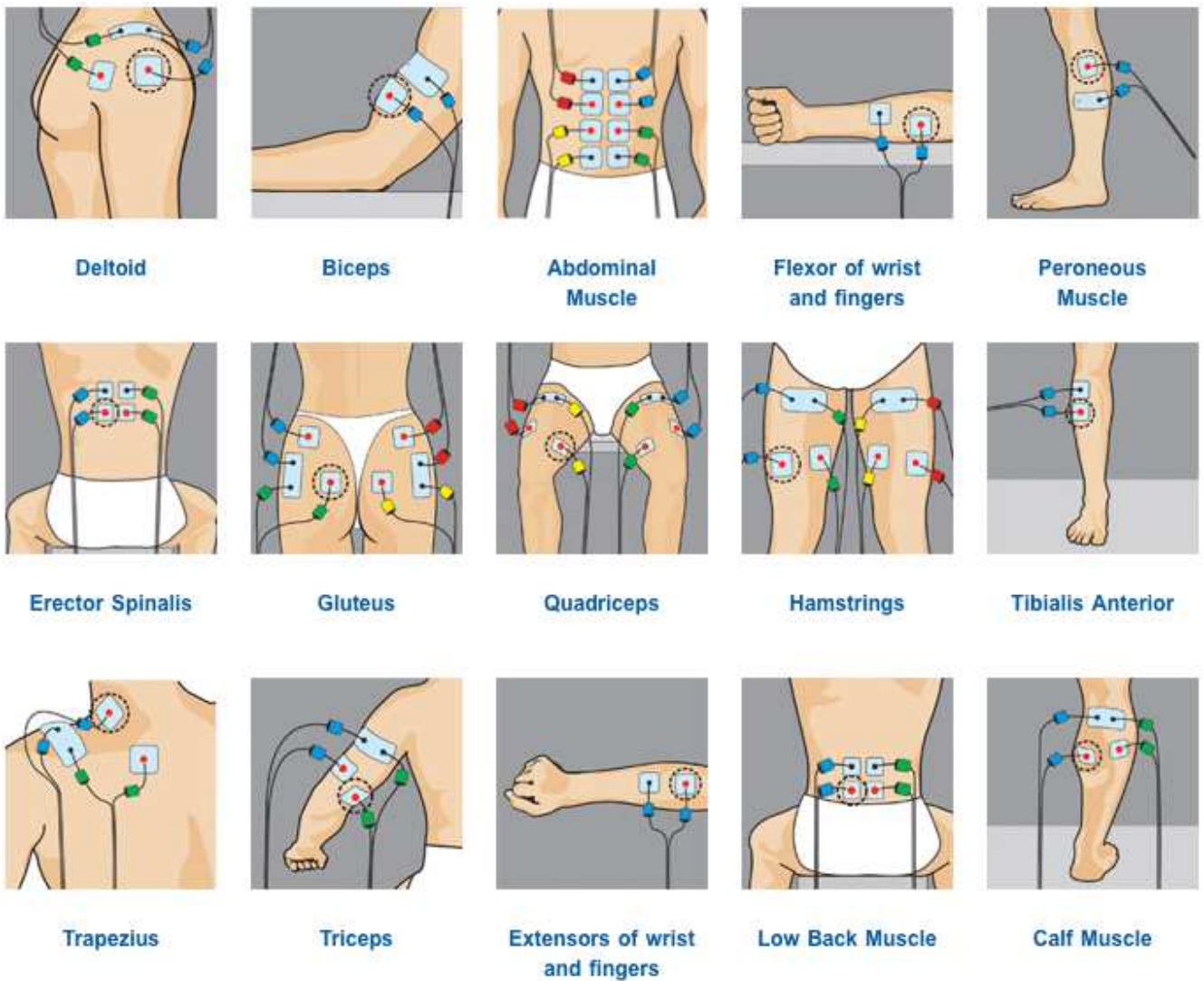
Утиче на развој IIa мишићних влакана која се по карактеристикама налазе између I и IIx мишићних влакана. Тренинг на овим фреквенцијама изазива побољшања у снази и у умереној мери и мишићној издржљивости.

### Стимулација између 90Hz и 120 Hz

Утиче на мишићна влакна типа IIb која се у овом режиму активирају у корист брзинских карактеристика али на рачун мишићне издржљивости.



Слика 8. Тетанички процеси – сумарно. Преузето из *SEMSoc, The Sports and Exercise Medicine Society*. (2012). Retrieved February 19, 2013, from <http://semsoc.files.wordpress.com/2012/06/neuromuscular-stimulation.pdf>



Слика 9. Правилно постављање електрода. Преузето из *Electrode Placement*. (n.d.). *TENS, TENS Unit, Muscle Stimulators, Ultrasound Therapy, Biofreeze | Medical Products Online*. Retrieved February 19, 2013, from <http://www.medicalproductsonline.org/complex-electrode-placement.html>.



### **2.2.5 Принципи неуромишићне електростимулације**

Рад са НМЕС карактеришу принципи који се подударају са основним дидактичким принципима:

- принцип поступности,
- принцип индивидуалности,
- принцип истрајности,
- принцип доследности,
- принцип комплексности.

### **2.2.6 Утицај неуромишићне електростимулације на експлозивну снагу. Досадашња истраживања.**

Утицај НМЕС-а на експлозивну снагу доњих екстремитета је истраживан од стране одређеног броја научника. Оно што карактерише већину истраживања јесте да је НМЕС практикован у изометријском режиму рада као и у комбинацији НМЕС + конвенционалан тренинг. На узорку од шеснаест врхунских одбојкаша прве лиге Немачке рађено је истраживање са циљем утврђивања разлика између краткорочних ефеката комплексног тренинга и комплексног тренинга уз изометријску примену НМЕС-а. Испитаници су били распоређени у две групе, од којих је прва била подвргнута третману комплексног тренинга (КТ), а друга комплексног тренинга са НМЕС (КТ+НМЕС). Након иницијалног мерења које је обухватало скока из чучња, скока кроз получучањ, скока са висине (drop jump), скока из трокорака, спринта на 15m праволинијски и спринта на 15m латерално, уследио је тренажни процес који је трајао 5 недеља. Након финалног мерења, уочен је статистички значајан напредак у вредностима скока из чучња и скока из трокорака у (КТ) групи. За (КТ+НМЕС) групу уочен је статистички значајан напредак у варијаблама скока кроз получучањ, скока са висине (drop jump), скока из трокорака, спринта на 15m праволинијски (на деоницама од 5 и 10 метара) и спринта на 15m латерално. Аутори упућују на ефикасност класичног тренинга уз додатак НМЕС-а (Voelzke, Stutzig, Thorhauer, & Granacher, 2012).

Herrero, Izquierdo, Maffioletti, García-López, 2006, истраживали су краткорочне ефекте тренинга са НМЕС, плиометријског тренинга (П) и комбинованог плиометријског

тренинга плус НМЕС (П+НМЕС) и контролне групе која није упражњавала никакав третман (КГ) мишића опружача потколена на време трчања на 20m, скока из чучња, скока кроз получучањ, максималну изометријску контракцију мишића и обиме и поткожно масно ткиво натколена. Четрдесет испитаника било је распоређено у 4 групе: НМЕС, П, П+НМЕС, КГ. Испитаници су били тестирани у поменутих тестовима пре и након четворонедељног третмана, као и након 2 недеље детренинга. Статистички значајна побољшања у брзини трчања након детренинга уочена су у П+НМЕС групи ( $p < 0.05$ ), односно (- 2.3%), док је дошло до повећања вредности резултата трчања за НМЕС групу за (2.4%). Повећања вредности скока из чучња и скока кроз получучањ уочена су у (П+НМЕС) групи ( $p < 0.05$ ) за скока из чучња (7.5%) и скока кроз получучањ (7.3%). Повећање максималне вољне контракције је уочено у НМЕС групи након тренинга (9.1%) и детренинга (8.1%), као и у П+НМЕС групи након тренинга (16.3%). Повећање вредности обима натколенице је уочено у НМЕС групи (9.0%) и П+НМЕС за (7.1%). Аутори закључују да комбиновање НМЕС и плиометријског тренинга побољшава висину скока као и брзину трчања код физички активних мушкараца. Повећање вредности максималне снаге уочено је код НМЕС као и П+НМЕС групе, међутим НМЕС тренинг самостално није довео до повећања вредности скока.

Нека ранија истраживања краткорочног утицаја НМЕС-а на снагу опружача у зглобу колена код хокејаша, наводе да већ након 3 недеље НМЕС програма долази до статистички значајног ( $P < 0.05$ ) повећања вредности изокинетичког тестирања за (-120 и - 60  $^{\circ}\text{s}^{-1}$ , као и за 60 and 300 $^{\circ}\text{s}^{-1}$ ), док су вредности вертикалног скока опале SJ (-2.9 $\pm$ -2.4 cm), CMJ (-2.1 $\pm$ -2.0 cm), DJ (-1.3 $\pm$ -1.1 cm). Са друге стране, брзина клизања на 10m је статистички значајно ( $P < 0.05$ ) била поправљена од (2.18 $\pm$ -0.20 до 2.07 $\pm$ -0.09 s). Аутори наглашавају позитивне ефекте примене НМЕС-а на изокинетичку снагу (приликом ексцентричних и концентричних брзина) као и на брзину клизања хокејаша (Brocherie, Babault, Cometti, Maffiuletti, & Chatard, 2005).

Утицај шестонедељне примене НМЕС-а у комбинацији са тренингом гимнастике на вертикални скок и мишићну снагу гимнастичарки у предпубертетском добу су истраживали француски аутори (Deley, Cometti, Fatnassi, Paizis, & Babault, 2011). НМЕС је аплициран на мишићима опружачима потколена у трајању од 20 минута 3 пута недељно. Већ након три недеље програма, уочено је повећање вредности резултата изокинетичког

тестирања ( $+40.0 \pm 10.0\%$ ,  $+35.3 \pm 11.8\%$ , and  $+50.6 \pm 7.7\%$  за покрете од  $-60$ ,  $+60$ , and  $+240^\circ\text{s}^{-1}$ , на статистичкој значајности од;  $p < 0.05$ ). Аутори наводе да је било потребно 6 недеља НМЕС-а за повећање вредности вертикалног скока ( $+10.1 \pm 10.0\%$ ,  $p < 0.05$ ) и да су та побољшања здражана и један месец након престанка третмана. Аутори наводе да шестонедељни НМЕС програм, у комбинацији са свакодневним гимнастичким тренингом, статистички значајно повећава, како снагу мишића опружача у зглобу колена тако и извођење вертикалног скока. Битна разлика између ова два истраживања јесте у дужини трајања НМЕС третмана. Може се уочити да период од три недеље није био довољан за повећање вредности вертикалног скока. Међутим, јасно се види да већ након 6 недеља примене НМЕС-а долази до повећања вредности и те варијабле, што се свакако мора узети у обзир приликом планирања неког тренажног програма који укључује НМЕС.

Након четворонедељног третмана НМЕС-а додатог у одбојкашки тренинг три пута недељно група аутора није забележила позитивне помаке у вредностима вертикалног скока осим у варијабли 15s CMJs и то за 4% ( $p < 0.05$ ). Међутим, десет дана након престанка примене НМЕС-а дошло је до статистички значајног повећања вредности вертикалног скока (SJ  $+6.5\%$ , CMJ  $+5.4\%$ ,  $p < 0.05$ ). Аутори наглашавају да када је циљ НМЕС-а побољшање манифестације вертикалног скока, потребан је одређен временски период који би омогућио ЦНС-у за оптимизацију неуромишићних својстава (Malatesta, Cattaneo, Dugnani, & Maffiuletti, 2003).

### **Утицај НМЕС на телесни састав**

Неуромишићна електрична стимулације је често била коришћена у рекламне сврхе као средство за повећање снаге, смањење процента масти и друго. Стога је група аутора (Pocari et al. 2002) желела да испита те тврдње и тестирала узорак од 27 испитаника. Испитаници су били подељених у две групе: НМЕС ( $n=16$ ) и контролна група ( $n=11$ ). Група која је упражњавала НМЕС имала је третман 3 пута недељно. Стимулације је вршена обострано на следећим мишићима: бицепс феморис, квадрицепс, бицепс брахи, трицепс брахи, ректус абдоминас и обликуси абдоминас. Батерија тестова је садржала следеће мере: телесна тежина, поткожно масно ткиво (мерено калипером), обиме, изометријску и изокинетичку снагу као и фотографије пре и после. Аутори закључују да није дошло до статистички значајне разлике у ниједном мереном параметру и закључују да НМЕС није ефикасан према њиховом истраживању.

Исте године друга група аутора (Pérez et al. 2002) је објавила резултате свог истраживања ефеката НМЕС-а на фенотип миозина, величину, оксидативни капацитет и капиларизацију скелетних мишића. На узорку од 15 испитаника узраста ( $22 \pm 5$  година) при чему НМЕС групи је чинило 10 испитаника код којих је НМЕС-ом стимулирана грипа мишића квадрицепс феморис на фреквенцији од 45-60 Hz са дужином трајања контракције од 12 s и паузом од 8 s у укупном трајању од 30 минута, три пута недељно током шест недеља. Рађена је биопсија поменутих мишића пре и након третмана. Резултати истраживања указују на статистички значајне краткорочне ефекте НМЕС протокола на хистихемијске и метаболичке адаптације скелетних мишића и указују на могућност примене НМЕС-а у клиничке сврхе као и у спортском тренингу.

Главна разлика између ова два истраживања, осим мерним варијаблама, била је и у самом НМЕС апарату. У истраживању (Pérez et al. 2002) је строго било вођено рачуна о постављању електрода, а и сам уређај (Stiwell Medical Technologies, Villeneuve, Switzerland) је омогућавао тачно позиционирање катодe и аноде на потребне моторне тачке, што апарат у другом истраживању (Porcari et al. 2002), где је коришћен Bodyshapers model VM1012BI, то није омогућавао.

Са друге стране, Gorgey, & Shepherd, 2010, у својој студији случаја наводе да коришћење НМЕС-а изазива хипертрофију у мишићима опружачима у зглобу колена након 12 недеља примене НМЕС-а. Повећање просечног попречног пресека мишићних влакана је износило од 12% до 43% док је мулти-осовински снимак магнетне резонанце приказао хипертрофију у распону од 30% - 112%. Уочено је смањење интрамукуларне масноће (ИМФ) за 50 % , док се поткожно масно повећало за 24% код особе са повређеном кичменом мождином. Интрамукуларно смањење масних киселина депоновањем у поткожно масно ткиво аутори објашњавају као бенефит, с обзиром да особе са дијабетес мелитусом типа 2 имају више ИМФ, а мање поткожног масног ткива у поређењу са здравим особама. Аутори наглашавају потенцијал НМЕС-а на побољшавање инсулинске сензитивности.

Ипитивање НМЕС-а при различитим интензитетима стимулације на енергетску потрошњу као и развијање модела линеарне регресије за предикцију енергетске потрошње у односу на: интензитет стимулације, узраст, пол, БМИ, тежину, проценат масти, пол, однос струка и кукова су истраживали (Hsu, Wei, & Chang, 2011). На узорку од 47 испитаника (18 ♂ и 22 ♀) примењени су следећи интензитети стимулације: (E1) сензорни

праг, (E2) моторни праг, (E3) максимални интензитет толерисан до такче непријатности стимулације. Праћени су параметри плућне вентилације. Генерални модел енергетске потрошње је показао линеарно повећање енергетске потрошње повећањем интензитета стимулације, без обзира на демографску припадност испитаника. Истраживачи указују на потенцијал НМЕС-а у програмима мршављењима, као и на потребу развијања НМЕС стимулатора који би били пријатнији за коришћење.

## **2.3 ВИБРАЦИОНИ ТРЕНИНГ**

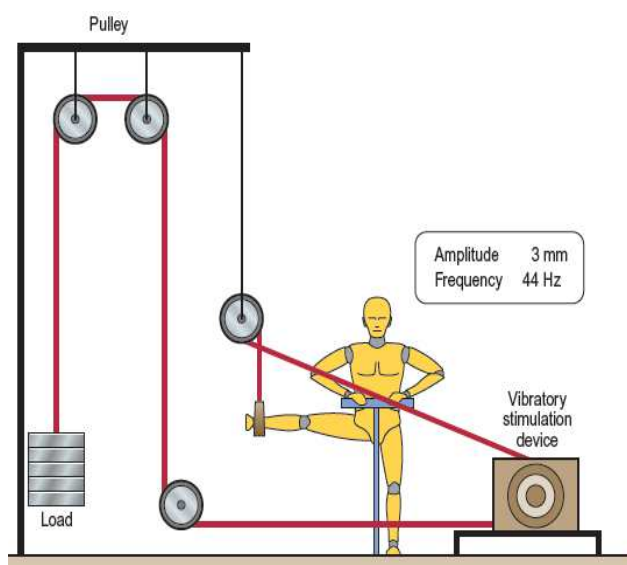
Од 90-их година прошлог века почела су интензивнија истраживања на пољу Вибрационог тренинга која су потврдила његову ефикасност у развоју снаге и гибкости (Bosco et al. 1998; Bosco et al. 1999; De Ruyter et al. 2003а,б; Van den Tillaar, 2006 и многи други). Сва та истраживања допринела су томе да вибрациони тренинг (терапија) нађе своје место у научним установама, болницама, рехабилитационим центрима, фитнес клубовима и постане предмет интересовања великог броја људи широм света.

### **2.3.1 Историјски преглед настанка.**

Прву документовану примену коришћења вибрационе платформе у третирању одређених здравствених поремећаја налазимо код Николе Тесле. Он је користио такозвану *Механичку терапију* у лечењу стомачних проблема (констипација, диспепсија и сл.) код својих пријатеља, посебно код Марк Твена, који је патио од стомачних поремећаја (Fishlock, 2001). Француски неуролог Jean-Martin Charcot је 1880 испитивао изненађујућа побољшања стања Паркинсонове болести код америчких пилгрима које је приписивао вибрацијама насталим у железничким вагонима и кочијама које су вукли коњи док су се особе превозиле. На основу те идеје он је конструисао електрично покретану вибрирајућу столицу и кацигу. Његову идеју су касније развијали различити терапеути G. Taylor (USA), G. Zander (Sweden), and J. H. Kellogg (USA) који су конструисали различите апарате за вибрационе третмане руку и леђа (Albasini, Krause, & Rembitzki, 2010). Др Јан Бирман 1960. године развија претечу данашњих вибрационих тренажера. За време хладног рата Руси користе вибрациони тренинг како би помогли својим космонаутима да превазиђу негативне утицаје нулте гравитације у свемиру (Pettibon, 2006). Наиме, на нултој гравитацији кости и антигравитациони мишићи (групе мишића које одржавају постуру) више не трпе оптерећење, настаје мишићна атрофија и скелетна дегенерација. Боравак на нултој гравитацији резултира губитком коштане масе од 4% у костима које носе

оптерећење (нпр. тибиа), при чему величина дегенеративних промена зависи од дужине боравка у свемиру (Vico et al., 2000).

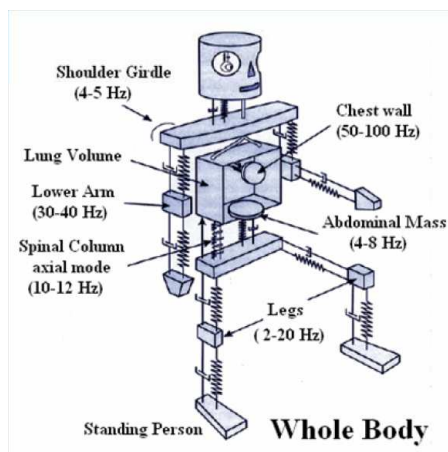
Кључна фигура у историји Вибрационог тренинга која је пресудно утицала на његов развој био је др Владимир Назаров, активни спортиста, члан совјетске гимнастичке репрезентације и професор на катедри за биомеханику на Државном Универзитету у Минску. Назаров је наставио даље да разрађује Бирманове (Beigman) идеје и уочио позитиван утицај вибрационог тренинга на снагу, као и да понављајуће ексцентрично оптерећење уз вибрације малих амплитуда позитивно утиче на развој снаге услед боље синхронизације моторних јединица (Nasarov & Spivak, 1985). Комбиновање тренинга са оптерећењем и вибрационог тренинга је први почео да истражује Исурин и сарадници који су установили 49,8% напретка у максималној снази након вежбања са додатним оптерећењем уз вибрације у односу на групу која је изводила исти протокол само без вибрација и забележила напредак од само 16%. Протокол се састојао од вежбања три пута недељно у трајању од три недеље, на фреквенцији од 44 Hz и амплитуди од 3 mm (Issurin, Liebermann, Tenenbaum, 1994).



Слика 10. Комбинација вибрационог и тренинга са спољашњим оптерећењем. Issurin VB, Liebermann DG, Tenenbaum G (1994). Effect of vibratory stimulation training on maximal force and flexibility. *Journal of Sports Sciences* 12:561–566. Преузето из Albasini, A., Krause, M., & Rembitzki, I. (2010). Using whole body vibration in physical therapy and sport. *Clinical practise and treatment exercises*. London: Churchill Livingstone Elsevier.

### 2.3.2 Физиолошки аспекти вибрационог тренинга

Често се у одређеним професијама као што су возачи радних машина (виљушкара, трактора) наглашава негативан утицај изложености вибрацијама и указује се на оштећења ткива и нерава (Wikström et al. 1994; Bovenzi & Hulshof, 1998; Palmer et al. 2000). Међутим, велики број истраживања указује на позитивне ефекте вибрација на повећање густине костију (Torvinen et al. 2003; Verschueren et al. 2004), ублажавање симптома фибромиалгије (Alentorn-Geli et al. 2008; Gusi et al. 2010), као и побољшања квалитета живота особа које болују од Паркинсонове болести (Schuhfried et al. 2005; Naas et al. 2006). Оно што разликује добре вибрације од лоших јесте њихова природа, односно да ли су вибрације којима је човек изложен хармоничне или нехармоничне вибрације.



Слика 11. Упрошћени модел фреквенције одређених делова тела. Преузето из: Drugă, С., Barbu, D., & Lache, S. VIBRATION AND THE HUMAN BODY. *Annals of the Ordea University*. Fascicle of Management and Technological Engineering, Volume VI (XVI), 168-173.

С обзиром на то да све у природи има одређену фреквенцију, тако и људски организам има своју фреквенцију (слика 3.). Главни узрок настанка здравствених проблема проузрокованих вибрацијом јесте резонанца, односно поклапање фреквенције делова тела са фреквенцијом вибрација. Резонантна фреквенција људског тела износи 5 Hz. Међутим, различите телесне структуре имају различите фреквенције, па тако око има највишу фреквенцију 20 Hz, глава 18 Hz, кичма 8 Hz, плућа 8 Hz, мишићи 7-15 Hz (Herterich, &



Schnauber, 1992). Опште познат пример је прелазак војске маршем преко моста, а мост се услед резонанце марша бојника и фреквенције моста сруши. Rubin et al. су 2003. године користили хируршке игле у Л4 пршљену како би доказали да вибрације у усправном ставу на фреквенцији испод 20 Hz износе 100% резонанце. Потребно је поменути и чињеницу да на фреквенцијама изнад 25 Hz пренос опада на око 80% у зглобу кука и кичми. Штавише, у опуштеном усправном ставу (вољно) пренос опада на 60%, а са флексијом у зглобу колена од 20° се чак смањује на 30% од максималних вредности. То сазнање је клинички веома значајно, с обзиром да показује да различите позиције тела и углова у зглобовима утичу на величину вибрација и резонанцу. Савремене вибрационе платформе производе вибрације које су ван опсега резонанце са унутрашњим органима и деловима тела човека.

### Спинални рефлекс

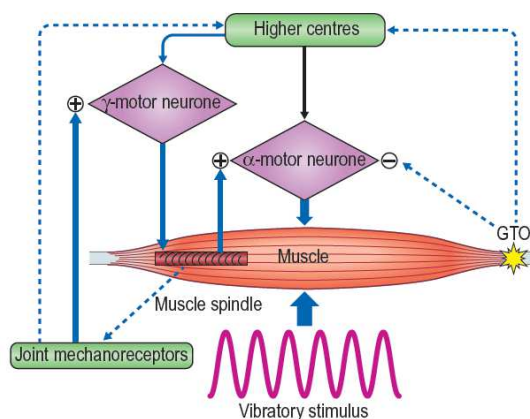
Приликом примене механичке вибрације на тетиву или мишић долази до рефлексне реакције (концентрична контракција) мишића на који је вибрација усмерена, односно до реципрочне инхибиције његових антагониста. Снага рефлекса зависи од параметара вибрације као и дужине мишића на почетку апликације вибрација (Eklund & Hagbarth, 1966). Овакав мишићни одговор се назива *Тонички вибрациони рефлекс (ТВР)*. Мишићна вретена се активирају синхронизовано са циклусом вибрација. Четири фактора утичу на ТВР: 1) локација вибрације; 2) Екситација ЦНС; 3) иницијална дужина мишића; 4) фреквенција вибрација (Bishop, 1974; према Cochrane, 2011). Вибрације стимулишу како моносинаптичке тако и полисинаптичке рефлексне путеве (Burke & Schiller, 1976). Применом вибрација на испитанике у седећем положају (Roll et al. 1980) су установили да вибрације утичу на екстеро и проприорецепторе више него на вестибуларни орган. Такође, вибрација стимулише многобројне периферне рецепторе попут мишићног вретена и голцијевог тетивног органа што резултира мишићном контракцијом (Latash, 1998). Механички стимулуси који се преносе са вибрационе платформе стимулишу сензорне рецепторе, највероватније мишићна вретена. Ово води до активације алфа-мотонеурона и иницира мишићну контракцију слично као и тонички вибрациони рефлекс (Delecluse et al. 2003; Cardinale & Bosco, 2003). Иако у вибрационом тренингу вибрација није постављена директно на тетиву или мишић, као што је описано и захтевано у *тоничком вибрационом*

*рефлексу*, повећана мишићна активност се приписује управо овом феномену. Вибрације индиректно могу да изазову активирање мишићног вретена (Gandevia, 2001: према Cochrane, 2011), што може бити прецизније објашњење мишићне активације путем вибрационог тренинга, с обзиром да су у вибрационом тренингу излагања вибрацијама индиректна и дужа од 30s. Вибрација се преноси преко стопала, шака или других делова тела. Због тога је приликом приказивања механизма функционисања вибрационог тренинга неопходно размотрити још неке од могућих утицаја.

### **Теорија мишићног подешавања**

Теорија мишићног подешавања јесте релативно нов концепт презентован од стране (Nigg, 1997; Nigg & Wakeling, 2001, а касније и од Cardinale & Lim, 2003), и представља рефлексну мишићну активност која се може посматрати као неуромишићно усаглашавање - штимање како би се умањиле вибрације меких ткива. Истраживао хипотезу према којој је вибрација примењена на стопало близу природне фреквенције меких ткива доњих екстремитета, мишићна активност се повећава, што уједно повећава 1) природну фреквенцију и 2) пригушује утицај вибрација како би се смањила резонанца. Вибрације меких ткива су мерене акцелерометром, а мишићна активност је бележена површинским електродама електромиографа: квадрицепса, задње ложе бута, тибалис антериора и трицепса суре. Вибрације су се кретале у опсегу од 10-65 Hz. Повећање емг активности и пригушивања вибрација је примећено са приближавањем фреквенције вибрација природној фреквенцији тела. Дошло се до закључка да је механизам пригушавања вибрација од стране меких ткива начин за избегавање резонанце приликом активности као што је трчање, приликом чега се преко пете вибрације преносе на цело тело.

Cardinale & Bosco (2003). су дали шематски приказ који илуструје регулацију тонуса мишића за време стимулације вибрацијама (Слика 4). Ефекат вибрација се огледа у брзој промени дужине мишићно-тетивног склопа, као и кретање у зглобу, при чему рефлексна мишићна активност преко  $\alpha$  и  $\gamma$  мотонеурона мења чврстину мишића и покушава да умањи вибрационе таласе пренешене на тело. Више регије ЦНС су такође укључене.



Слика 12. Шематски приказ регулације тонуса мишића за време стимулације вибрацијама. Cardinale, M., & Bosco, C. (2003). The use of vibration as an exercise intervention. *Exercise and sport sciences reviews*, 31(1), 3-7. Преузето из Albasini, A., Krause, M., & Rembitzki, I. (2010). Using whole body vibration in physical therapy and sport. *Clinical practise and treatment exercises*. London: Churchill Livingstone Elsevier.

### Утицај вибрационог тренинга на централни нервни систем

Nishihira et al. (2002) су испитивали троминутно излагање вибрацијама на Х-рефлекспет минута након вибрационог третмана. Резултати указују на то да је повећање екситабилности како Ia аферентних влакана, тако и еферентних влакана проузрокује повећање екситабилности мотонеурона.

Испитивање повећања рефлексних мишићних контракција након вибрационог тренинга истраживали су Pollock, Woledge, Martin, & Newham, (2012). на узорку од 7 испитаника, при чему су бележили записе 32 моторне јединице из Вастус латералис мишића за време 5 једноминутних излагања вибрацијама (30 Hz, 3 mm). Облик сигнал вибрација је такође забележен. Закључено је да су моторне јединице са најнижим прагом надражаја повећале свој праг надражаја, док су моторне јединице са вишим прагом свој праг надражаја снизиле. Затим су аутори истраживали узрок овог феномена у проучавању пресинаптичке инхибиције солеуса, на узорку од 8 испитаника, где је укупно 30 Х-рефлекса забележено (интензитет стимулације 30% од максимума) пре и након вибрационог третмана. Истраживачи закључују да постоји присуство мишићне активности сличне тоничком вибрационом рефлексу. Различит одговор моторних јединица ниског и високог прага надражаја приписан је моносинаптичким и полисинаптичким путевима, али не и

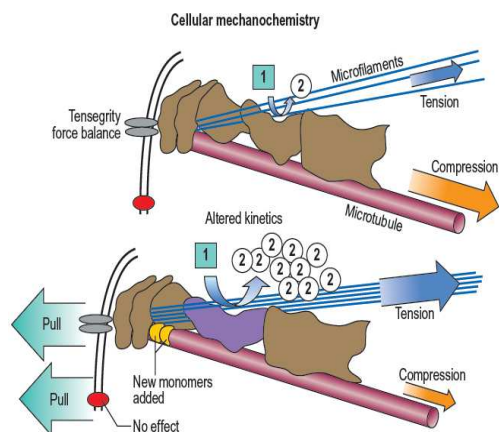
пресинаптичкој инхибицији. Ово истраживање можемо сматрати веома битним јер указује на чињеницу да ефекти вибрационог тренинга зависе у великој мери од својства мишића.

Истраживања путем *Транскранијалне магнетне стимулације* омогућавају нам сагледавање целовите слике механизма функционисања вибрационог тренинга. Међутим, до сада је урађен мали број истраживања о том проблему. Једно од тих истраживања су урадили Mileva, Bowtell, & Kossev, (2009), који су за циљ истраживања имали да утврде да ли вибрациони тренинг мења ексцитабилност кортико-спиналних и интракортикалних путева тибialis антериор мишића. Резултати транскранијалне магнетне стимулације указују на то да је вибрациони тренинг повећао кортико-спиналну ексцитабилност, као и да је вибрациони тренинг изазвао промене и у интракортикалним процесима. Ова сазнања упућују на могућност да вибрациони тренинг стимулише кортико-спиналне путеве. Међутим, Weier & Kidgell, (2012), су, такође, користили транскранијалну магнетну стимулацију како би утврдили промене у кортикоспиналним путевима након 4 недеље тренинга снаге са слободним теговима и са слободним теговима на вибрационој платформи. У закључку аутори наводе да није било статистички значајне разлике између група у кортикоспиналној ексцитацији. Истовремено, они наглашавају да је до својеврсне промене у кортикоспиналним путевима, ипак, дошло. Њихов закључак несумњиво упућује на смер будућих истраживања о вибрационом тренингу која би више требала да буду усмерена на механизме функционисања вибрационог тренинга.

### **Тенсигритет**

Појам *тенсигритет* у употребу увео је Richard Buckminster "Bucky" Fuller, који је био амерички теоретичар, архитекта и проналазач. Молекули, ћелије, ткива, органи и цело тело користи *тенсигритет* архитектонски модел како би механички стабилизовало свој облик уз активацију свих телесних структура. Механичке силе изазивају промене у биохемији човека и генској регулацији живе ћелије. Овај структурално заснован систем омогућава нам механистички приступ при разумевању утицаја физикалне терапије на физиологију ћелија и ткива (Ingber, 2008). У људском телу конективно ткиво обезбеђује преднапрезање сила, а кости и телесне течности остварују противтежу тим силама тако што обезбеђују деловање силе компресије. Према овом моделу, постуру тела не држе само

кости, већ и меко ткиво. Мишићи и тетиве се адаптирају на спољашње утицаје – стрес, на молекуларном нивоу, при чему се та адаптација преноси на остале телесне нивое - цело тело (Ingber, 2003).



Слика 13. Допринос ћелијског Тенсигритета на механохемијску конверзију. Преузето из: Ingber, D. E. (2003). Tensegrity I. Cell structure and hierarchical systems biology. *Journal of Cell Science*, 116(7), 1157-1173.

Теорија тенсигритета претпоставља да пренос вибрација утиче на адхезивне процесе у молекулима на ћелијском нивоу, и по свему судећи имају значајан утицај на здравље мишићног ткива преко додатног прилива механички произведене кинетичке и потенцијалне енергије коју вибрациони тренинг преноси (Albasini et al. 2010).

### 2.3.3 Циљеви и задаци

Циљ вибрационог тренинга је да разноврсним и систематским моторичким активностима допринесе развоју моторичких способности, затим стицању, усавршавању и примени моторичких умења, као и навика у свакодневним и специфичним условима живота и рада.

Задаци вибрационог тренинга:

- Активација неуромишићног система.
- Активација кардиоваскуларног система.
- Опоравак нарушених моторичких способности насталих након различитих повреда и обољења.

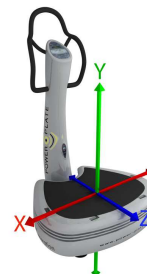
#### **2.3.4 Методе и принципи рада у вибрационом тренингу**

Средства рада у вибрационом тренингу је вежба која се у статичком или динамичком режиму рада изводи помоћу вибрационе платформе, односно, спој моторичких активности вежбача и вибрационе платформе која се користи у методи вибрационог тренинга. Приликом вибрационог тренинга вежбач се налази на платформи која производи хармоничне вертикалне вибрације са могућношћу промене њихових фреквенција и амплитуде. У зависности од тога коју групу мишића активира, вежбач на платформи заузима одређене ставове и положаје (стојећи, клечећи, седећи, лежећи и други). Механички стимулуси се са вибрационе платформе преносе на тело вежбача.

## Справе и реквизити

Величина саме платформе варира у зависности од произвођача и креће се од 50 цм са 80 цм па надаље. Вибрациона платформа има покретачки механизам који производи амплитуду и убрзање равномерно у сваком моменту преко целе површине платформе. Амплитуда вибрација износи 2mm (ниска) и 4mm (висока), док се фреквенција вибрација може подешавати од 25 до 50 Hz у секунди.

Правац вибрације које машина производи је у три равни, што значи да она вибрира око три осовине: горе-доле, напред-назад, са леве на десну страну (Слика 1). У основи платформе је спојена вертикална цев на којој се налазе држачи за руке и ноге и управљачки пулт. На управљачком пулту (Слика 2) може се подешавати:



Slika 14



Slika 15

- Фреквенција од 25-50 Hz,
- Трајање вибрација: подесиво у секундама (од 30s до 9 мин),
- Старт/Стоп тастер: за активирање вибрација у складу са изабраним параметрима,
- Репеат тастер: за понављање предходног модела рада,
- High/Low тастер: за подешавање високе/ниске амплитуде,
- Air тастер: за подешавање ваздушних јастука. Подножје платформе ослања се на јастучасто мекан материјал. Улога оваквог ослоња машине састоји се у томе да апсорбује пренос вибрација на под и да осигура равномерну дистрибуцију преко целе површине платформе.

## Реквизити

У сврху постизања додатног оптерећења вежбача у Вибрационом тренингу, могу се користити разни други реквизити попут склекера, пилатес лопти, гумених трака, медицинки, ручних тегова, олимпијских шипки, степ клупа, струњача и друго.

## Методе рада

С аспекта организационе форме и методичког облика Вибрационог тренинга, најчешће се сусрећемо са *индивидуалним тренингом* који омогућује најсигурнији пут ка жељеним променама, усредсређујући се на потребе вежбача. Заступљен је и рад у мањим групама, у зависности од броја справа којима се располаже.

Вибрациони тренинг карактерише *интервални метод рада*. Периоде вежбања смењују периоди одмора. Сам број вежби и њихово трајање, интензитет и број понављања, као и дужина одмора, прилагођене су тренутним физичким способностима вежбача и задацима рада.

## Методе развоја снаге у вибрационом тренингу

Снага вежбача манифестује се приликом савладавања различитих отпора на вибрационој платформи у динамичком или статичком режиму рада. Битно је напоменути да код статичког режима рада, услед вибрација мишићи ипак остварују кретање контракције док кретања у зглобовима нема, што се објашњава повећаном неуромишићном активацијом током вибрационог тренинга.

Најчешће методе за развој експлозивне снаге у вибрационом тренингу су:

1. **Метод експлозивног надражаја** - врше се брза понављања уз активацију тачно одређених мишићних група,
2. **Метод статичких положаја**– врши се велико мишићно напрезање (тело задржава одређени положај, а учесталост мишићних контракција зависи од фреквенције вибрација),
3. **Статичко-динамичка метода** – се огледа у томе да се прво врши статички режим рада, а затим се изводи динамичка контракција,
4. **Плиометријски метод** – долази до истезања мишића (ексцентрична фаза), након које се мишићи контрахују (концентрична фаза). Брзо и снажно истезање мишићних вретена олакшава контракцију мишића који испољавају већу експлозивну снагу,
5. **Метод понављања** – врши се виšekратно савладавање тежине свога тела (релативна репетитивна снага) у условима убрзања гравитационих сила.



## Методе развоја гipкoсти у вибрациoнoм тренингу

Гипкост у највећој мери зависи од покретљивости у зглобовима, еластичности мишића, тетива и стабилизатора зглоба (зглобних чаура и веза-пасивних учвршћивача). Вибрациони тренинг има позитиван ефекат на развој гipкoсти (Madić, D., Obradović, J., Pantović, M. 2012).

Најчешће методе за развој гipкoсти у вибрациoнoм тренингу су:

**Метода стречинг вежби** – подразумева повећање покретљивости уз помоћ вибрационе платформе при чему вежбач достиже екстремни положај у одређеном покрету који задржава минимум 30 секунди. За то време физиолошки и биохемијски процеси су поспешени фреквентним активирањем мишићног рефлекса на истезање, кратким и интензивним вибрацијама.

У вибрациoнoм тренингу потребно је поштовати одређене биолошко-педагошке законитости, на основу којих се моторичке способности могу развијати постепеним повећањем оптерећења применом одређених метода.

Такође у вибрациoнoм тренингу, неопходно је поштовати и **ДИДАКТИЧКЕ ПРИНЦИПЕ**.

- принцип поступности,
- принцип индивидуалности,
- принцип истрајности,
- принцип доследности,
- принцип комплексности.

Максимална адаптација, економичност и ефикасност вибрациoнoг тренинга за минимално временско трајање је остварива уз придржавање следећих **СПЕЦИФИЧНИХ ПРИНЦИПА**:

- Принцип резонанце – фреквенција вибрација не сме се подударати са фреквенцијом унутрашњих органа вежбача (>20Hz).
- Принцип акцелерације – оптерећење се мења променом фреквенције и амплитуде вибрација.

### Дозирање обима и интензитета рада

Један од основних принципа у методици тренинга снаге заснован је на поступном повећању оптерећења. У њему је оптерећење могуће постепено повећавати у складу са порастом развоја снаге вежбача. Из поменутих разлога, велики број тренажних метода се заснива на принципу повећања тежинских јединица оптерећења (код тренажера са теговима). Дакле, за ефикаснији рад на развоју мишићне снаге потребно је повећати утицај гравитационе силе коју мишићи треба да савладају. У складу са оптерећењем, мишић развија силу која савладава различиту масу при чему сила земљине теже константно износи  $9.81 \text{ m/s}^2$ . Према томе, принцип се укратко може свести на Њутнову формулу:

**$F = m \times a$**    **F – Сила; m – маса;   a – убрзање**

Из ове формуле се може јасно видети да се сила може повећати додавањем или више масе или већег убрзања. За разлику од поменутог конвенционалног приступа где је савладавање гравитационе силе основа рада на развоју снаге, вибрациони тренинг користи другу страну једначине. То подразумева да се оптерећење повећава путем већег убрзања услед чега мишићи, тетиве и зглобови вежбача не морају да трпе спољашње оптерећење. На овај начин се умањује могућност повреда и слично. Ово повећање Силе гравитације се огледа у постојању непрекидних промена правца кретања код хармоничних вибрација, што узрокује повећање брзине при перманентним променама правца (акцелерација). Акцелерација представља детерминанту вибрационог интензитета. Вертикална амплитуда и фреквенција вибрација су од суштинског значаја. Акцелерација се мери у  $\text{m/s}^2$ . Вибрације производе *силе које се брзо мењају* (QCAFs) и које се преплићу са утицајем

сила земљиног гравитационог поља (Schmidt, 2004). Величина акцелерације g силе, може се уочити у Табели 1.

**Табела 1 Акцелерација g Силе приликом различитих фреквенција и амплитуда вибрација**

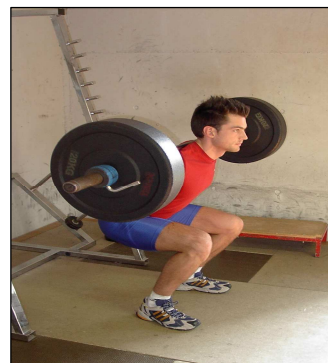
Амплитуда (mm)	Фреквенција (Hz)	Сила гравитације (g)	Убрзање (m/s <sup>2</sup> )
Ниска (2 mm)	30	1.83	18.00 m/s <sup>2</sup>
	35	2.32	22.80 m/s <sup>2</sup>
	40	2.76	27.10 m/s <sup>2</sup>
	50	3.48	34.10 m/s <sup>2</sup>
Висока (4 mm)	30	3.17	31.10 m/s <sup>2</sup>
	35	3.99	39.10 m/s <sup>2</sup>
	40	5.11	50.09 m/s <sup>2</sup>
	50	6.36	62.40 m/s <sup>2</sup>

Табела 1. Преузето из Fundamentals Level I - Online Learning\_FINAL FH. (n.d.). *Power Plate - Vibration Plate Training & Exercise - Gym Equipment*. Retrieved November 10, 2012, from <http://www.powerplate.com/resources/vid/academy/level1/player.html>.

Ради боље илустрације упоредиће се потребна сила коју мишић треба да развије да би савладао одређено оптерећење. Узеће се пример вежбача телесне тежине 70 kg са још 70 kg додатне тежине у поређењу са вежбачем који вежба на вибрационој платформи (Fundamentals Level I - Online Learning\_FINAL FH. (n.d.).

#### Уобичајен тренинг са теговима:

$$F = [70 \text{ kg} + 70 \text{ kg додатне тежине}] \times 9.81 \text{ m/s}^2 (1g) = 1373,4 \text{ Њутна}$$



Slika 16.

#### Вибрациони Тренинг на вибрационој платформи

40 Хз и висока амплитуда → максимално убрзање 50.0 m/s<sup>2</sup>

$$F = 70 \text{ kg (тежина тела)} \times 50.0 \text{ m/s}^2 = 3500 \text{ Њутна}$$



Slika 17.

Кратке и интензивне вибрације фреквентно активирају мишићни рефлекс на истезање. Вибрације изазивају промене у дужини и напетости мишића, што узрокује сталне реакције мишића путем учестаног контраховања. Ово контраховање и опуштање мишића се одвија рефлексно.

**Оптерећење вибрационог тренинга** се изражава са два основна параметра: обим и интензитет оптерећења.

**Обим рада** подразумева укупну количину рада на тренингу која се изражава у јединици времена (секунда) и зависи од:

- дужине трајања интервала рада и одмора
- укупног броја вежби
- броја серија

**Интензитет оптерећења** у вибрационом тренингу одређује колики ће бити степен уложеног напора у тренажном раду, а изражава се параметрима учесталости вибрација (фреквенцијом) у јединици времена.

Интензитет тренинга зависи од:

- фреквенције вибрација,
- амплитуде вибрација,
- почетног става – положаја,
- углова у зглобовима које вежбач заузима приликом вежбања,
- форме кретања,
- темпа извођења вежбе,
- додатног оптерећења.

Обим и интензитет оптерећења су међусобно високо повезани и мењањем њихових односа се поставља програм рада у вибрационом тренингу. Истовремено, повећање обима и интензитета могуће је само до одређене границе, након чега даље повећање једног параметра подразумева смањење другог.

Варијабилност управљања оптерећењем:

- Повећање обима при истом интензитету.
- Повећањем интензитета при истом обиму рада.
- Истовременим повећањем обима и интензитета.
- Истовременим смањењем обима и интензитета.
- Знатним смањењем обима уз повећање интензитета и сл.

## Структура тренинга

Вибрациони тренинг се састоји из три целине унутар којих се изводе:

- вежбе јачања (еуотније),
- вежбе истезања (елонгације),
- вежбе релаксације (масажа).

Први део тренинга – вођење и припремање за рад.

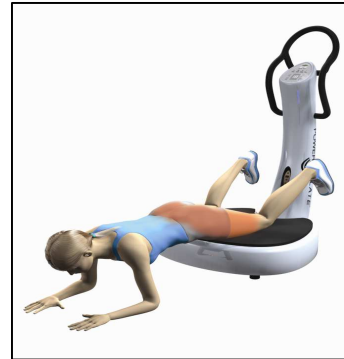
У уводно припремном делу који је трајања 5-10% првог дела часа користе се вежбе обликовања, усправни ставови при којима је цело тело изложено вибрацијама са циљем увођења и припреме за рад. С обзиром да се вибрације преносе на цело тело, а мишићи почињу рефлексно да се контрахују долази до брзог подизања функција организма на виши ниво и припреме локомоторног апарата за предстојећа напрезања. Предност вибрационог тренинга се огледа у томе што се велики део вежби спроводи у затвореним кинетичким ланцима при чему је група мишића која се вежба увек дистално фиксирана. У вибрационом тренингу, када радимо са затвореним кинетичким ланцима, вежбач може да препозна границе своје мобилности веома лако, што спречава могућност повреда.

Други део - главни део тренинга састоји се од вежби јачања и вежби истезања и подељен је по мишићним групама на вежбе:

- ногу и карличног појаса,
- руку и раменог појаса,
- трупа.

**Трећи део тренинга**, чине положаји за масажу на вибрационој платформи, који имају за циљ смиривање организма, опуштања мускулатуре, враћање виталних функција на нормалан ниво, као и побољшање циркулације крви у проблематичним зонама. Такође,

попешава се размена кисеоника и угљен-диоксида, као и микро и макронутријената (Слика 18).



**Слика 18. Масажа на  
вибрационој платформи**

### **2.3.5 . Досадашња истраживања ефеката вибрационог тренинга на експлозивну снагу.**

#### **Акутни ефекти вибрационог тренинга**

Реакцију скелетних мишића након једног вибрационог тренинга Bosco et al. 1999а, су истраживали код 6 одбојкашица. Брзина покрета, експлозивна снага и сила забележени су приликом извођења максималног лег-пресс са додатним оптерећењем од 70, 90, 110 и 130 кг. Тестирање је вршено пре и након десетоминутне изложености вибрацијама. Током вибрационог третмана испитаници су се налазили у усправном ставу са са прстима једне ноге ослоњеним на вибрациону платформу (Е нога), док је друга нога (Ц нога) била одигнута од тла. Вибрациони третман је узроковао статистички значајно повећање ( $p < 0.05$ ) брзине покрета, експлозивне снаге и мишићне силе. Гледајући графички представљену дистрибуцију података, крива односа брзина-сила и експлозивна снага-сила је била померена на десно. Контролна (Ц) нога није показала промене у посматраним механичким варијаблама након вибрационог третмана. У закључку, акутни ефекти вибрационог третмана на неуромишићни апарат испољен је побољшањем брзине покрета, мишићне силе и експлозивне снаге у извођењу лег-пресс вежбе са спољашњим оптерећењем. Иста група аутора извештава да акутни ефекти унилатералног бицепс прегиба уз вибрације повећава испољавање експлозивне снаге за 12% ( $p < 0.001$ ). Наиме, резултати електромиограма (ЕМГ) забележени у *m.biceps brachii* експерименталне групе је показао статистички значајно повећање ( $p < 0.001$ ) неуролошке активности за време третмана вибрацијама. Ово побољшање мишићних перформанси проузроковано вибрационим тренингом наводи на закључак да долази до неуролошке адаптације проузроковане вибрацијама (Bosco et al. 1999b).

Са друге стране, смањење радне способности већег обима након вибрационог тренинга у поређењу са конвенционалним вежбањем уочено је у истраживању које су спровели Rittweger et al. (2000). Истраживачи су на узорку од 37 испитаника поредили ефекте чучњева на вибрационо платформи и вожње на бицикл ергометру до отказа. Вибрациона група је изводила чучњева на вибрационој платформи при фреквенцији 36 Hz са спољашњим оптерећењем од 40% од телесте тежине вежбача. Резултати су указали на то да, иако је тест извођен до отказа, кардиоваскуларни утицај је био благ, а смањење



мишићне силе након изведеног мерења на изокинетичкој столици је било израженије у вибрационој групи 9%. Аутори наводе да је потребно истражити механизме замора приликом вибрационог тренинга који су по свему судећи били у неуро-мишићној компоненти.

De Ruiter et al. (2003a) су забележили да када се електрично стимулишу мишићи опружачи колена, максимална сила тада забележена и максимална сила на исти начин испитивана након акутне примене вибрационог тренинга (30 Hz, 8 mm), показује статистички значајан пад на 93 (5)% [mean (SD),  $P < 0.05$ ]. Након три сата вредности се враћају на почетни ниво. Док вољна контракција остаје смањена за (2–4%). Смањење вредности ЕМГ сигнала *m.vastus lateralis*, и *m.gluteus medius* је такође уочено након примене вибрационог третмана у трајању од 4 минуте при амплитуди вибрација од 2 mm (Torvinen et al. 2003). Замор игра кључну улогу, што наводи на закључак да трајање изложености вибрацијама, амплитуда и фреквенција у великој мери су фактори који одлучију да ли ће се добити потенцирајући ефекти или ће чак доћи до смањења радне способности.

Поједни аутори су се бавили акутним ефектима вибрација на манифестацију експлозивне снаге приликом примене различитих фреквенција. Резултати након примене ниске фреквенције (20 Hz) су показали повећање параметара скока из чучња за 4% ( $p < 0.05$ ), док је висока фреквенција (40 Hz) утицала на смањење вредности скока из чучња за (-3.8%;  $p < 0.05$ ), односно (-3.6;  $p < 0.001$ ) код скока кроз получучањ (Cardinale & Lim, 2003). Треба поменути испитивање Da Silva et al. (2006), утицаја различитих вибрација (20, 30, 40 Hz) на узорку од 31 испитаника, при чему се њихово излагање вибрацијама састојало од 6 серија у трајању од 60s, са две минуте одмора између серија. Испитаници су били тестирани на 1RM, SJ, CMJ. Највећи прираст снаге је утврђен при фреквенцији од 30 Hz за for SJ ( $p < 0.001$ ), CMJ ( $p < 0.01$ ). Насупрот тим резултатима при фреквенцији од 40 Hz дошло је до пада вредности резултата. Аутори закључују да је идеална фреквенција за повећање неуромишићне активности фреквенција од 30 Hz, што се донекле слаже са резултатима претходног истраживања, с обзиром да су обе групе аутора дошли до закључка да фреквенција од 40 Hz нема потенцирајући ефекат. Приликом извођења балистичких покрета идеална фреквенција вибрација која изазива стимулацију неуро-мишићног система износи 50 Hz, а те вежбе је потребно изводити експлозивно и са субмаксималним оптерећењем (Rønnestad, 2009). За повећавање експлозивне снаге

вибрације у трајању од 30s при на фреквенцији од 40 Hz, при амплитуди од 8 mm је потребно уврстити у програм физичке припреме, при чему аутори наводе потребу за даљим истраживањима на различитим узорцима, с обзиром на то да је у њиховом истраживању укључен узорак испитаника који се рекреативно бавио спортом (Turner et al. 2011). Потребно је напоменути да се наведена истраживања међусобно разликују по узорку испитаника, типу платформе коришћених за истраживање, као и у амплитудама примењених вибрација. Rønnestad & Ellefsen, (2011) испитивали су утицај различитих фреквенција вибрација на прзу припрему испитаника за извођење спринта на 40 m. Испитаници су изводили поличучњеве у трајању од 30s на фреквенцијама од 30 Hz и 50 Hz као и без вибрација. Истраживачи нису нашли статистички значајну разлику између фреквенције 30 Hz и без вибрација, док је код фреквенције од 50 Hz уочено повећање брзине трчања на 40 m.

### **Хронични ефекти вибрационог тренинга**

Истраживање краткорочних ефеката хроничне изложености вибрационом тренингу на механичко понашање скелетних мишића је указало на могућност неуралне потенцијације путем вибрација (Bosco et al. 1998). Аутори су на узорку од четрнаест испитаника спровели истраживање у трајању од десет дана. Испитаници су били изложени вибрацијама свакодневно у обиму од пет серија по две минуте (укупна дневна изложеност вибрацијама десет минута) на фреквенцији од 26 Hz при амплитуди од 10mm. Резултати финалног мерења су показали статистички значајан напредак код испитаника изложених вибрацијама у висини скока и просечној висини континуираних скокова у трајању од 5s.

Утицај вибрационог тренинга у трајању од дванаест недеља на снагу опружача у зглобу колена истраживали су Delecluse et al. 2003. Узорак од шездесет и седам испитаника подељен је на вибрациону (ВГ, n=18), групу која тренира са класичним спољашеим оптерећењем (СГ, n=18), плацебо групу (ПГ, n=19) и контролну групу (КГ, n=12). Испитаници су изводили статичке и динамичке чучњеве на вибрационој платформи у распону фреквенције од 35–40 Hz (ВГ) и без вибрација (ПГ), док је (СГ) вежбала на лег прес и на ножној екстензија машини. Прве три групе су вежбале три пута недељно док (КГ) није упражњавала физичку активност. Испитаници су тестирани на изокинетичкој столици пре и након третмана и тензо-платформи. Након третмана, вредности скока кроз

получућањ су се статистички значајно повећале једино у (ВГ), а вредности изокинетичког тестирања су се статистички значајно повећале у (ВГ) и (ОГ). Истраживачи закључују да вибрација и рефлексне реакције мишића, које она проузрокује, имају потенцијал да произведу напредак у снази мишића опружача ногу у истој размери као и тренинг са спољашњим оптерећењем умереног интензитета.

Delecluse et al. (2005). су на узорку од двадесет искусних спринтера (13 ♂, 7 ♀, 17 – 30 година) спровели експериментални третман у трајању од 5 недеља где је Вибрациона група (ВГ n = 10: 6 ♂, 4 ♀) изводила статичке и динамичке вежбе без спољашњег оптерећења на вибрационој платформи (35 - 40 Hz, 1.7 - 2.5 mm, Power Plate®). Контролна група (КГ, n = 10: 7 ♂, 3 ♀.) је наставила са редовним тренажним активностима. Аутори наводе да није дошло до разлике у снази мишића опружача у зглобу колена приликом изокинетичког тестирања, као ни у брзини трчања. Аутори, такође, наглашавају да период од пет недеља није довољан да изазове веће позитивне ефекте од конвенционалног тренинга у спринту.

Torvinen et al. (2002a, 2002b) су у два различита истраживања приликом четири и осам месеци упражњавања вибрационог тренинга (25-35 Hz, 2 mm), у четворомесечном истраживању уочили да напредак у снази опружача у зглобу колена који настане након два месеца 3,7% није наставио растући тренд након наредна два месеца. Такође, ни на крају осам месеци вибрационог тренинга није дошло до статистички значајног напретка у односу на прва два месеца. Овај закључак упућује на то да је у вибрационом тренингу, такође, потребно прогресивно повећавати оптерећење, односно да фреквенција и амплитуда, након почетне адаптације, сами по себи нису довољни. Према томе, потребно је размотрити опције додавања спољашњег оптерећења или мењати саме вежбе, као што је случај и у конвенционалном начину тренирања.

Вибрациони тренинг уз комбиновање тренинга са спољашњим оптерећењем даје боље резултате у мишићној хипертрофији изометријској снази лумбалне регије у поређењу са класичним тренингом (Osawa & Oguma, 2011). Они су на узорку од тридесет и два испитаника истраживали разлике у тренингу са спољашњим оптерећењем (РГ) и спољашњим оптерећењем уз додатак вибрација (ВГ). Истраживачи су након тринаест недеља уочили повећања дијаметра попречног пресека *m. psoas major* и *m. erector spinae* код (ВГ). Ова повећања праћена су и повећањима изометријске снаге лумбалне регије, скока кроз получућањ, обртног момента у зглобу колена.

### **Утицај вибрационог тренинга на телесни састав**

Одређени број истраживања бавио се утицајем вибрационог тренинга на потрошњу кисеоника. Rittweger et al. (2002), пратили су параметре потрошње кисеоника за време вежбања на вибрационој платформи. Резултати њиховог истраживања упућују на чињеницу да се у току вибрационог тренинга јавља јак метаболички одговор и да се ти параметри могу контролисати фреквенцијом и амплитудом вибрација, као и додавањем спољашњег оптерећења.

Elmantaser et al. (2012) поредили су краткорочне и средњерочне ефекте вибрационог тренинга на ендокрини статус, мишићну функцију и маркере густине костију. Испитаници су у периоду од 16 недеља упражњавали вибрациони тренинг три пута недељно. Истраживачи су уочили да вибрациони тренинг стимулише секрецију хормона раста, као и да смањује ниво кортизола. Ови налази се подударују са истраживањем Bosco et al. (2000), где је установљено и повећање нивоа тестостерона након једне интервенције вибрационим тренингом. Вибрациони тренинг стимулише ослобађање хормона раста као и производњу лактата код гојазних особа, у истој мери као и вибрациони тренинг уз спољашње оптерећење, што указује на сигурност и превенцију повреда приликом вежбања на вибрационој платформи (Giunta et al. 2012). Аутори указују на потребу истраживања везе између вибрационог тренинга и производње инсулина сличног фактора-1.

На узорку од 14 гојазних испитаница Wilms et al. (2012). истраживали су да ли постоји позитиван утицај додавања вибрационог тренинга тренингу издржљивости у циљу редукције масно ткиво. Резултати биоелектричне импеданце показали су да је група жена, која је уз тренинг издржљивости упражњавала и вибрациони тренинг, имала боље резултате биоелектричног фазног угла, који је битан показатељ здравственог стања појединца. Комбиновање аеробног вежбања или вибрационог тренинга са калоријском рестрикцијом на дужи временски период (6 месеци) може резултирати смањењем телесне тежине од 5-10% (Vissers et al. 2010). Аутори исте те студије указују на потенцијал вибрационог тренинга у смањењу висцералних масти и то у већој мери него аеробно вежбање. Са друге стране, Fjeldstadet al. (2009). наводе да је код старијих жена за снижавање процента масти потребно користити тренинг са спољашњим оптерећењем и у комбинацији са вибрационим тренингом. Аутори наглашавају да је вибрациони тренинг био успешан у смањењу процента масти само у комбинацији са вежбама са спољашњим оптерећењем.

### 3 ПРЕДМЕТ, ПРОБЛЕМ И ЦИЉЕВИ

Предмет овог истраживања представља антрополошки статус мушкараца старих 20 година  $\pm$  6 месеци, посебно моторичке способности, морфолошке карактеристике и телесни састав, као и различите методе тренинга снаге.

Проблем – истражити да ли и какве промене антрополошког статуса, нарочито нивоа снаге, морфолошких карактеристика и телесног састава изазива петонедељна примена различитих метода тренинга снаге код адолесцената мушког пола и која ће од примењених метода имати какав ефекат на ниво снаге, телесни састав и антропометријске димензије испитаника.

Генерални циљ истраживања је истражити да ли и како експериментални рад применом три различите методе тренинга снаге утиче на ниво снаге, морфолошке карактеристике и телесни састав посматраног узорка.

Парцијални циљеви:

1. Установити да ли постоје разлике у моторичким способностима, морфолошким карактеристикама и телесном саставу испитаника подељених по субузорцима у иницијалном мерењу.
2. Установити да ли постоје разлике у нивоу снаге, морфолошким карактеристикама и телесном саставу испитаника пре и после примене комплексног тренинга као експерименталног третмана.
3. Установити да ли постоје разлике у нивоу снаге, морфолошким карактеристикама и телесном саставу испитаника пре и после примене вибрационог тренинга као експерименталног третмана.
4. Установити да ли постоје разлике у нивоу снаге, морфолошким карактеристикама и телесном саставу испитаника пре и после примене неуромишићне електростимулације као експерименталног третмана.

5. Установити да ли постоје разлике у моторичким способностима, морфолошким карактеристикама и телесном саставу испитаника подељених по субузorcима у финалном мерењу.
6. Установити која од примењених метода тренинга снаге изазива највеће промене у нивоу снаге, телесном саставу и антропометријскеим димензијама испитаника.

## 4 ХИПОТЕЗЕ ИСТРАЖИВАЊА

Генерална хипотеза

Н – Експериментални рад применом различитих метода снаге утиче на ниво снаге, морфолошке карактеристике и телесни састав мушкараца у касној адолесценцији.

Н1 – претпоставља се да не постоје разлике у моторичким способностима, морфолошким карактеристикама и телесном саставу између субузорака на иницијалном мерењу.

Н2 – претпоставља се да је примена комплексног тренинга изазвала појаву разлика између иницијалног и финалног станја у нивоу снаге испитаника посматраног субузорка.

Н3 – претпоставља се да примена комплексног тренинга није изазвала појаву разлика између иницијалног и финалног станја у морфолошким карактеристикама испитаника посматраног субузорка.

Н4 – претпоставља се да је примена комплексног тренинга изазвала појаву разлика између иницијалног и финалног станја у телесном саставу испитаника посматраног субузорка.

Н5 – претпоставља се да је примена вибрационог тренинга изазвала појаву разлика између иницијалног и финалног станја у нивоу снаге испитаника посматраног субузорка.

Н6 – претпоставља се да примена вибрационог тренинга није изазвала појаву разлика између иницијалног и финалног станја у морфолошким карактеристикама испитаника посматраног субузорка.

Н7 – претпоставља се да је примена вибрационог тренинга изазвала појаву разлика између иницијалног и финалног станја у телесном саставу испитаника посматраног субузорка.

Н8 – претпоставља се да је примена неуромишићне електростимулације изазвала појаву разлика у нивоу снаге испитаника посматраног субузорка.

Н9 – претпоставља се да примена неуромишићне електростимулације није изазвала појаву разлика у морфолошким карактеристикама испитаника посматраног субузорка.

Н10 – претпоставља се да је примена неуромишићне електростимулације изазвала појаву разлика у телесном саставу испитаника посматраног субузорка.

H11 – претпоставља се да је примена експерименталног третмана условила појаву разлика у моторичким способностима, морфолошким карактеристикама и телесном саставу између субузорака на финалном мерењу.

H12 – претпоставља се да је тренинг снаге методом комплексног тренинга изазвао највеће позитивне промене у нивоу снаге испитаника.



## 5 МЕТОДЕ РАДА

Ово истраживање има за циљ да испита утицај различитих тренажних метода на моторичке способности и морфолошке карактеристике и телесног састава мушкараца у касној адолесценцији и у којој мери оне утичу на перформансе у скакању, брзини трчања, телесни састав. Реч је о истраживачкој експерименталној методи рада са три експерименталне групе и једном контролном групом. У све четири групе биће забележено иницијално стање, примењен експериментални третман и финално стање. Из тог разлога ће све четири групе адолесцената ће упражњавати четири различита тренинг програма. Три експериментална третмана ће се састојати од програма практичне наставе извођене на Факултету спорта и физичког васпитања, допуњено комплексним тренингом (Е1 група), вибрационим тренингом (Е2 група) и неуромишићном електро стимулацијом (Е3 група). Четврта група (К група) служиће као контролна и она ће упражњавати уобичајен програм практичних предавања на Факултету спорта и физичког васпитања.

### 5.1 УЗОРАК ИСПИТАНИКА

Узорак испитаника је чинио 75 здравих адолесцената студената Факултета спорта и физичког васпитања у Новом Саду узраста  $20 \pm 0.5$  година. Студенти су својевољно приступити мерењу, тестирању и експерименталном раду.

У петонедељни експериментални програм је укључено 45 студената као експериментална (Е1, Е2, Е3) група. Студенти су насумично били подељени у три групе: (Е1,  $n=15$ ; Е2,  $n=15$ ; Е3,  $n=15$ ). Четврта група од 30 студената је упражњавала уобичајен програм практичних предавања на Факултету спорта и физичког васпитања, и користила се као контролна група (К).

## 5.2 УЗОРАК ТЕСТОВА И МЕРА

Ово истраживање за процену експлозивне снаге доњих екстремитета користиће Kistler Quattro Jump протоколе развијене од стране Carmelo Bosco, као и Kotzamanidis et al. 2005, Kotzamanidis et al. 2006. Телесни састав биће измерен у складу са Bioelectrical impedance analysis in body composition measurement: National Institutes of Health Technology Assessment Conference Statement. Am J Clin Nutr 1996;64(3 Suppl):524S- 32S.

За процену експлозивне снаге мишића доњих екстремитета и карличног појаса користили су се моторички тестови:

1. Скок из получучња (cm)
2. Скок кроз получучањ (cm)
3. Просечна снага скока кроз получуч (w)
4. Узастопни скокови - скочни зглоб (cm)
5. Просечна сила скокова кроз получуч. (W/kg)
6. Просечна висина узастопних скокова кроз получучањ (cm)
7. Просечна сила скокова кроз получучањ (W/kg)
8. Трчање пролаз на 10m (s)
9. Трчање пролаз 10 - 20m (s)
10. Трчање пролаз 20 - 30m (s)
11. Трчање пролаз на 20m (s)
12. Трчање пролаз на 30m (s)

Од антропомеријских мера коришћене су:

- Телесна висина (cm)
- Телесна маса (kg)

Резултати телесног састава:

1. Безмасна маса (kg)
2. Телесне масти (kg)
3. Мишићна маса (kg)
4. Протеини (kg)
5. Минерали (kg)
6. Фазни угао ( °°° )

### 5.2.1 Опис моторичких тестова

#### Скок из получучња :

Број испитаника: 1

Инструмент : Quattro jump платформа (Kistler), рачунар, софтверски програм

Задатак:

1. Почетни став: Испитаник се налази на платформи у патикама у малом раскорачном ставу са рукама постављеним о бок.
2. Положај мериоца: Мерилац седи за рачунаром поред платформе. Даје знак за извођење скока и контролише исправност скока.
3. Извођење: Испитаник се спусти у почучањ ( $90^\circ$  у зглобу колена) са издржајем 2 секунде. Након тога максималан суножни одскок у вис и доскок на платформу пуним стопалом.

Напомена: Испитаник мора што снажније да одскочи у вис, да доскочи на платформу и на њој се задржи у мирном усправном ставу. Мерење и резултат: Изводе се три скока, а најбољи резултат се користи за даљу анализу.

Број мерилаца: 1



Слика 19. Кошаркаш репрезентације Јапана при тестирању на Кистлеровој платформи

Параметри који се бележе при скоковима из получучња су:

- Висина скока (cm)

Висина скока дефинисана је као максимално померање тежишта тела израчунато на основу вертикалне компоненте силе реакције подлоге и тежине тела.

За висину скока значајни су брзина извођења скока, односно, експлозивна снага мишића опружача ногу, величина реактивног преношења замаху, залет, дубина почучња, положај стопала, наскок као и степен међусобног деловања наведених фактора висине скока. Правовременост извођења скока је есенцијални параметар ефикасности извођења структуре покрета скока. Веома је битно да при извођењу скока вежбач крене у тачно одређено време нагоре.

## Скок кроз почучањ (SJBL)

Број испитаника: 1

Инструмент : Quattro jump

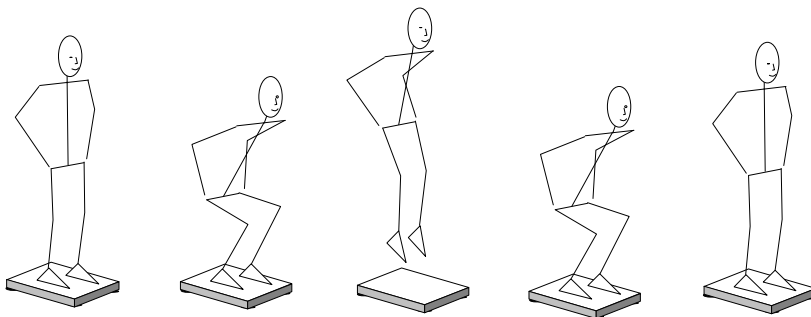
Задатак:

1. Почетни став: Испитаник се налази на платформи у патикама у малом раскорачном ставу са рукама о бок постављеним..
2. Положај мериоца: Мерилац седи за компијутером поред платформе. Даје знак за извођење скока и контролише исправност извођења скока.
3. Извођење: Испитаник кроз получучањ изводи максималан суножни одскок у вис и доскок на платформу.

Напомена: Испитаник мора што снажније да одскочи у вис, да доскочи на платформу и на њој се задржи у мирном усправном ставу.

Мерење и резултат: Изводе се три скока, а најбољи резултат се користи за даљу анализу.

Број мерилаца: 1



Слика 20. Приказ скока кроз почучањ у фазама

Параметри које бележимо приликом скока кроз почучањ:

- Висина скока (cm)
- Просечна снага ( w/kg)

За висину скока значајни су брзина извођења скока чији су учесници експлозивна сила мишића опружача ногу, величина реактивног преношења замаха, залет, дубина почучња, положај стопала, наскок као и степен међусобног деловања наведених фактора висине скока. Правовременост извођења скока је есенцијални параметар ефикасности извођења структуре покрета скока. Веома је битно да при извођењу скока вежбач крене у тачно одређено време нагоре.

Снага одскока - произведена је током концентричне фазе извођења вертикалног скока и представља производ вертикалне компоненте силе реакције подлоге и брзине центра масе тела.

Просечна снага - је просечна механичка снага произведена током концентричне фазе покрета.

## Узастопни скокови кроз получучањ (СЈВЛ) – тест снажне издржљивости трајања 15 - 60 секунди

Број испитаника: 1

Инструмент : Quattro jump

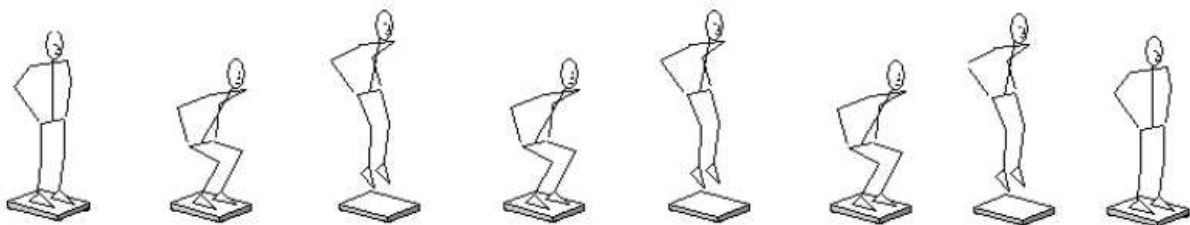
Задатак:

1. Почетни став: Испитаник се налази на платформи у патикама у раскорачном ставу са рукама постављеним о бок.
2. Положај мериоца: Мерилац седи за компијутером поред платформе. Даје знак за извођење скока и контролише исправност извођења скока.
3. Извођење: Испитаник кроз почучањ изводи континуиране максималне суножне скокове у трајању од 45 s.

Напомена: Обратите пажњу да угао у зглобу колена износи 90 у тренутку контактне фазе, тј. доскока. Тестом се, у зависности од трајања, процењује следеће: 15 секунди – максимална анаеробна снага, 45 – 60 секунди – снажна издржљивост у извођењу активности експлозивнога карактера.

Мерење и резултат: Изводи се једна серија скокова.

Број мерилаца: 1



Слика 21. Узастопни скокови кроз получучањ. Приказ скока у фазама.

Вредности теста изражене су у облику висине скока мерене у центиметрима или као просечна механичка снага (W/kg).

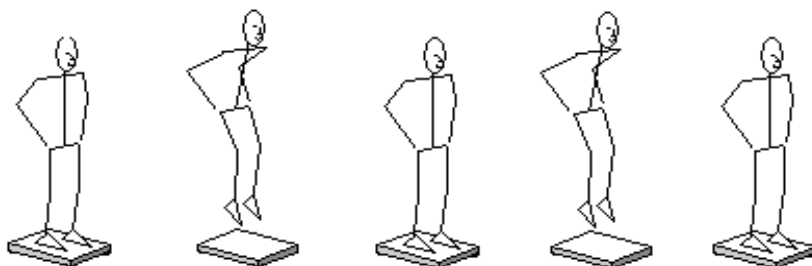
## Узастопни скокови из скочног зглоба (CJSL)

Број испитаника: 1

Инструмент : Quattro jump

Задатак:

1. Почетни став: Испитаник се налази на платформи у патикама у раскорачном ставу са рукама постављеним о бок.
2. Положај мериоца: Мерилац седи за компјутером поред платформе. Даје знак за извођење скока и контролише исправност извођења скока.
3. Извођење: Испитаник са опруженим ногама изводи континуиране максималне суножне скокове у трајању од 45 s.



Слика 22. Узастопни скокови из скочног зглоба. Приказ скока у фазама.

Тестом се процењује еластична експлозивна снага плантарних флексора - мишића задње стране потколенице. Овај тест нашао је плодно тло у спортским дисциплинама (нпр. у троскоку) које од спортиста захтевају експлозивну снагу и толеранцију на количину еластичне енергије тетивног апарата. Вредности теста могу се изразити у облику висине скока мерене у сантиметрима или као реактивни индекс. Реактивни индекс је однос трајања лета и контакта с подлогом.



## Трчање на 30м

Број испитаника: 1

Инструмент: електронски хронометар (New Test), повезан са 4 пара опторефлективних прекидача лоцираних праволинијски на старту, на 10, 20 и 30m.

Задатак:

1. Почетни став: Испитаник је у високом старту.
2. Положај мериоца: Мерилац седи за компијутером даје знак за старт и читава времена.
3. Извођење: Након знака за старт испитаник трчи што брже 30m и лагано се зауставља после проласка кроз циљ.

Напомена: Испитаник изводи три спринта са 3-минутним интервалом одмора између трчања.

Мерење и резултат: Изводе се три спринта, а најбољи резултат се користи за даљу анализу. Времена се бележе на пролазу кроз капије постављене на 10m, 20m и 30m са 0,01 секунди тачности.

Број мерилаца: 1.

У истраживању Delecluse et al. 1995, аутори су поделили деоницу од 30 метара на три фазе:

1. Фазу почетног - стартног убрзања (0-10m)
2. Фазу секундарног убрзања – међуубрзање (10-20m)
3. Фазу максималне брзине (20-30m)

Резултати теста се изражавају бројчано у секундама и то:

1. Трчање пролаз на 10m (s)
2. Трчање пролаз 10 - 20m (s)
3. Трчање пролаз 20 - 30m (s)
4. Трчање пролаз на 20m (s)
5. Трчање пролаз на 30m (s)

## 5.2.2 . Антропометрија

### ТЕЛЕСНА ВИСИНА

Телесна висина (cm) као репрезент лонгитудиналне димензионалности скелета мери се стандардним антропометром по Мартину (према ИБП-у).

### ТЕЛЕСНА МАСА

Телесна тежина (kg) као репрезент волумена и масе тела биће измерена употребом дигиталне ваге пре почетка тестирања телесног састава.

## 5.2.3 Телесни састав

Тестирање телесног састава врши се биоелектричном импедансом МАЛТРОН 920– 2. Биоелектрична импеданца или биоимпеданца Maltron Bioscan 920 – 2 је брза неинвазивна метода која функционише тако што се кроз структуру тела емитује безбедна доза струје од 5 kHz, 50 kHz 100 kHz и 200 kHz. Малтрон биоимпеданца спада у најновију генерацију оваквих апарата.

Реч је о вишекомпонентној биоимпеданци осетљивој на фазни угао која омогућава праћење и анализу састава тела на атомском, молекуларном, ћелијском и ткивном нивоу. Пре употребе подесе се параметри на монитору (висина, тежина, пол, године старости, расна припадност и физичка активност) и апарат, који уз помоћ постојећег софтвера, израчунава компоненте састава тела.

Тестирање употребом Maltron Bioscan 920-2 врши се на десној страни тела, у лежећем положају (на непроводљивој подлози), при собној температури. Руке и ноге треба да су одвојене једна од друге. Не би требало да буде никаквих контаката између натколеница, руку и трупа. Постоји више протокола за мерење телесне композиције овим апаратом. У истраживању је коришћена опција Full test. Ова опција подразумева постављање укупно четири електроде у облику специјалних ME 4000 јастучића: два на шаку и два на стопало. Приликом мерења неопходно је поставити специјално јастуче на средину шаке, одмах изнад корена средњег прста. Другу электроду поставити на превој зглоба ручја. Јастуче такође треба поставити на средину стопала, изнад корена другог и трећег прста. Другу

електроду поставити на превоју скочног зглоба, у линији цеванице. Апарат Maltron Bioscan садржи сет електронских каблова. Сваки кабл је довољно дугачак и на свом крају има две позитивне (+ црвена) и две негативне (- црна) штипаљке, укупно четири. Каблови се спајају тако да се позитивни крајеви постављају ближе срцу, а негативни даље.

Приликом постављања јастучића за електроде на руку и ногу, важно је измерити растојање између њих. Када се понавља тестирање код исте особе, требало би да јастучићи буду постављени на истом месту и на истој међусобној удаљености као и пре.

РУКА: Негативна (црна) електрода се спаја за јастуче ближе прстима, а позитивну (црвену) за јастуче на зглобу ручја.

СТОПАЛО: Негативна (црна) електрода постави се на јастуче ближе прстима, а позитивна (црвену) на јастуче на скочном зглобу.

Неопходно је осигурати да пацијент буде миран најмање 5 до 10 минута пре почетка тестирања. Након тога се постављају електроде.

Мерење и тестирање спроведи се у преподневним сатима. Како би добијени резултати за процену телесног састава били што прецизнији, мерење ће бити извршено по протоколу АЦСМ из 2005. године (Neuward, 2006). Протокол подразумева следеће:

- Мерења се врше у јутарњим часовима у исто време.
- Празна мокраћна бешика испитаника.
- 48 сати пре мерења испитаници нису конзумирали алкохол.
- Нормално стање хидрираности.
- 12 сати пре мерења испитаници се нису бавили никаквом физичком активношћу.
- Мерење се изводи док је испитаник у лежећем положају.

Процењивањем телесног састава добијени су подаци у следећим показатељима:

FFM (кг) – Fat Free mass или удео безмасне масе у телесном саставу а представља укупну масу мишићног, везивног и коштаног ткива,

FM (кг) - представља удео масне масе у телесном саставу,

MM (кг) – представља удео мишићне масе у телесном саставу

PHASE ANGLE – фазни угао представља показатељ здравља ћелије.

### **5.3 . ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ТРЕТМАН**

Програм експерименталног третмана је трајао пет недеља. Експериментални програм се изводио у фитнес центру Факултета спорта и физичког васпитања, Џим тоник фитнес центру, Фит НС клубу и просторијама Факултета спорта и физичког васпитања. Просторије су имале стабилну температуру 23-24°. Програм ће се спроводио три пута недељно.

#### **5.3.1 Експериментални програм за групу – комплексни тренинг**

Експериментални програм Е1 групе састојаће се у наизменичном извођењу вежби са субмаксималним оптерећењем 5-8 РМ и плиометријских вежби.

Табела 2.

Вежба	Пон. – Сре. – Пет.	1 Недеља	2 Недеља	3 Недеља	4 Недеља	5 Недеља
А1	Получучањ	8 РМ x 3	8 РМ x 3	5 РМ x 3	5 РМ x 3	5 РМ x 3
А2	Скок кроз чучањ	6 x 3	6 x 3	10 x 3	10 x 3	10 x 3
Б1	Набачај	8 РМ x 3	8 РМ x 3	5 РМ x 3	5 РМ x 3	5 РМ x 3
Б2	Дубински скок	6 x 3	6 x 3	10 x 3	10 x 3	10 x 3
Ц1	Бенч прес	8 РМ x 3	8 РМ x 3	5 РМ x 3	5 РМ x 3	5 РМ x 3
Ц2	Бацање медицинке	6 x 3	6 x 3	10 x 3	10 x 3	10 x 3

Пауза унутар једног комплекса ће трајати 2 минута, између серија износила је 5 минута, а између комплекса 5-7 минута.

### 5.3.2 Експериментални програм за групу - неуромишићна електростимулација

Експериментални третман Е3 групе се састојао од ниске плиометрије (вољне мишићне контракције - скокова кроз получучањ) преко које је била аплицирана НМЕС (Comrex Sport). Испитаници су изводили три скока за време трајања фаза контракције на програму експлозивна снага.

Табела 3. Програм експлозивне снаге ПРВИ НИВО

Експлозивна снага (32 минута)	Загревање	Контракција	Активни одмор	Опоравак
Фреквенција	5 Hz	104 Hz	1 Hz	3 Hz
Трајање подизања интензитета	1.5 s	0.75 s	0.5 s	1.5 s
Трајање фазе	5 min	3 s	28 s	10 min
Трајање смањења интензитета	2 s	0.5 s	0.5 s	3 s

Табела 4. Програм експлозивне снаге ДРУГИ НИВО

Експлозивна снага (32 минута)	Загревање	Контракција	Активни одмор	Опоравак
Фреквенција	5 Hz	108 Hz	1 Hz	3 Hz
Трајање подизања интензитета	1.5 s	0.75 s	0.5 s	1.5 s
Трајање фазе	5 min	3 s	29 s	10 min
Трајање смањења интензитета	2 s	0.5 s	0.5 s	3 s

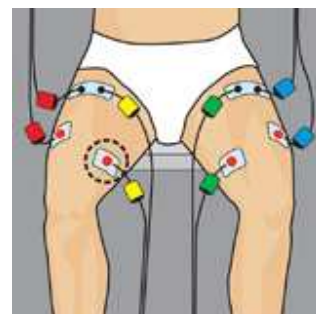
Табела 5. Програм експлозивне снаге ТРЕЋИ НИВО

Експлозивна снага (34 минута)	Загревање	Контракција	Активни одмор	Опоравак
Фреквенција	5 Hz	111 Hz	1 Hz	3 Hz
Трајање подизања интензитета	1.5 s	0.75 s	0.5 s	1.5 s
Трајање фазе	5 min	3 s	32 s	10 min
Трајање смањења интензитета	2 s	0.5 s	0.5 s	3 s

Стимулација квадрицепса се вршила са 6 електрода (2 велике и 4 мале).

- позитивна електрода је црвене боје,
- негативна електрода је црне боје.

Позитивна електрода била је постављена на моторну тачку мишића (Слика 26 ).



Слика 23.

Постављање електрода

## Карактеристике уређаја COMPEX SPORT

### MI-SENSOR



У оквиру Ми сензора (Слика 17.) налазе се одређене функције које усклађују карактеристике струјног сигнала и импулса са индивидуалним физиолошким специфичностима и ексцитабилним карактеристикама стимулисаног мишића сваког појединачног корисника као што је Ми – Scan функција. Мишићна кронаксија се одвија према Лапиковом закону (Lapique's law).

Слика 24.

$$I = \frac{q}{t} + i,$$

При том,  $I$  - представља интензитет струјне стимулације,  $q$ - је експериментално одређен коефицијент који одговара квантификацији електричног напона;  $t$  – представља дужину трајања импулса;  $i$  – је интензитет струје.

Конвенционални мишићни стимулатори користе правоугле импулсе са фиксном ширином импулса. Према томе, у тим системима, излаз струје је прилагођен кроз интензитет. На пример, правоугли импулс од 200 микросекунди ( $\mu\text{S}$ ) би имао пулсну ширину са прилагодљивим интензитетом између 0 и 100 mAmp. Према принципу електрофизиологије, оптимална ширина импулса је једнака или приближно једнака кронаксији циљаног мотонеурона, што резултира пријатнијом и специфичнијом ексцитацијом циљаних мотонеурона. Обзиром да ширина импулса може да варира од једног до другог циљаног мишића, коришћење интензитета као мере струјног излаза није поуздано. Обзиром да конвенционални мишићни стимулатори нису опремљени сензором за мерење кронаксије, они користе фиксну импулсну ширину која није оптимална (Buhlmann et al. 2009).

Са друге стране, функција Ми – Action је начин рада који омогућава рад уз вољну мишићну контракцију који прати електростимулација. На тај начин контракција изазвана НМЕС је контролисана и третмани постају пријатнији (са психолошког и физиолошког становишта) и интензивније (долази до повећања координације). Ми – Action функција омогућава кориснику да вољном мишићном контракцијом започне рад који прати НМЕС.

У току рада, акцелерометар, који је део Mi – sensor система, региструје мишићне контракције активирание кратким електричним тест импулсом у фазама одмора (током рада). У моменту када се сигнал измени путем вољне мишићне контракције, справа шаље сигнале стимулације тако да вољна контракција и НМЕС наступају истовремено. При том, корисник активира НМЕС вољном мишићном контракцијом онда када то њему одговара. Истовремено активирање вољне мишићне контракције и НМЕС-а побољшава ефикасност тренинга и повећава број активираних мишићних влакана (Buhlmann et al. 2009).

### 5.3.3 Експериментални програм за групу – вибрациони тренинг

Експериментални програм Е2 групе се састојао од 10 x 10 плиометријских вежби које су се изводиле на вибрационој платформи. Прве недеље испитаници су изводити вежбе са својом телесном тежином, а у наредним недељама је било додато спољашње оптерећење процентуално у односу на телесну тежину вежбача (%ТТ). Спољашње оптерећење је одређено на основу истраживања (Вејџер et al. 2013) где су аутори уочили да уз додате вибрације, исто оптерећење које се изводи без вибрација, се повећава до 18%.

Табела 6.

Вежба	Пон. – Сре. – Пет.	1 Недеља	2 Недеља	3 Недеља	4 Недеља	5 Недеља
1.	Скок из получучња	-	15% ТТ	20% ТТ	25% ТТ	30% ТТ
2.	Скок из получучња	-	15% ТТ	20% ТТ	25% ТТ	30% ТТ
3.	Скок кроз получучањ	-	15% ТТ	20% ТТ	25% ТТ	30% ТТ
4.	Скок кроз получучањ	-	15% ТТ	20% ТТ	25% ТТ	30% ТТ
5.	Скок кроз получучањ	-	15% ТТ	20% ТТ	25% ТТ	30% ТТ
6.	Скок кроз получучањ	-	15% ТТ	20% ТТ	25% ТТ	30% ТТ
7.	Скок кроз получучањ	-	15% ТТ	20% ТТ	25% ТТ	30% ТТ
8.	Скок кроз получучањ	-	15% ТТ	20% ТТ	25% ТТ	30% ТТ
9.	Скок кроз получучањ	-	15% ТТ	20% ТТ	25% ТТ	30% ТТ
10.	Скок кроз получучањ	-	15% ТТ	20% ТТ	25% ТТ	30% ТТ



#### **5.4 МЕТОДЕ ОБРАДЕ ПОДАТАКА**

За све добијене варијабле одређени су основни дескриптивни параметри мера централне тенденције и варијабилности резултата на иницијалном и финалном мерењу, посебно за субузорке експерименталних и контролне групе.

Нормалност дистрибуције варијабли на иницијалном мерењу је тестирана применом Колмогоров-Смирнов теста, а облик дистрибуције процењен мерама асиметрије и хомогености дистрибуције (Скјунис и Куртозис).

Разлике између група на иницијалном мерењу тестиране су применом мултиваријатне и униваријатне анализе варијансе за све примењене варијабле.

За утврђивање ефекта примењеног третмана примењена је мултиваријатна анализа коваријансе за цео систем примењених варијабли, а за поједине варијабле униваријатна анализа коваријансе.

## 6 Резултати истраживања са дискусијом

У наредном тексту су приказани и анализирани основни централни и дисперزيونи статистици за сваку групу испитанка појединачно. У табелама су приказане основне статистичке карактеристике примењеног система моторичких и антропометријских варијабли. У овом истраживању приказане су: аритметичка средина (AS), стандардна девијација (S), минимални (Min) и максимални (Max) резултат, скјунис (Skew), куртозис (Kurt) и ниво значајности одступања уочене од нормалне дистрибуције помоћу Колмогоров–Смирновљевог теста (K-S). На крају табеле је приказан коефицијент варијације (KV) за сваку третирану варијаблу. Све анализирани варијабле које статистички значајно одступају од нормалне расподеле или показују превисок коефицијент варијације, због лакшег и јаснијег уочавања, биће болдоване.

### Централни и дисперزيونи параметри моторичких варијабли

Табела 7. Централни и дисперزيونи параметри моторичких варијабли Е1 групе на иницијалном мерењу

	AS	S	Min	Max	Skew	Kurt	K-S	KV
Скок из получучња (cm)	45,43	4,28	37,10	52,20	-0,76	0,47	<b>,041</b>	9,42
Скок кроз получучањ (cm)	50,30	4,85	44,20	61,60	0,80	1,16	,200*	9,65
Просечна снага ск.к.получуч (w)	28,45	3,41	22,80	33,20	-0,11	-1,12	,200*	11,98
Узастопни скокови - ск. зглоб (cm)	41,15	3,77	32,20	47,50	-0,84	1,83	,200*	9,16
Просечна сила ск. кроз получуч. (W/kg)	45,89	4,01	38,20	52,60	-0,48	0,02	,200*	8,73
Прос. вис. узастопних ск. получуч. (cm)	38,32	1,78	36,00	42,00	0,46	0,03	,200*	4,65
Просечна сила скок. кроз получ. (W/kg)	22,00	3,35	17,70	30,10	1,28	1,76	,200*	15,24
Трчање пролаз на 10m (s)	1,93	0,11	1,76	2,11	-0,04	-0,91	,200*	5,77
Трчање пролаз 10 - 20m (s)	1,32	0,09	1,20	1,49	0,20	-0,99	,200*	7,09
Трчање пролаз 20 - 30m (s)	1,20	0,12	1,03	1,42	0,37	-0,74	,200*	9,78
Трчање пролаз на 20m (s)	3,25	0,14	3,08	3,51	0,81	-0,04	,200*	4,24
Трчање пролаз на 30m (s)	4,45	0,15	4,24	4,68	-0,12	-1,46	,200*	3,32

AS – аритметичка средина  
S – стандардна девијација  
Min- минимална вредност

Skew – Скјунис  
Kurt – Куртозис  
K-S – Колмогоров Сморнов

Анализом наведене табеле јасно се види да дистрибуција резултата у свим процењеним варијаблама Е1 групе не одступа значајно од нормалне дистрибуције. Једини изузетак представља варијабла за процену висине скока из получучња која статистички значајно одступа од нормалне дистрибуције на граничном нивоу значајности од  $p=0,05$ . Међутим, уколико обратимо пажњу на вредности скјуниса и куртозиса у поменутој варијабли не уочава се значајније одступање од нормалне дистрибуције резултата.

Израчунавањем коефицијента варијације може се уочити ниска варијабилност резултата у свим варијаблама, односно варијабле не одступају значајно од своје аритметичке средине. Закривљеност криве дистрибуције свих моторичких варијабли је лептокуртична, што указује на хомогеност резултата моторичких тестова. Анализирајући степен нагнутости врха кривуље, јасно се види да је померена ка зони већих резултата (пошто је вредност модуса мања од аритметичке средине), што иде у прилог чињеници да је већи број испитаника прве експерименталне групе имао боље резултате у тестовима за манифестацију експлозивне снаге ногу и карличног појаса (скок из получучња, узастопни скокови из скочног зглоба), исти случај је забележен и код трчања, где је узета у обзир инверзна метрика (пролаз 10 - 20 m, пролаз 20-30 m, Трчање пролаз на 20m (s)) у односу на аритметичку средину. Такође се код трчања уочава платикуртичност криве, што значи да су резултати ове групе испитаника прилично хетерогени и да је присутан приличан број екстремних резултата.

Табела 8. Централни и дисперзиони параметри моторичких варијабли Е2 групе на иницијалном мерењу

	AS	S	Min	Max	Skew	Kurt	K-S	KV
Скок из получучња (cm)	45,12	5,11	35,00	53,70	-0,10	-0,15	0,16	11,32
Скок кроз получучањ (cm)	48,30	4,51	42,00	57,80	0,52	-0,12	0,20 *	9,33
Просечна снага ск.к.получуч (W)	28,98	3,10	23,40	33,40	0,04	-0,83	0,20 *	10,71
Узастопни скокови - ск. зглоб (cm)	43,56	7,10	33,40	58,60	0,58	-0,01	0,20 *	16,30
Просечна сила скокова ск. зглоб (W/kg)	46,30	8,42	29,80	60,50	0,01	-0,13	0,20 *	18,19
Прос. вис. узастопних ск. получуч. (cm)	36,51	5,67	21,80	43,10	-1,13	1,89	0,20 *	15,54
Просечна сила скок. кроз получ. (W/kg)	25,06	5,94	8,70	33,00	-1,44	3,20	0,20 *	23,69
Трчање пролаз на 10m (s)	1,73	0,12	1,59	1,99	1,24	1,06	0,20 *	6,90

Трчање пролаз 10 - 20m (s)	1,28	0,05	1,18	1,36	0,12	0,88	<b>0,03</b>	3,61
Трчање пролаз 20 - 30m (s)	1,32	0,11	1,10	1,49	-0,69	-0,30	0,11	8,25
Трчање пролаз на 20m (s)	3,00	0,14	2,77	3,31	0,75	0,47	0,20*	4,75
Трчање пролаз на 30m (s)	4,33	0,20	3,87	4,72	-0,26	1,39	0,20*	4,60

Прегледом табеле 8. уочава се да једино дистрибуција резултата у варијабли *Трчање пролаз 10 - 20m* показује статистички значајно одступање од нормалне расподеле и то на блажем нивоу ( $K-S=0,05$ ). Са друге стране коефицијент варијације у поменутој варијабли не указује на висок варијабилитет док вредности скјуниса и куртозиса показују позитивну асиметричност (скјунис) односно резултати имају ниже вредности што узевши у обзир природу теста указује да су испитаници били успешнији у овој варијабли. Вредности куртозиса нам указују на хомогеност испитаника у овој варијабли. Због тога ће се и закључци анализе централне и дескриптивне статистике резултата у мерама за процену *Трчање пролаз 10 - 20m (s)* узети са одређеном резервом.

У моторичком простору осим поменуте варијабле ниједна друга варијабла не одступа статистички значајно од нормалне расподеле резултата по Колмогоров-Смирновљевом тесту нормалитета дистрибуције. Уочава се висока мезокуртичност резултата у варијаблама (*Просечна сила скока кроз получањ*, *Просечна висина узастопних скокова кроз получучањ*, *Трчање пролаз на 30m*) што указује на хомогеност испитаника у поменутиим варијаблама. Нагнутост криве расподеле у поменутиим варијаблама је негативно асиметрична што говори да су *Просечна сила скока кроз получањ*, *Просечна висина узастопних скокова кроз получучањ*, у зони бољих резултата док је варијабла *Трчање пролаз на 30m* у зони лошијих резултата узевши у обзир инверзну метрику. Остале варијабле су у зони платикуртичне закривљености са приметном тенденцијом позитивне асиметрије.

Табела 9. Централни и дисперزيونи параметри моторичких варијабли Е3 групе на иницијалном мерењу

	AS	S	Min	Max	Skew	Kurt	K-S	KV
Скок из получучња (cm)	46,21	4,98	37,10	56,30	0,09	0,52	0,20*	10,77
Скок кроз получучањ (cm)	49,24	4,58	38,90	57,90	-0,39	1,23	0,20*	9,31
Просечна снага ск.к.получуч (W)	29,19	3,91	22,10	38,10	0,44	1,19	0,20*	13,38
Узастопни скокови - ск. зглоб (cm)	41,66	5,48	32,90	49,10	-0,11	-1,37	0,20*	13,16
Просечна сила скокова ск. зглоб (W/kg)	50,84	9,92	37,50	74,70	0,98	1,21	0,20*	19,51
Прос. вис. узастопних ск. получуч. (cm)	36,93	4,50	29,10	45,30	0,17	-0,38	0,20*	12,19
Просечна сила скок. кроз получ. (W/kg)	22,27	2,49	18,30	28,90	1,32	3,32	0,20*	11,19
Трчање пролаз на 10m (s)	1,96	0,07	1,84	2,07	-0,18	-0,86	0,20*	3,41
Трчање пролаз 10 - 20m (s)	1,26	0,15	0,94	1,50	-0,73	0,63	0,03	11,54
Трчање пролаз 20 - 30m (s)	1,21	0,10	1,07	1,44	0,56	1,36	0,11	7,98
Трчање пролаз на 20m (s)	3,23	0,12	2,99	3,41	-0,37	-0,19	0,20*	3,64
Трчање пролаз на 30m (s)	4,44	0,16	4,08	4,66	-0,58	0,34	0,20*	3,59

Увидом у табелу 9. уочава се статистички значајно одступање од нормалне расподеле у варијабли *Трчање пролаз 10 - 20m* и то на блажем нивоу ( $K-S=0,05$ ), што је уочено и код резултата Е2 групе. Насупрот тој чињеници вредности коефицијента варијације у поменутој варијабли указују на низак варијабилитет ( $KV=11,54$ ). Закривљеност криве је мезокуртичног облика, а такође се запажа и негативна асиметрија што указује на чињеницу да су испитаници били у зони лошијих резултата у варијабли *Трчање пролаз 10 - 20m*. Ипак у даљем раду резултати у поменутој варијабли ће се узимати са одређеном резервом.

Израчунавањем коефицијента варијације за остале варијабле није уочена висока дисперзија резултата. Уочава се мезокуртичност резултата што наводи на закључак да је крива нормално дистрибуирана. Изузетак представља варијабла *Просечна сила скока кроз получањ* где се уочава лептокуртичност криве што наводи на закључак да су испитаници у овој варијабли били хомогени, а обзиром на негативну асиметрију нагнутости криве може се закључити и да су били у зони лошијих резултата. Генерално варијабле трчања указују да су испитаници Е3 групе били у зони лошијих резултата, док су у тестовима експлозивне снаге типа скочности остваривали боље резултате у односу на просечну вредност.

Табела 10. Централни и дисперзиони параметри моторичких варијабли К групе на иницијалном мерењу

	AS	S	Min	Max	Skew	Kurt	K-S	KV
Скок из получучња (cm)	45,56	6,99	29,60	60,30	-0,01	0,50	0,20*	15,35
Скок кроз получучањ (cm)	47,17	5,81	32,80	55,60	-0,64	0,26	0,20*	12,31
Просечна снага ск.к.получуч (W)	28,30	3,87	21,80	36,00	0,26	-0,44	0,20*	13,66
Узастопни скокови - ск. зглоб (cm)	39,07	4,84	32,10	49,00	0,17	-0,78	0,20*	12,39
Просечна сила скокова ск. зглоб (W/kg)	43,11	8,23	30,50	59,40	0,23	-0,64	0,20*	19,09
Прос. вис. узастопних ск. получуч. (cm)	34,17	3,96	24,70	41,60	-0,28	0,35	0,20*	11,59
Просечна сила скок. кроз получ. (W/kg)	22,80	4,94	11,10	33,60	-0,41	1,35	<b>0,00</b>	21,65
Трчање пролаз на 10m (s)	1,82	0,17	1,61	2,11	0,25	-1,44	0,08	9,09
Трчање пролаз 10 - 20m (s)	1,34	0,08	1,26	1,53	1,21	0,20	<b>0,00</b>	6,27
Трчање пролаз 20 - 30m (s)	1,29	0,12	1,09	1,56	0,56	-0,07	0,20*	9,17
Трчање пролаз на 20m (s)	3,16	0,23	2,88	3,51	0,44	-1,55	<b>0,00</b>	7,30
Трчање пролаз на 30m (s)	4,45	0,21	4,12	4,86	0,48	-0,63	0,20*	4,75

Тестирањем нормалитета дистрибуције свих варијабли из табеле 10. методом Колмогоров-Смирнова уочава се статистички значајно одступање у варијаблама: *Просечна сила скокова кроз получучањ*, *Трчање пролаз 10 - 20m*, *Трчање пролаз на 20m* и то на оштријем нивоу статистичког закључивања ( $K-S=0,01$ ). На основу резултата коефицијента варијације код варијабли трчања не уочава се висок варијабилитет резултата док су у варијабли *Просечна сила скокова кроз получучањ*, уочене нешто више вредности. Закривљеност криве је мезокуртичног облика, а нагнутост криве у поменутиим варијаблама говори о чињеници да су испитаници били успешнији у извођењу моторичких задатака, односно налазе се у зони бољих резултата. Симптоматична је чињеница да се и у К групи понавља варијабла *Трчање пролаз 10 - 20m* која одступа од нормалне расподеле.

У варијаблама трчања се може уочити да су подаци платикуртични, односно резултати ове групе испитаника су били прилично хетерогени и присутан је приличан број екстремних резултата. Нагнутост криве у варијаблама трчања јасно говори да су испитаници у зони бољих резултата. У варијаблама за процену експлозивне снаге типа скочности преовладава мезокуртични облик криве осим варијабли: *Просечна снага скокова кроз получучањ*, *Узастопни скокови - скокни зглоб*, *Просечна сила скокова из скочног зглоба*, где је примећен платикуртични облик криве. Код поменутих варијабли је и

примећено да осим што су испитаници хетерогени се они се и налазе у зони лошијих резултата.

Посматрајући резултате коефицијента варијације уочава се низак до умерен варијабилитет резултата. У сваком случају интерпретација резултата у варијаблима: *Просечна сила скокова кроз получучањ, Трчање пролаз 10 - 20m, Трчање пролаз на 20m* ће се вршити са одређеном резервом.

Табела 11. Централни и дисперзиони параметри моторичких варијабли Е1 групе на финалном мерењу

	AS	S	Min	Max	Skew	Kurt	K-S	KV
Скок из получучња (cm)	48,91	4,03	44,00	54,60	0,44	-1,53	0,14	8,25
Скок кроз получучањ (cm)	52,15	5,20	46,60	64,90	1,13	1,72	0,16	9,97
Просечна снага ск.к.получуч (w)	27,88	2,93	22,40	33,50	0,44	0,88	<b>0,03</b>	10,50
Узастопни скокови - ск. зглоб (cm)	41,90	2,64	38,60	46,70	0,28	-1,22	0,08	6,30
Просечна сила скокова ск. зглоб (W/kg)	45,39	6,92	25,60	53,10	-2,04	5,70	<b>0,00</b>	15,24
Прос. вис. узастопних ск. получуч. (cm)	36,62	2,95	29,00	40,60	-1,25	3,12	0,20*	8,05
Просечна сила скок. кроз получ. (W/kg)	21,60	2,40	19,20	28,60	2,21	6,49	<b>0,02</b>	11,09
Трчање пролаз на 10m (s)	1,85	0,12	1,70	2,04	0,11	-1,35	0,20*	6,26
Трчање пролаз 10 - 20m (s)	1,27	0,08	1,10	1,44	-0,12	1,72	0,12	6,39
Трчање пролаз 20 - 30m (s)	1,20	0,11	1,07	1,39	0,94	-0,15	0,10	8,79
Трчање пролаз на 20m (s)	3,12	0,13	2,89	3,44	0,71	2,51	0,20*	4,13
Трчање пролаз на 30m (s)	4,32	0,17	4,05	4,59	0,01	-1,13	0,20*	3,91

На основу анализе резултата из табеле 11. у Колмогоров-Смирновљевом тесту нормалитета дистрибуције, уочена су одступања у следећим варијаблима: *Просечна сила скокова из скочног зглоба* и то по оштријем нивоу статистичког закључивања ( $K-S=0,01$ ), док су по блажем нивоу статистичког закључивања ( $K-S=0,05$ ) одступања забележена код варијабли *Просечна снага скока кроз получучањ* и *Просечна сила скокова кроз получучањ*. Код варијабли: *Просечна сила скокова из скочног зглоба* и *Просечна сила скокова кроз получучањ* уочава се закривљеност криве изразито лептокуртичног облика, односно испитаници у овим варијаблима су изражено хомогени. Тестирање коефицијента варијације у поменутиим варијаблима не указује на наглашену дисперзију резултата. У сваком случају приликом интерпретације на поменуте варијабли ће се обратити посебна пажња и интерпретираће се са одређеном резервом.

Израчунавањем коефицијента варијације за остале варијабле није уочена висока дисперзија резултата. Код свих резултата вредности  $KV < 10\%$  што представља веома добре вредности. Закривљеност криве дистрибуције резултата варијабли експлозивне снаге типа скочности је углавном мезокуртична, осим код варијабли: *Скок из получучња* и *Узастопни скокови - скочни зглоб* које имају платикуртичан облик криве. Такође, нагнутост криве код резултата варијабли експлозивне снаге типа вертикалне скочности је у зони лошијих резултата, односно више испитаника је испољавало слабије резултате у односу на просек, што није био случај на иницијалном мерењу ове групе испитаника. Код варијабли трчања уочава се платикуртичан облик криве за варијабле: *Трчање пролаз на 10m*, *Трчање пролаз 20 - 30m*, *Трчање пролаз на 30m*, а нагнутост криве указује да су испитаници били у зони бољих резултата. За варијабле *Трчање пролаз 10 - 20m* и *Трчање пролаз на 20m* може се рећи да су имале мезокуртични (звонаст) облик криве.

Табела 12. Централни и дисперзиони параметри моторичких варијабли E2 групе на финалном мерењу

	AS	S	Min	Max	Skew	Kurt	K-S	KV
Скок из получучња (cm)	48,93	4,44	40,90	58,10	0,15	0,05	0,20*	9,08
Скок кроз получучањ (cm)	51,91	5,24	43,80	63,80	0,69	0,57	0,20*	10,09
Просечна снага ск.к.получуч (w)	28,29	3,79	20,60	33,70	-0,10	-0,45	0,20*	13,40
Узастопни скокови - ск. зглоб (cm)	43,27	5,26	37,60	54,70	1,22	0,88	0,17	12,16
Просечна сила скокова ск. зглоб (W/kg)	46,42	7,11	35,70	61,60	0,83	0,06	<b>0,03</b>	15,32
Прос. вис. узастопних ск. получуч. (cm)	39,01	4,30	31,20	45,90	-0,03	-0,57	0,20*	11,04
Просечна сила скок. кроз получ. (W/kg)	21,55	3,77	13,10	26,90	-0,42	0,39	0,20*	17,49
Трчање пролаз на 10m (s)	1,78	0,11	1,59	2,09	1,29	3,42	0,17	6,35
Трчање пролаз 10 - 20m (s)	1,26	0,04	1,18	1,32	-0,49	-0,39	0,20*	3,27
Трчање пролаз 20 - 30m (s)	1,21	0,07	1,05	1,32	-0,91	0,50	0,10	6,16
Трчање пролаз на 20m (s)	3,04	0,14	2,77	3,41	0,83	2,55	0,20*	4,73
Трчање пролаз на 30m (s)	4,24	0,15	3,82	4,48	-1,41	3,74	0,20*	3,62

Прегледом табеле 12. методом Колмогоров-Смирнова уочава се статистички значајно одступање једино у варијабли *Просечна сила скокова из скочног зглоба* и то по блажем критеријуму статистичког закључивања ( $K-S=0,05$ ). Мезокуртична закривљеност криве у овој варијабли нам говори о њеном *звонастом облику*. Са друге стране нагнутост криве нам говори да су испитаници били у зони лошијих резултата у овој варијабли.



Коефицијент варијације не указује на наглашену дисперзију резултата. Међутим, у сваком случају, резултати ове варијабле ће се у наставку рада интерпретирати са одређеном дозом резерве.

Израчунавањем коефицијента варијације за остале варијабле није уочена висока дисперзија резултата. У варијаблама *Трчање пролаз на 10m* и *Трчање пролаз на 30m* уочена је лептокуртична закривљеност криве, што нам говори да су испитаници били хомогени, а инспекцијом нагнутости криве се уочава да су код варијабле *Трчање пролаз на 10m* испитаници били у зони бољих резултата док су код варијабле *Трчање пролаз на 30m* се нашли у зони лошијих резултата. Код осталих варијабли преовладава мезокуртични облик криве осим код варијабли: *Просечна снага скокова кроз получучањ*, *Просечна висина узастопних скокова кроз получучањ*, *Трчање пролаз 10 - 20m* које су платикуртичног облика односно резултати ове групе испитаника у поменутих варијаблама су прилично хетерогени и присутан је приличан број екстремних резултата. У погледу нагнутости криве подједнако су заступљени бољи и лошији резултати.

Табела 13. Централни и дисперзиони параметри моторичких варијабли Е3 групе на финалном мерењу

	AS	S	Min	Max	Skew	Kurt	K-S	KV
Скок из получучња (cm)	46,99	5,43	38,60	57,40	0,24	-0,63	0,20*	11,55
Скок кроз получучањ (cm)	47,79	4,63	42,10	59,00	1,13	1,30	0,19	9,70
Просечна снага ск.к.получуч (w)	28,78	3,86	22,90	37,60	0,95	1,07	0,08	13,40
Узастопни скокови - ск. зглоб (cm)	39,65	1,38	36,10	41,90	-0,78	3,05	<b>0,00</b>	3,48
Просечна сила скокова ск. зглоб (W/kg)	44,73	4,17	40,30	55,00	1,75	2,29	<b>0,00</b>	9,33
Прос. вис. узастопних ск. получуч. (cm)	36,13	1,81	33,40	41,80	2,45	8,70	<b>0,00</b>	5,00
Просечна сила скок. кроз получ. (W/kg)	22,39	1,54	21,50	26,70	2,37	4,89	<b>0,00</b>	6,88
Трчање пролаз на 10m (s)	1,84	0,09	1,71	1,98	-0,07	-1,46	0,20*	5,08
Трчање пролаз 10 - 20m (s)	1,32	0,07	1,23	1,45	0,77	-0,23	<b>0,03</b>	5,44
Трчање пролаз 20 - 30m (s)	1,19	0,09	1,08	1,37	0,67	-0,71	0,20*	7,82
Трчање пролаз на 20m (s)	3,17	0,12	2,95	3,31	-0,58	-0,93	0,11	3,87
Трчање пролаз на 30m (s)	4,36	0,14	4,04	4,59	-0,49	0,68	0,20*	3,26

Тестом нормалитета дистрибуције по методи Колмогоров-Смирнова табела 13. уочена су одступања у следећим варијаблама: *Просечна висина узастопних скокова - скочни зглоб*, *Просечна сила скокова из скочног зглоба*, *Просечна висина скокова кроз*

получућањ, Просечна сила скокова кроз получућањ и Трчање пролаз 10 - 20m. Осим варијабле Трчање пролаз 10 - 20m која статистички значајно одступа од нормалитета дистрибуције по блажем критеријуму (K-S=0,05), све остале наведене варијабле одступају по оштријем нивоу статистичког закључивања (K-S=0,01). Даљом инспекцијом коефицијента варијације за поменуте варијабле уочавају се ниске вредности KV<10%. По погледу закривљености криве, изразита лептокуртичност резултата се уочава у варијаблама: Просечна висина узастопних скокова - скочни зглоб, Просечна висина скокова кроз получућањ, Просечна снага скокова кроз получућањ. Хетерогеност резултата се уочава у варијабли Трчање пролаз 10 - 20m, док су резултати варијабле Просечна сила скокова из скочног зглоба звонастог облика. У погледу накривљености криве варијабле: Просечна сила скокова из скочног зглоба, Просечна висина скокова кроз получућањ, Просечна сила скокова кроз получућањ се налазе у зони лошијих резултата. Уочава се да вредност коефицијента варијације за све варијабле на финалном мерењу у односу на иницијално мерење је опала што указује на већу хомогеност испитаника у моторичким тестовима након примењеног експерименталног третмана.

За варијабле које нису обухваћене претходном анализом се уочава да су претежно платикуртичне и умерено мезокуртичне закривљености криве, а резултати се налазе махом у зони слабијих резултата што указује да је већи број испитаника остваривао слабије резултате у односу на просек.

Табела 14. Централни и дисперзиони параметри моторичких варијабли К групе на финалном мерењу

	AS	S	Min	Max	Skew	Kurt	K-S	KV
Скок из получућања (cm)	43,40	6,44	29,90	53,00	-0,69	-0,12	0,10	14,84
Скок кроз получућањ (cm)	45,50	4,99	34,90	54,10	-0,49	-0,07	0,20*	10,97
Просечна снага ск.к.получуч (w)	27,71	2,86	19,90	33,50	-0,68	1,79	0,20*	10,32
Узастопни скокови - ск. зглоб (cm)	35,55	3,87	28,50	41,80	-0,31	-0,77	0,20*	10,87
Просечна сила скокова ск. зглоб (W/kg)	38,05	6,60	26,50	52,70	0,39	-0,14	0,20*	17,34
Прос. вис. узастопних ск. получуч. (cm)	33,48	3,11	28,20	38,40	0,06	-1,36	0,20*	9,28
Просечна сила скок. кроз получ. (W/kg)	21,54	3,15	14,40	29,40	0,26	1,61	0,20*	14,63
Трчање пролаз на 10m (s)	1,85	0,13	1,65	2,07	0,36	-0,99	0,06	7,06
Трчање пролаз 10 - 20m (s)	1,32	0,12	1,10	1,58	0,30	0,31	<b>0,01</b>	9,09
Трчање пролаз 20 - 30m (s)	1,25	0,10	1,02	1,45	-0,51	0,85	0,14	7,81
Трчање пролаз на 20m (s)	3,17	0,19	2,88	3,54	0,46	-0,66	0,12	5,92

Трчање пролаз на 30m (s)	4,42	0,17	4,14	4,82	0,61	0,46	0,20*	3,78
--------------------------	------	------	------	------	------	------	-------	------

Прегледом табеле 14. методом Колмогоров-Смирнова уочава се статистички значајно одступање од нормалне дистрибуције резултата једино у варијабли *Трчање пролаз 10 - 20m*. Сама варијабла има низак коефицијент варијације  $KV < 10\%$ , а крива је мезокуртичног облика. Испитаници у овој варијабли су се налазили у зони бољих резултата. Међутим, у сваком случају, резултати ове варијабле ће се у наставку рада интерпретирати са одређеном дозом резерве.

У погледу дисперзије резултата израчунавањем коефицијента варијације на финалном мерењу у односу на иницијално се уочава блага тенденција смањења вредности. Закривљеност криве дистрибуције готово свих моторичких варијабли је платикуртичног облика. Једини изузетак представљају варијабле: *Просечна снага скокова кроз получучањ*, : *Просечна сила узастопних скокова кроз получучањ*, *Трчање пролаз 20 - 30m*, *Трчање пролаз на 30m*. У погледу нагнутости криве код варијабли трчања се уочава да су испитаници у зони бољих резултата, а на сличну ситуацију, додуше у мањем обиму, налазимо и код варијабли експлозивне снаге типа вертикалне скочности.

#### Централни и дисперزيونи параметри телесни састав

Табела 15. Централни и дисперزيونи параметри варијабли телесног састава Е1 групе на иницијалном мерењу

	AS	S	Min	Max	Skew	Kurt	K-S	KV
Телесна висина (cm)	176,15	4,47	171,00	186,00	1,12	0,61	0,20*	2,47
Телесна маса (kg)	71,77	7,24	60,00	83,00	-0,41	-0,89	0,11	10,09
Безмасна маса (kg)	63,34	5,73	54,06	72,29	-0,37	-0,82	0,16	9,04
Телесне масти (kg)	8,42	1,61	5,16	10,71	-0,85	0,01	0,20*	19,17
Мишићна маса (kg)	30,51	2,15	26,28	32,98	-0,66	-0,64	0,20*	7,05
Протеини (kg)	12,80	2,18	9,80	17,32	0,65	-0,05	0,15	17,05
Минерали (kg)	4,50	0,77	3,44	6,08	0,64	-0,05	0,15	17,03
Фазни угао ( ° )	4,14	0,39	3,46	4,70	-0,07	-1,11	0,20*	9,43

На основу прегледа централних и дисперزيونих параметара варијабли телесног састава испитаника Е1 групе на иницијалном мерењу, могуће је уочити да тестирањем нормалитета дистрибуције по методи Колмогоров-Смирнова табела 15. нису уочена одступања. Такође ни вредности коефицијента варијације не указују на велику дисперзију

результата. Крива дистрибуције резултата је углавном платикуртичног облика што указује на велику хетерогеност резултата ове групе испитаника и такође указује на присуство великог броја екстремних резултата. Са становишта нагнутости криве преовладавају веће вредности *Телесне тежине*, *Безмасне масе*, *Телесне масти* што је и логично обзиром на њихову повезаност. Такође се уочавају више вредности варијабле *Фазни угао* што је позитивно, обзиром да веће вредности ове варијабле су индикатор доброг здравља ћелије.

Табела 16. Централни и дисперزيونи параметри варијабли телесног састава Е2 групе на иницијалном мерењу

	AS	S	Min	Max	Skew	Kurt	K-S	KV
Телесна висина (cm)	184,67	6,59	172,00	195,00	-0,43	-0,33	0,20*	3,57
Телесна маса (kg)	79,13	8,34	65,00	95,00	0,50	-0,01	0,20*	10,54
Безмасна маса (kg)	69,48	5,60	57,68	79,48	-0,33	0,28	0,20*	8,06
Телесне масти (kg)	8,98	2,31	5,98	14,52	0,91	0,70	0,06	25,67
Мишићна маса (kg)	34,32	2,81	28,40	39,50	-0,25	0,38	0,20*	8,19
Протеини (kg)	15,01	2,28	10,31	18,60	-0,54	-0,12	0,20*	15,18
Минерали (kg)	5,27	0,80	3,62	6,53	-0,54	-0,13	0,20*	15,20
Фазни угао (°)	3,84	0,43	3,07	4,51	0,08	-0,78	0,20*	11,21

Ниједна варијабла за процену телесног састава не одступа значајно од нормалне дистрибуције података по методи Колмогоров-Смирнова (табела 16). Анализом коефицијента варијације се уочавају нешто веће вредности, односно, хетерогеност резултата у варијабли *Телесне масти* што и не изненађује обзиром да у бројним истраживањима као на пример (Момировић, Хошек, Прот, & Боснар 2003) је уочено одступање од нормалне расподеле у поменутом простору. Закривљеност криве је платикуртичног до умерено мезокуртичног облика. Већина варијабли имају тенденцију померања ка зони већих вредности осим варијабли *Телесна маса* и *Телесне масти* које често последично делују једна на другу, али је та тенденција примећена и код варијабле *Фазни угао*.

Табела 17. Централни и дисперзиони параметри варијабли телесног састава Е3 групе на иницијалном мерењу

	AS	S	Min	Max	Skew	Kurt	K-S	KV
Телесна висина (cm)	178,14	7,48	168,00	193,00	0,58	-0,41	0,20*	4,20
Телесна маса (kg)	73,00	8,89	58,00	86,00	-0,23	-0,44	0,20*	12,18
Безмасна маса (kg)	64,37	6,87	51,98	75,08	-0,39	-0,35	0,20*	10,68
Телесне масти (kg)	8,63	2,28	5,06	13,67	0,68	0,45	0,08	26,45
Мишићна маса (kg)	31,68	3,58	25,55	37,29	-0,35	-0,46	0,20*	11,29
Протеини (kg)	13,40	2,75	8,74	17,46	-0,03	-0,81	0,20*	20,50
Минерали (kg)	4,70	0,96	3,07	6,13	-0,02	-0,80	0,20*	20,49
Фазни угао ( $^{\circ}$ )	3,71	0,27	3,31	4,18	0,28	-0,40	0,20*	7,20

Такође, анализом табеле 17. Није уочено статистички значајно одступање од нормалне дистрибуције података по методи Колмогоров-Смирнова. Могуће је уочити нешто више вредности резултата коефицијента варијације који указују на извесну хетерогеност испитаника у варијабли *Телесне масти* као што је то био и случај са Е2 групом. На основу анализе закривљености криве могуће је закључити да је она платикуртичног облика у свим варијаблама осим једне, а то је управо варијабла *Телесне масти* која је мезокуртичног облика. Све то указује на присуство великог броја екстремних резултата. На основу нагнутости криве дистрибуције резултата, уочава се да су они померени ка зони виших вредности осим варијабли: *Телесна висина*, *Телесне масти*, *Фазни угао*.

Може се рећи да су испитаници Е3 групе у просеку били ниже телесне висине са мањим процентом масти, што је ишло у корист нешто више Телесне масе али на рачун безмасне масе и удела минерала и протеина. Што се тиче варијабле *Фазни угао* већи број испитаника у односу на аритметичку средину је имао ниже вредности.

Табела 18. Централни и дисперзиони параметри варијабли телесног састава К групе на иницијалном мерењу

	AS	S	Min	Max	Skew	Kurt	K-S	KV
Телесна висина (cm)	181,32	6,51	170,00	193,00	-0,08	-0,70	0,20*	3,59
Телесна маса (kg)	79,40	10,42	61,00	104,00	0,54	0,05	0,14	13,12
Безмасна маса (kg)	68,23	6,11	54,23	80,70	0,20	0,69	0,13	8,96
Телесне масти (kg)	9,74	2,29	6,77	13,74	0,44	-1,32	<b>0,03</b>	23,52
Мишићна маса (kg)	33,74	3,21	26,39	40,49	0,20	0,64	0,08	9,51

Протеини (kg)	15,02	2,29	10,33	19,12	-0,04	-0,47	<b>0,02</b>	15,25
Минерали (kg)	5,27	0,81	3,63	6,72	-0,03	-0,49	<b>0,02</b>	15,28
Фазни угао (°)	3,79	0,20	3,46	4,31	0,50	0,82	0,20*	5,22

Анализирајући резултате К групе (табела 18) може се установити да већ провером нормалитета дистрибуције података по методи Колмогоров-Смирнова наилазимо на статистички значајна одступања. Варијабле које су се издвојиле на основу одступања од нормалне дистрибуције су: *Телесне масти*, *Протеини*, *Минерали*. Нешто више вредности коефицијента варијације уочавамо код варијабле *Телесне масти*, а на основу закривљености криве издвојених варијабли уочава се да су оне платикуртичног облика, што нам говори о великом броју екстремних резултата. У случају телесних масти већи број испитанија је имао ниже вредности од просека док у случају минералног и протеинског састава је била обрнута ситуација.

Табела 19. Централни и дисперзиони параметри варијабли телесног састава Е1 групе на финалном мерењу

	AS	S	Min	Max	Skew	Kurt	K-S	KV
Телесна висина (cm)	176,15	4,47	171,00	186,00	1,12	0,61	0,20*	2,54
Телесна маса (kg)	71,92	6,64	60,00	80,00	-0,49	-0,93	0,20*	9,23
Безмасна маса (kg)	63,14	5,28	53,40	70,85	-0,50	-0,77	0,08	8,36
Телесне масти (kg)	8,21	1,09	6,17	9,55	-0,61	-0,67	0,20*	13,29
Мишићна маса (kg)	31,12	2,99	26,29	36,17	-0,27	-0,64	0,20*	9,62
Протеини (kg)	12,98	1,11	11,13	15,02	-0,17	0,35	<b>0,00</b>	8,53
Минерали (kg)	4,52	0,40	3,91	5,27	0,05	-0,16	<b>0,02</b>	8,91
Фазни угао (°)	3,92	0,24	3,41	4,23	-0,73	-0,29	0,10	6,24

Прегледом табеле 19. након извршеног експерименталног третмана могуће је уочити да је на финалном мерењу Е1 групе да је у централним и дисперзионим параметарима варијабли телесног састава испитаника дошло до статистички значајног одступања по методи Колмогоров-Смирнова и то по оштирјем критеријуму (K-S=0,01) за варијаблу *Минерали* док је по нешто блажем критеријуму (K-S=0,05) уочено статистички значајно одступање од нормалне дистрибуције података за варијаблу *Протеини*.

Анализирајући закривљеност криве у поменутиим варијаблама уочава се мезокуртичност у варијабли *Протеини* док је лептокуртичност забележена код варијабле *Минерали*, што указује да су након експерименталног третмана резултати ове групе испитаника постали хетерогени и да је присутан приличан број екстремних резултата. У погледу нагнутости криве код варијабле *Протеини* преовладавају више вредности, док код варијабле *Минерали* наилазимо на већи број нижих вредности резултата.

За преостале варијабле у погледу закривљености криве, може се рећи, да је она платикуртична и да је дошло разуђивања података док су резултати померени у зону виших вредности.

Табела 20. Централни и дисперзиони параметри варијабли телесног састава Е2 групе на финалном мерењу

	AS	S	Min	Max	Skew	Kurt	K-S	KV
Телесна висина (cm)	184,60	6,66	172,00	195,00	-0,34	-0,44	0,20*	3,61
Телесна маса (kg)	79,49	8,44	65,00	95,00	0,37	0,04	0,20*	10,62
Безмасна маса (kg)	70,10	5,81	58,29	82,40	-0,16	0,96	0,20*	8,28
Телесне масти (kg)	8,65	1,91	5,84	12,60	0,47	-0,46	0,20*	22,08
Мишићна маса (kg)	34,51	2,89	28,52	40,49	-0,24	0,87	0,20*	8,38
Протеини (kg)	14,66	2,23	10,31	18,32	-0,36	-0,25	0,20*	15,22
Минерали (kg)	5,14	0,78	3,62	6,43	-0,33	-0,29	0,20*	15,26
Фазни угао (°)	4,25	0,82	3,41	6,68	1,98	4,95	<b>0,02</b>	19,39

Након инспекције табеле 20. може се уочити да је према методи Колмогоров-Смирнова дошло до статистички значајног одступања од нормалне расподеле и то на блажем нивоу ( $K-S=0,05$ ) у варијабли *Фазни угао* у којој су се резултати груписали у изразито лептокуртични облик криве, односно веома су били хомогени, док су позитивне вредности скјуниса указивале на већи број нижих вредности у оквиру Е2 експерименталне групе. Нешто виши коефицијент варијације донекле потврђује ту чињеницу, стога ћемо у даљој обради резултата повести рачуна приликом интерпретације ове варијабле.

За остале варијабле се може рећи да имају нормалну расподелу, а нешто повишен коефицијент варијације може се уочити у варијабли *Масно ткиво*. У погледу закривљености криве преовладава мезокуртичан облик, осим код варијабли: *Телесна висина*, *Протеини*, *Минерали* где уочавамо платикуртичан облик криве. Код истих варијабли си резултати померени у зону виших вредности.

Табела 21. Централни и дисперзиони параметри варијабли телесног састава Е3 групе на финалном мерењу

	AS	S	Min	Max	Skew	Kurt	K-S	KV
Телесна висина (cm)	178,07	7,47	168,00	193,00	0,64	-0,41	0,20*	4,19
Телесна маса (kg)	73,11	8,33	58,00	86,00	-0,28	-0,39	0,20*	11,40
Безмасна маса (kg)	63,57	6,12	50,78	75,42	-0,40	1,19	<b>0,01</b>	9,62
Телесне масти (kg)	9,38	1,82	6,13	14,10	0,92	3,23	0,08	19,42
Мишићна маса (kg)	31,49	3,01	25,15	37,00	-0,50	0,94	<b>0,01</b>	9,55
Протеини (kg)	13,90	2,18	9,69	17,78	-0,22	0,41	<b>0,00</b>	15,69
Минерали (kg)	4,88	0,77	3,40	6,24	-0,22	0,41	<b>0,00</b>	15,72
Фазни угао (°)	3,88	0,39	3,07	4,45	-0,74	0,35	<b>0,00</b>	9,97

За разлику од иницијалног мерења за Е3 групу када није уочено статистички значајно одступање од нормалне расподеле према методи Колмогоров-Смирнова, на финалном мерењу је то одступање уочено у већем броју варијабли. Према блажем критеријуму ( $K-S=0,05$ ) одступања су уочена у варијаблама: *Безмасна маса*, *Мишићна маса*. Док према строжијем критеријуму су уочена одступања у варијаблама: *Протеини*, *Минерали* и *Фазни угао*. Код свих варијабли нису забележене екстремне вредности коефицијента варијације, а такође је уочен мезокуртични облик криве. Сви резултати поменутих варијабли се налазе у зони виших вредности у односу на аритметичку средину групе.

За преостале варијабле се може уочити платикуртичан облик криве, а махом су резултати померени у зону нижих вредности. На основу анализе коефицијента варијације једино су у варијабли *Масно ткиво* уочене нешто више вредности, мада се и оне налазе у прихватљивом распону.

Табела 22. Централни и дисперзиони параметри варијабли телесног састава К групе на финалном мерењу

	AS	S	Min	Max	Skew	Kurt	K-S	KV
Телесна висина (cm)	181,27	6,58	170,00	193,00	-0,10	-0,71	0,20*	3,63
Телесна маса (kg)	78,85	10,38	61,00	101,50	0,43	-0,33	0,20*	13,17
Безмасна маса (kg)	68,22	6,51	52,45	80,53	-0,18	0,66	0,20*	9,54
Телесне масти (kg)	9,41	2,15	6,22	12,73	0,42	-1,28	<b>0,05</b>	22,89
Мишићна маса (kg)	33,89	3,18	26,07	40,22	-0,12	0,94	0,20*	9,40



Протеини (kg)	14,75	2,18	11,04	19,09	0,37	-0,55	0,20*	14,75
Минерали (kg)	5,06	0,79	3,88	6,75	0,71	-0,12	0,16	15,61
Фазни угао (°)	3,95	0,76	3,07	6,73	2,45	8,55	0,13	19,14

Анализирајући резултате К групе (табела 22) може се установити да провером нормалитета дистрибуције података по методи Колмогоров-Смирнова наилазимо мањи брх статистички значајних одступања у односу на иницијално мерење. Једина варијабла која статистички значајно одступа од нормалне дистрибуције података је варијабла *Масно ткиво* и то по блажем критеријуму оцењивања (K-S=0,05). Код телесних масти уочавамо хетерогеност резултата, односно крива има платикуртичан облик, а на основу нагнутости криве може се уочити да су резултати у зони нижих вредности, уз нешто виши коефицијент варијације. На основу свега наведеног у даљој анализи података резултате остварене у овој варијабли ћемо анализирати уз одређену дозу резерве.

За остале варијабле се може рећи да преовладава платикуртични облик закривљености криве, док је нагнутост криве подељена, наиме, варијабле *Телесна висина*, *Безмасна маса*, *Мишићна маса* се налазе у зони виших вредности резултата, док се стале варијабле налазе у зони нижих вредности резултата.

За утврђивање квантитативних разлика између система моторичких варијабли између група испитаника примењена је мултиваријатна анализа варијансе (МАНОВА). На основу резултата анализе утврђене су статистички значајне разлике целокупног система моторичких способности између испитиваних Е1 и К групе и то на нивоу статистичке значајности  $P=0,01$ . Након тога је примењена униваријатна анализа варијансе (АНОВА), са циљем да се утврде разлике између сваке појединачне моторичке варијабле.

Табела 23. Разлике у моторичким способностима Е1 и К групе на иницијалном мерењу

ВАРИЈАБЛА	ИНИЦИЈАЛНО				
	G	AS	S	f	p
Скок из получучња (cm)	E <sub>1</sub>	45,43	4,28	0,00	0,95
	K	45,56	6,99		
Скок кроз получучањ (cm)	E <sub>1</sub>	50,30	4,85	2,67	0,11
	K	47,17	5,81		
Просечна снага ск.к.получуч (w)	E <sub>1</sub>	28,45	3,41	0,01	0,91
	K	28,30	3,87		
Узастопни скокови - ск. зглоб (cm)	E <sub>1</sub>	41,15	3,77	1,76	0,19
	K	39,07	4,84		
Просечна сила скокова ск. зглоб (W/kg)	E <sub>1</sub>	45,89	4,01	1,30	0,26
	K	43,11	8,23		
<b>Прос. вис. узастопних ск. получуч. (cm)</b>	E <sub>1</sub>	38,32	1,78	12,64	<b>0,00</b>
	K	34,17	3,96		
Просечна сила скок. кроз получ. (W/kg)	E <sub>1</sub>	22,00	3,35	0,27	0,61
	K	22,80	4,94		
<b>Трчање пролаз на 10m (s)</b>	E <sub>1</sub>	1,93	0,11	4,46	<b>0,04</b>
	K	1,82	0,17		
Трчање пролаз 10 - 20m (s)	E <sub>1</sub>	1,32	0,09	0,27	0,60
	K	1,34	0,08		
<b>Трчање пролаз 20 - 30m (s)</b>	E <sub>1</sub>	1,20	0,12	4,49	<b>0,04</b>
	K	1,29	0,12		
Трчање пролаз на 20m (s)	E <sub>1</sub>	3,25	0,14	1,71	0,20
	K	3,16	0,23		
Трчање пролаз на 30m (s)	E <sub>1</sub>	4,45	0,15	0,01	0,94
	K	4,45	0,21		
<b>F = 2,85</b>		<b>P = 0,01</b>			

G – групе испитаника

AS – аритметичка средина

S – стандардна девијација

f - Ф-тест за униваријатну анализу варијансе

p – ниво статистичке значајности

F – Ф-тест за мултиваријатну анализу варијансе

P – ниво статистичке значајности за Ф

Резултати униваријатне анализе варијансе указују на разлике између испитаника Е1 и К групе у појединачно посматраним варијаблама моторичких способности приликом иницијалног мерења у варијаблама: *Просечна висина узастопних скокова кроз получуч, Трчање пролаз на 10т, Трчање пролаз 20 - 30т*. Анализирајући вредности аритметичких средина резултата уочавају се више вредности Е1 групе у варијабли анаеробног капацитета (*Просечна висина узастопних скокова кроз получуч*) и *Трчање пролаз 20 - 30т* односно у фази достизања максималне брзине трчања. Са друге стране К група је остварила боље резултате у фази стартног убрзања приликом трчања.

Посматрајући резултате мултиваријатне анализе варијансе Е1 и К групе након извршеног експерименталног третмана табела 24, такође се може уочити да се групе статистички значајно разликују у целокупном систему моторичких варијабли и то на нивоу статистичке значајности  $P=0,01$ . Међутим оно што је занимљиво приметити је да су се у резултатима униваријатне анализе варијансе појавиле додатне разлике у варијаблама тестова скочности, док су се те разлике у варијаблама теста трчања изгубиле. Разлике су се појавиле у варијаблама: *Скок из получучња, Скок кроз получучањ, Узастопни скокови - скокни зглоб, Просечна сила скокова из ск. зглоба, Просечна висина узастопних скокова кроз получучањ*.

Приказани резултати говоре да је до одређених промена у систему моторичких варијабли дошло, али прави ефекат експерименталног третмана ће се утврдити Т-тестом за зависне узорке, мултиваријатном и униваријатном анализом коваријансе (MANCOVA, ANCOVA) где ће се установити прави (реални) напредак сваке процењиване групе.

Табела 24. Разлике у моторичким способностима Е1 и К групе на финалном мерењу

ВАРИЈАБЛА	ФИНАЛНО				
	AS	S	f	p	
Скок из получучња (cm)	E <sub>1</sub>	48,91	4,03	7,68	<b>0,01</b>
	K	43,40	6,44		
Скок кроз получучањ (cm)	E <sub>1</sub>	52,15	5,20	14,04	<b>0,00</b>
	K	45,50	4,99		
Просечна снага ск.к.получуч (w)	E <sub>1</sub>	27,88	2,93	0,03	0,87
	K	27,71	2,86		
Узастопни скокови - ск. зглоб (cm)	E <sub>1</sub>	41,90	2,64	27,40	<b>0,00</b>
	K	35,55	3,87		
Просечна сила скокова ск. зглоб (W/kg)	E <sub>1</sub>	45,39	6,92	9,76	<b>0,00</b>
	K	38,05	6,60		

Прос. вис. узастопних ск. получуч. (cm)	E <sub>1</sub>	36,62	2,95	8,67	<b>0,01</b>
	K	33,48	3,11		
Просечна сила скок. кроз получ. (W/kg)	E <sub>1</sub>	21,60	2,40	0,00	0,95
	K	21,54	3,15		
Трчање пролаз на 10m (s)	E <sub>1</sub>	1,85	0,12	0,00	0,96
	K	1,85	0,13		
Трчање пролаз 10 - 20m (s)	E <sub>1</sub>	1,27	0,08	1,69	0,20
	K	1,32	0,12		
Трчање пролаз 20 - 30m (s)	E <sub>1</sub>	1,20	0,11	2,11	0,16
	K	1,25	0,10		
Трчање пролаз на 20m (s)	E <sub>1</sub>	3,12	0,13	0,71	0,40
	K	3,17	0,19		
Трчање пролаз на 30m (s)	E <sub>1</sub>	4,32	0,17	3,03	0,09
	K	4,42	0,17		
		<b>F =4,92</b>		<b>P = 0,01</b>	

Посматрајући целокупан систем моторичких варијабли на иницијалном мерењу између E2 и K групе (табела 25), може се закључити да се целокупни систем статистички значајно разликује на нивоу значајности од  $P=0,01$ . Накнадним увидом у табелу уочавају се разлике на униваријатном нивоу. У варијаблама типа скочности: *Скок из получучња*, *Скок кроз получучањ* као и *Просечна висина узастопних скокова кроз получучањ* и *Просечна сила узастопних скокова кроз получучањ* уочене су статистички значајне разлике при чему су испитаници E2 групе углавном остваривали веће вредности осим у варијабли *Скок из получучња*. Код резултата трчања се такође уочава статистички значајна разлика код варијабли: *Трчање пролаз на 10m* и *Трчање пролаз 10 - 20m* где је E2 група такође остваривала боље резултате.

Табела 25. Разлике у моторичким способностима E2 и K групе на иницијалном мерењу

ВАРИЈАБЛА	ИНИЦИЈАЛНО				
	AS	S	f	p	
Скок из получучња (cm)	E2	45,12	5,11	8,32	<b>0,01</b>
	K	45,56	6,99		
Скок кроз получучањ (cm)	E2	48,30	5,11	14,10	<b>0,00</b>
	K	47,17	5,81		
Просечна снага ск.к.получуч (w)	E2	28,98	3,10	0,33	0,57
	K	28,30	3,87		
Узастопни скокови - ск. зглоб (cm)	E2	43,56	7,10	2,67	0,11
	K	39,07	4,84		
Просечна сила скокова ск. зглоб (W/kg)	E2	46,30	8,42	1,39	0,25
	K	43,11	8,23		
Прос. вис. узастопних ск. получуч. (cm)	E2	36,51	5,67	8,41	<b>0,01</b>
	K	34,17	3,96		

Просечна сила скок. кроз получ. (W/kg)	E2	25,06	5,94	5,25	<b>0,03</b>
	K	22,80	4,94		
Трчање пролаз на 10m (s)	E2	1,73	0,12	26,55	<b>0,00</b>
	K	1,82	0,17		
Трчање пролаз 10 - 20m (s)	E2	1,28	0,05	13,49	<b>0,00</b>
	K	1,34	0,08		
Трчање пролаз 20 - 30m (s)	E2	1,32	0,11	1,24	0,27
	K	1,29	0,12		
Трчање пролаз на 20m (s)	E2	3,00	0,14	2,19	0,15
	K	3,16	0,23		
Трчање пролаз на 30m (s)	E2	4,33	0,20	1,58	0,22
	K	4,45	0,21		
		<b>F = 3,03</b>	<b>P = 0,01</b>		

Након спроведеног експерименталног третмана (табела 26) примећује се да се целокупан систем посматраних моторичких варијабли и даље међусобно статистички значајно разликује на нивоу значајности од  $P = 0,00$ , при чему је на појединачном нивоу између варијабли дошло до одређених промена. Остала је разлика у варијаблама: *Просечна сила узастопних скокова кроз получучањ, Трчање пролаз на 10m* као и до појаве статистички значајне разлике у варијабли *Трчање пролаз на 20m*, док се у осталим варијаблама типа скочности та статистичка значајност изгубила.

Табела 26. Разлике у моторичким способностима E2 и K групе на финалном мерењу

ВАРИЈАБЛА	ФИНАЛНО				
	AS	S	f	p	
Скок из получучња (cm)	E2	48,93	4,44	0,40	0,53
	K	43,40	6,44		
Скок кроз получучањ (cm)	E2	51,91	5,24	0,00	1,00
	K	45,50	4,99		
Просечна снага ск.к.получуч (w)	E2	28,29	3,79	0,19	0,66
	K	27,71	2,86		
Узастопни скокови - ск. зглоб (cm)	E2	43,27	5,26	0,28	0,60
	K	35,55	3,87		
Просечна сила скокова ск. зглоб (W/kg)	E2	46,42	7,11	0,25	0,62
	K	38,05	6,60		
Прос. вис. узастопних ск. получуч. (cm)	E2	39,01	4,30	1,32	0,26
	K	33,48	3,11		
<b>Просечна сила скок. кроз получ. (W/kg)</b>	E2	21,55	3,77	8,71	<b>0,01</b>
	K	21,54	3,15		
<b>Трчање пролаз на 10m (s)</b>	E2	1,78	0,11	20,62	<b>0,00</b>
	K	1,85	0,13		
Трчање пролаз 10 - 20m (s)	E2	1,26	0,04	0,00	0,99
	K	1,32	0,12		

Трчање пролаз 20 - 30m (s)	E2	1,21	0,07	3,79	0,06
	K	1,25	0,10		
<b>Трчање пролаз на 20m (s)</b>	E2	3,04	0,14	5,81	<b>0,02</b>
	K	3,17	0,19		
Трчање пролаз на 30m (s)	E2	4,24	0,15	0,85	0,36
	K	4,42	0,17		
		<b>F = 5,68</b>	<b>P = 0,00</b>		

Анализом разлика у резултатима између система моторичких варијабли ЕЗ и К групе (табела 27) такође се уочава разлика између посматраних субузорка на мултиваријатном од  $P = 0,01$ . При чему су се појединачно издвојиле варијабле: *Узастопни скокови - скочни зглоб*, *Просечна висина узастопних скокова кроз получучањ*, *Трчање пролаз на 10m*, *Трчање пролаз на 10-20m*. К група је имала боље стартно убрзање, док је у осталим варијаблама секундарног убрзања и анаеробног капацитета остваривала у просеку слабије резултате.

Табела 27. Разлике у моторичким способностима ЕЗ и К групе на иницијалном мерењу

ВАРИЈАБЛА	ИНИЦИЈАЛНО				
	AS	S	f	p	
Скок из получучња (cm)	E3	46,21	4,98	2,99	0,09
	K	45,56	6,99		
Скок кроз получучањ (cm)	E3	49,24	4,58	1,90	0,18
	K	47,17	5,81		
Просечна снага ск.к.получуч (w)	E3	29,19	3,91	0,46	0,50
	K	28,30	3,87		
<b>Узастопни скокови - ск. зглоб (cm)</b>	E3	41,66	5,48	4,77	<b>0,04</b>
	K	39,07	4,84		
Просечна сила скокова ск. зглоб (W/kg)	E3	50,84	9,92	0,25	0,62
	K	43,11	8,23		
<b>Прос. вис. узастопних ск. получуч. (cm)</b>	E3	36,93	4,50	7,19	<b>0,01</b>
	K	34,17	3,96		
Просечна сила скок. кроз получ. (W/kg)	E3	22,27	2,49	2,20	0,15
	K	22,80	4,94		
<b>Трчање пролаз на 10m (s)</b>	E3	1,96	0,07	14,44	<b>0,00</b>
	K	1,82	0,17		
<b>Трчање пролаз 10 - 20m (s)</b>	E3	1,26	0,15	11,39	<b>0,00</b>
	K	1,34	0,08		
Трчање пролаз 20 - 30m (s)	E3	1,21	0,10	0,76	0,39
	K	1,29	0,12		
Трчање пролаз на 20m (s)	E3	3,23	0,12	3,74	0,06
	K	3,16	0,23		

Трчање пролаз на 30m (s)	E3	4,44	0,16	0,14	0,71
	K	4,45	0,21		
<b>F = 3,12</b>		<b>P = 0,00</b>			

Увидом у табелу 28, а након завршеног експерименталног третмана и финалног мерења на мултиваријатном нивоу се статистички значајна разлика између група задржала али сада на нивоу статистичке значајности од  $P=0,01$ . На униваријатном нивоу примећује се статистички значајна разлика у варијабли *Просечна сила узастопних скокова кроз получучањ*, а такође је уочено опадање просечне вредности резултата варијабле *Просечна висина узастопних скокова кроз получучањ* код обе групе. Испитаници Е3 групе су побољшали своју стартну брзину у односу на иницијално мерење (*Трчање пролаз на 10m*), а појавила се статистичка значајност разлика у фази достизања максималне брзине (*Трчање пролаз на 20-30m*, *Трчање пролаз на 30m*) где су обе групе испитаника приказале напредак.

Табела 28. Разлике у моторичким способностима Е3 и К групе на финалном мерењу

ВАРИЈАБЛА	ФИНАЛНО				
		AS	S	f	p
Скок из получучња (cm)	E3	46,99	5,43	1,27	0,27
	K	43,40	6,44		
Скок кроз получучањ (cm)	E3	47,79	4,63	0,63	0,43
	K	45,50	4,99		
Просечна снага ск.к.получуч (w)	E3	28,78	3,86	0,04	0,85
	K	27,71	2,86		
Узастопни скокови - ск. зглоб (cm)	E3	39,65	1,38	0,90	0,35
	K	35,55	3,87		
Просечна сила скокова ск. зглоб (W/kg)	E3	44,73	4,17	0,46	0,50
	K	38,05	6,60		
<b>Прос. вис. узастопних ск. получуч. (cm)</b>	E3	36,13	1,81	6,44	<b>0,02</b>
	K	33,48	3,11		
<b>Просечна сила скок. кроз получ. (W/kg)</b>	E3	22,39	1,54	8,39	<b>0,01</b>
	K	21,54	3,15		
<b>Трчање пролаз на 10m (s)</b>	E3	1,84	0,09	8,33	<b>0,01</b>
	K	1,85	0,13		
Трчање пролаз 10 - 20m (s)	E3	1,32	0,07	0,88	0,35
	K	1,32	0,12		
<b>Трчање пролаз 20 - 30m (s)</b>	E3	1,19	0,09	8,96	<b>0,01</b>
	K	1,25	0,10		
Трчање пролаз на 20m (s)	E3	3,17	0,12	3,61	0,07
	K	3,17	0,19		

<b>Трчање пролаз на 30m (s)</b>	E3	4,36	0,14	4,12	<b>0,05</b>
	K	4,42	0,17		
<b>F = 3,86</b>		<b>P = 0,00</b>			

Утврђивањем квантитативних разлика између резултата E1 и E2 групе на иницијалном мерењу на основу мултиваријатне анализе варијансе уочава се статистичка значајност разлика целокупног посматраног система на нивоу значајности од  $P=0,00$ . На униваријатном нивоу статистички значајно су се издвојиле следеће варијабле: *Трчање пролаз на 10m*, *Трчање пролаз 20 - 30m*, *Трчање пролаз на 20m*. Јасно се може видети да је E2 група остваривала боља времена у поменутих варијаблима.

Табела 29. Разлике у моторичким способностима E1 и E2 групе на иницијалном мерењу

ВАРИЈАБЛА	ИНИЦИЈАЛНО				
	AS	S	f	p	
Скок из получучња (cm)	E <sub>1</sub>	45,43	4,28	0,00	0,99
	E <sub>2</sub>	45,12	5,11		
Скок кроз получучањ (cm)	E <sub>1</sub>	50,30	4,85	0,01	0,90
	E <sub>2</sub>	48,30	4,51		
Просечна снага ск.к.получуч (w)	E <sub>1</sub>	28,45	3,41	0,19	0,67
	E <sub>2</sub>	28,98	3,10		
Узастопни скокови - ск. зглоб (cm)	E <sub>1</sub>	41,15	3,77	3,28	0,28
	E <sub>2</sub>	43,56	7,10		
Просечна сила скокова ск. зглоб (W/kg)	E <sub>1</sub>	45,89	4,01	0,22	0,64
	E <sub>2</sub>	46,30	8,42		
Прос. вис. узастопних ск. получуч. (cm)	E <sub>1</sub>	38,32	1,78	1,70	0,20
	E <sub>2</sub>	36,51	5,67		
Просечна сила скок. кроз получ. (W/kg)	E <sub>1</sub>	22,00	3,35	1,20	0,28
	E <sub>2</sub>	25,06	5,94		
Трчање пролаз на 10m (s)	E <sub>1</sub>	1,93	0,11	20,72	<b>0,00</b>
	E <sub>2</sub>	1,73	0,12		
Трчање пролаз 10 - 20m (s)	E <sub>1</sub>	1,32	0,09	0,15	0,14
	E <sub>2</sub>	1,28	0,05		
Трчање пролаз 20 - 30m (s)	E <sub>1</sub>	1,20	0,12	8,20	<b>0,00</b>
	E <sub>2</sub>	1,32	0,11		
Трчање пролаз на 20m (s)	E <sub>1</sub>	3,25	0,14	21,21	<b>0,00</b>
	E <sub>2</sub>	3,00	0,14		
Трчање пролаз на 30m (s)	E <sub>1</sub>	4,45	0,15	3,45	0,07
	E <sub>2</sub>	4,33	0,20		
<b>F = 4,87</b>		<b>P = 0,00</b>			



Са друге стране увидом у табелу 30. уочено је да се статистички значајна разлика целокупног система варијабли на мултиваријатном нивоу изгубила и да она сада износи  $P=0,78$ . На униваријатном нивоу такође су се изгубиле статистички значајне разлике, при чему се ниједна варијабла појединачно није издвојила из система. Са друге стране могу се уочити побољшања вредности аритметичких средина резултата у односу на иницијално мерење код Е1 групе. Дошло је до побољшања пролазних времена трчања и то код: *Трчање пролаз на 10m, Трчање пролаз 20 - 30m, Трчање пролаз на 20m.*

Табела 30. Разлике у моторичким способностима Е1 и Е2 групе на финалном мерењу

ВАРИЈАБЛА	ФИНАЛНО				
	AS	S	f	p	
Скок из получучња (cm)	E <sub>1</sub>	48,91	4,03	1,28	0,27
	E <sub>2</sub>	48,93	4,44		
Скок кроз получучањ (cm)	E <sub>1</sub>	52,15	5,20	3,98	0,06
	E <sub>2</sub>	51,91	5,24		
Просечна снага ск.к.получуч (w)	E <sub>1</sub>	27,88	2,93	0,00	0,95
	E <sub>2</sub>	28,29	3,79		
Узастопни скокови - ск. зглоб (cm)	E <sub>1</sub>	41,90	2,64	0,10	0,75
	E <sub>2</sub>	43,27	5,26		
Просечна сила скокова ск. зглоб (W/kg)	E <sub>1</sub>	45,39	6,92	0,13	0,72
	E <sub>2</sub>	46,42	7,11		
Прос. вис. узастопних ск. получуч. (cm)	E <sub>1</sub>	36,62	2,95	0,03	0,87
	E <sub>2</sub>	39,01	4,30		
Просечна сила скок. кроз получ. (W/kg)	E <sub>1</sub>	21,60	2,40	0,00	0,96
	E <sub>2</sub>	21,55	3,77		
Трчање пролаз на 10m (s)	E <sub>1</sub>	1,85	0,12	2,83	0,10
	E <sub>2</sub>	1,78	0,11		
Трчање пролаз 10 - 20m (s)	E <sub>1</sub>	1,27	0,08	0,00	0,97
	E <sub>2</sub>	1,26	0,04		
Трчање пролаз 20 - 30m (s)	E <sub>1</sub>	1,20	0,11	0,09	0,75
	E <sub>2</sub>	1,21	0,07		
Трчање пролаз на 20m (s)	E <sub>1</sub>	3,12	0,13	2,30	0,14
	E <sub>2</sub>	3,04	0,14		
Трчање пролаз на 30m (s)	E <sub>1</sub>	4,32	0,17	1,50	0,23
	E <sub>2</sub>	4,24	0,15		
F = 0,63		P = 0,78			

Приликом анализе резултата Е1 и Е3 групе на иницијалном мерењу нису уочене статистички значајне разлике целокупног система моторичких варијабли, обзиром да  $P = 0,90$ . Такође је занимљиво напоменути да није дошло до статистички значајних разлика ни на униваријатном нивоу ко ниједне моторичке варијабле.

Табела 31. Разлике у моторичким способностима Е1 и Е3 групе на иницијалном мерењу

ВАРИЈАБЛА	ИНИЦИЈАЛНО				
	AS	S	f	p	
Скок из получучња (cm)	Е1	45,43	4,28	1,08	0,31
	Е3	46,21	4,98		
Скок кроз получучањ (cm)	Е1	50,30	4,85	0,33	0,56
	Е3	49,24	4,58		
Просечна снага ск.к.получуч (w)	Е1	28,45	3,41	0,28	0,60
	Е3	29,19	3,91		
Узастопни скокови - ск. зглоб (cm)	Е1	41,15	3,77	1,07	0,31
	Е3	41,66	5,48		
Просечна сила скокова ск. зглоб (W/kg)	Е1	45,89	4,01	1,37	0,25
	Е3	50,84	9,92		
Прос. вис. узастопних ск. получуч. (cm)	Е1	38,32	1,78	1,32	0,26
	Е3	36,93	4,50		
Просечна сила скок. кроз получ. (W/kg)	Е1	22,00	3,35	0,08	0,78
	Е3	22,27	2,49		
Трчање пролаз на 10m (s)	Е1	1,93	0,11	0,74	0,39
	Е3	1,96	0,07		
Трчање пролаз 10 - 20m (s)	Е1	1,32	0,09	0,09	0,76
	Е3	1,26	0,15		
Трчање пролаз 20 - 30m (s)	Е1	1,20	0,12	2,37	0,14
	Е3	1,21	0,10		
Трчање пролаз на 20m (s)	Е1	3,25	0,14	1,08	0,31
	Е3	3,23	0,12		
Трчање пролаз на 30m (s)	Е1	4,45	0,15	0,06	0,81
	Е3	4,44	0,16		
F = 0,47		P = 0,90			

На финалном мерењу дошло је до извесних промена између група али оне нису успеле да досегну статистичку значајност обзиром да  $P = 0,06$ , међутим могло би се са извесном резервом напоменути да је до одређених промена у систему моторичких варијабли ипак дошло. Појединачно гледано уочава се статистички значајна разлика у варијаблама вертикалне скочности: *Скок кроз получучањ и Узастопни скокови - скокни*

зглоб. Уочава се пад вредности скокова за Е3 групу, док су вредности истих варијабли за Е1 групу у порасту.

Табела 32. Разлике у моторичким способностима Е1 и Е3 групе на финалном мерењу

ВАРИЈАБЛА	ФИНАЛНО				
	AS	S	f	p	
Скок из получучња (cm)	Е1	48,91	4,03	0,34	0,57
	Е3	46,99	5,43		
<b>Скок кроз получучањ (cm)</b>	Е1	52,15	5,20	0,53	<b>0,03</b>
	Е3	47,79	4,63		
Просечна снага ск.к.получуч (w)	Е1	27,88	2,93	0,16	0,69
	Е3	28,78	3,86		
<b>Узастопни скокови - ск. зглоб (cm)</b>	Е1	41,90	2,64	0,79	<b>0,00</b>
	Е3	39,65	1,38		
Просечна сила скокова ск. зглоб (W/kg)	Е1	45,39	6,92	0,46	0,51
	Е3	44,73	4,17		
Прос. вис. узастопних ск. получуч. (cm)	Е1	36,62	2,95	2,81	0,11
	Е3	36,13	1,81		
Просечна сила скок. кроз получ. (W/kg)	Е1	21,60	2,40	1,05	0,31
	Е3	22,39	1,54		
Трчање пролаз на 10m (s)	Е1	1,85	0,12	0,28	0,60
	Е3	1,84	0,09		
Трчање пролаз 10 - 20m (s)	Е1	1,27	0,08	1,06	0,31
	Е3	1,32	0,07		
Трчање пролаз 20 - 30m (s)	Е1	1,20	0,11	0,74	0,40
	Е3	1,19	0,09		
Трчање пролаз на 20m (s)	Е1	3,12	0,13	1,41	0,25
	Е3	3,17	0,12		
Трчање пролаз на 30m (s)	Е1	4,32	0,17	0,07	0,80
	Е3	4,36	0,14		
F = 2,31		P = 0,06			

Анализирајући табелу 33. на иницијалном мерењу између група Е2 и Е3, може се уочити статистичка значајност разлика целокупног система моторичких варијабли на нивоу статистичке значајности од  $P = 0,00$ . Појединачно гледано статистички значајне су се издвојиле највећим делом варијабле трчања (*Трчање пролаз на 10m*, *Трчање пролаз 20 - 30m*, *Трчање пролаз на 20m*) и варијабла скочности *Скок кроз получучањ*).

Табела 33. Разлике у моторичким способностима Е2 и Е3 групе на иницијалном мерењу

ВАРИЈАБЛА	ИНИЦИЈАЛНО				
	AS	S	f	p	
Скок из получучња (cm)	E2	45,12	5,11	1,12	0,30
	E3	46,21	4,98		
<b>Скок кроз получучањ (cm)</b>	E2	48,30	4,51	4,99	<b>0,03</b>
	E3	49,24	4,58		
Просечна снага ск.к.получуч (w)	E2	28,98	3,10	0,03	0,87
	E3	29,19	3,91		
Узастопни скокови - ск. зглоб (cm)	E2	43,56	7,10	0,39	0,54
	E3	41,66	5,48		
Просечна сила скокова ск. зглоб (W/kg)	E2	46,30	8,42	0,42	0,52
	E3	50,84	9,92		
Прос. вис. узастопних ск. получуч. (cm)	E2	36,51	5,67	0,01	0,92
	E3	36,93	4,50		
Просечна сила скок. кроз получ. (W/kg)	E2	25,06	5,94	0,65	0,43
	E3	22,27	2,49		
<b>Трчање пролаз на 10m (s)</b>	E2	1,73	0,12	20,71	<b>0,00</b>
	E3	1,96	0,07		
Трчање пролаз 10 - 20m (s)	E2	1,28	0,05	0,60	0,45
	E3	1,26	0,15		
<b>Трчање пролаз 20 - 30m (s)</b>	E2	1,32	0,11	8,49	<b>0,00</b>
	E3	1,21	0,10		
<b>Трчање пролаз на 20m (s)</b>	E2	3,00	0,14	20,98	<b>0,00</b>
	E3	3,23	0,12		
Трчање пролаз на 30m (s)	E2	4,33	0,20	2,65	0,12
	E3	4,44	0,16		
<b>F = 5,57</b>		<b>P = 0,00</b>			

На финалном мерењу целокупан посматрани систем моторичких варијабли (табела 34), је задржао своју статистички значајну разлику између посматране Е2 и Е3 групе  $P = 0,00$ . Статистички значајна разлика се појавила у варијаблама: *Скок кроз получучањ*, *Узастопни скокови - скокни зглоб*, *Просечна висина узастопних скокова кроз получучањ*, *Трчање пролаз 10 - 20m*, *Трчање пролаз на 20m*, *Трчање пролаз на 30m*. Потребно је нагласити да је Е3 група, забележила слабије резултате када је у питању скокност у поменутиим варијаблама у односу на иницијално мерење, али је у фази достизања максималне брзине трчања остварила статистички значајан напредак.

Табела 34. Разлике у моторичким способностима Е2 и Е3 групе на финалном мерењу

ВАРИЈАБЛА	ФИНАЛНО				
	AS	S	f	p	
Скок из получучња (cm)	E2	48,93	4,44	0,31	0,58
	E3	46,99	5,43		
<b>Скок кроз получучањ (cm)</b>	E2	51,91	5,24	4,99	<b>0,03</b>
	E3	47,79	4,63		
Просечна снага ск.к.получуч (w)	E2	28,29	3,79	0,14	0,71
	E3	28,78	3,86		
<b>Узастопни скокови - ск. зглоб (cm)</b>	E2	43,27	5,26	6,22	<b>0,01</b>
	E3	39,65	1,38		
Просечна сила скокова ск. зглоб (W/kg)	E2	46,42	7,11	0,02	0,89
	E3	44,73	4,17		
<b>Прос. вис. узастопних ск. получуч. (cm)</b>	E2	39,01	4,30	5,35	<b>0,02</b>
	E3	36,13	1,81		
Просечна сила скок. кроз получ. (W/kg)	E2	21,55	3,77	0,60	0,44
	E3	22,39	1,54		
Трчање пролаз на 10m (s)	E2	1,78	0,11	2,95	0,09
	E3	1,84	0,09		
<b>Трчање пролаз 10 - 20m (s)</b>	E2	1,26	0,04	7,94	<b>0,00</b>
	E3	1,32	0,07		
Трчање пролаз 20 - 30m (s)	E2	1,21	0,07	0,26	0,61
	E3	1,19	0,09		
<b>Трчање пролаз на 20m (s)</b>	E2	3,04	0,14	6,56	<b>0,01</b>
	E3	3,17	0,12		
<b>Трчање пролаз на 30m (s)</b>	E2	4,24	0,15	4,01	<b>0,05</b>
	E3	4,36	0,14		
<b>F = 6,43</b>		<b>P = 0,00</b>			

За утврђивање квантитативних разлика између система варијабли телесног састава између група испитаника (табела 35) примењена је мултиваријатна анализа варијансе (МАНОВА). На основу резултата анализе утврђене су статистички значајне разлике целокупног система телесног састава између испитиваних Е1 и К групе и то на нивоу статистичке значајности  $P=0,00$ . Након тога је примењена униваријатна анализа варијансе (АНОВА), са циљем да се утврде разлике између сваке појединачне моторичке варијабле.

Табела 35. Разлике у телесном саставу Е1 и К групе на иницијалном мерењу

ВАРИЈАБЛА	ИНИЦИЈАЛНО				
		AS	S	f	p
<b>Телесна висина (cm)</b>	E <sub>1</sub>	176,15	4,47	5,46	<b>0,03</b>
	K	181,32	6,51		
Телесна маса (kg)	E <sub>1</sub>	71,77	7,24	3,27	0,08
	K	79,40	10,42		
<b>Безмасна маса (kg)</b>	E <sub>1</sub>	63,34	5,73	5,72	<b>0,02</b>
	K	68,23	6,11		
<b>Телесне масти (kg)</b>	E <sub>1</sub>	8,42	1,61	7,94	<b>0,01</b>
	K	9,74	2,29		
<b>Мишићна маса (kg)</b>	E <sub>1</sub>	31,12	2,99	7,89	<b>0,01</b>
	K	33,74	3,21		
<b>Протеини (kg)</b>	E <sub>1</sub>	12,80	2,18	12,09	<b>0,00</b>
	K	15,02	2,29		
<b>Минерали (kg)</b>	E <sub>1</sub>	4,50	0,77	5,46	<b>0,03</b>
	K	5,27	0,81		
Фазни угао (°)	E <sub>1</sub>	4,14	0,39	3,27	0,08
	K	3,79	0,20		
<b>F = 3,57</b>		<b>P = 0,00</b>			

Даљом анализом табеле 35. могуће је уочити да су се на униваријатном нивоу статистички значајне издвојиле следеће варијабле: *Телесна висина, Безмасна маса, Телесне масти, Мишићна маса, Протеини, Минерали*. Такође је уочљиво да су испитаници К групе били вишег раста, као и веће безмасне масе, али и телесних масти у односу на испитанике К групе. Уочљив је и виши ниво протеина и минерала код испитаника К групе. Интересантно је нагласити да су се статистички значајне разлике целокупног посматраног система варијабли телесног састава на финалном мерењу изгубиле, обзиром да је  $P = 0,06$ . Појединачно посматрано варијабле телесног састава меже се уочити да је дошло до статистички значајне разлике у варијаблама: *Телесна висина, Телесна тежина, Безмасна маса, Телесне масти, Мишићна маса, Протеини, Минерали*.

Табела 36. Разлике у телесном сатаву Е1 и К групе на финалном мерењу

ВАРИЈАБЛА	ФИНАЛНО				
		AS	S	f	p
Телесна висина (cm)	E <sub>1</sub>	176,15	4,47	5,46	<b>0,03</b>
	K	181,27	6,58		
Телесна маса (kg)	E <sub>1</sub>	71,92	6,64	4,63	<b>0,04</b>
	K	78,85	10,38		
Безмасна маса (kg)	E <sub>1</sub>	63,14	5,28	5,68	<b>0,02</b>
	K	68,22	6,51		
Телесне масти (kg)	E <sub>1</sub>	8,21	1,09	3,45	0,07
	K	9,41	2,15		
Мишићна маса (kg)	E <sub>1</sub>	31,12	2,15	11,50	<b>0,00</b>
	K	33,89	3,18		
Протеини (kg)	E <sub>1</sub>	12,98	1,11	7,38	<b>0,01</b>
	K	14,75	2,18		
Минерали (kg)	E <sub>1</sub>	4,52	0,40	5,16	<b>0,03</b>
	K	5,06	0,79		
Фазни угао ( ° )	E <sub>1</sub>	3,92	0,24	0,02	0,90
	K	3,95	0,76		
		F = 2,19	P = 0,06		

Уколико пажљиво погледамо табелу 37. можемо уочити да се систем варијабли телесног састава Е2 и К групе није статистички значајно разликовао на мултиваријатном нивоу, обзиром да његов  $P = 0,37$ . Такође се ни униваријатном анализом варијансе није утврдила статистички значајна разлика ни у једној варијабли телесног састава између испитиваних група приликом иницијалног мерења.

Табела 37. Разлике у телесном сатаву Е2 и К групе на иницијалном мерењу

ВАРИЈАБЛА	ИНИЦИЈАЛНО				
		AS	S	f	p
Телесна висина (cm)	E2	184,67	6,59	2,33	0,13
	K	181,32	6,51		
Телесна маса (kg)	E2	79,13	8,34	1,36	0,26
	K	79,40	10,42		
Безмасна маса (kg)	E2	69,48	5,60	0,83	0,37
	K	68,23	6,11		
Телесне масти (kg)	E2	8,98	2,31	0,95	0,33
	K	9,74	2,29		
Мишићна маса (kg)	E2	34,32	2,81	0,82	0,38
	K	33,74	3,21		
Протеини (kg)	E2	15,01	2,28	0,30	0,59
	K	15,02	2,29		

Минерали (kg)	E2	5,27	0,80	1,37	0,25
	K	5,27	0,81		
Фазни угао ( ° )	E2	3,84	0,43	1,44	0,24
	K	3,79	0,20		
		F = 1,12	P = 0,37		

На финалном мерењу могуће је уочити да је до неких промена дошло у систему варијабли телесног састава (табела 38), међутим те промене нису успеле досегнути статистичку значајност обзиром да  $P = 0,07$ . Ситуација је остала иста као и на иницијалном мерењу по питању статистичке значајности варијабли анализираних униваријатном анализом варијансе, односно ниједна се варијабла није издвојила по статистичкој значајности из система.

Табела 38. Разлике у телесном саставу E2 и K групе на финалном мерењу

ВАРИЈАБЛА		ФИНАЛНО			
		AS	S	f	p
Телесна висина (cm)	E2	184,60	6,66	2,25	0,14
	K	181,27	6,58		
Телесна маса (kg)	E2	79,49	8,44	0,03	0,85
	K	78,85	10,38		
Безмасна маса (kg)	E2	70,10	5,81	0,81	0,37
	K	68,22	6,51		
Телесне масти (kg)	E2	8,65	1,91	2,34	0,14
	K	9,41	2,15		
Мишићна маса (kg)	E2	34,51	2,89	0,01	0,93
	K	33,89	3,18		
Протеини (kg)	E2	14,66	2,23	0,40	0,53
	K	14,75	2,18		
Минерали (kg)	E2	5,14	0,78	0,74	0,39
	K	5,06	0,79		
Фазни угао ( ° )	E2	4,25	0,82	0,95	0,34
	K	3,95	0,76		
		F = 2,04	P = 0,07		

Анализом табеле 39. може се уочити да сесистем варијабли телесног састава E3 и K групе није статистички значајно разликовао на мултиваријатном нивоу, обзиром да његов  $P = 0,37$ . Такође се ни униваријатном анализом варијансе није утврдила статистички значајна разлика ни у једној варијабли телесног састава између испитиваних група приликом иницијалног мерења.



Табела 39. Разлике у телесном сатаву Е3 и К групе на иницијалном мерењу

ВАРИЈАБЛА	ИНИЦИЈАЛНО				
		AS	S	f	p
Телесна висина (cm)	Е3	178,14	7,48	0,27	0,61
	К	181,32	6,51		
Телесна маса (kg)	Е3	73,00	8,89	3,60	0,06
	К	79,40	10,42		
Безмасна маса (kg)	Е3	64,37	6,87	1,41	0,25
	К	68,23	6,11		
Телесне масти (kg)	Е3	8,63	2,28	1,26	0,27
	К	9,74	2,29		
Мишићна маса (kg)	Е3	31,68	3,58	1,58	0,22
	К	33,74	3,21		
Протеини (kg)	Е3	13,40	2,75	3,70	0,06
	К	15,02	2,29		
Минерали (kg)	Е3	4,70	0,96	3,69	0,06
	К	5,27	0,81		
Фазни угао (°)	Е3	3,71	0,27	0,11	0,74
	К	3,79	0,20		
		F = 1,13	P = 0,37		

Такође анализом резултата табеле 40. није уочена статистички значајна разлика на мултиваријатном нивоу обзиром да је  $P = 0,13$ . На униваријатном нивоу су се издвојиле две варијабле али обзиром да читав систем није статистички значајан, стога их нећемо даље анализирати.

Табела 40. Разлике у моторичким способностима Е3 и К групе на финалном мерењу

ВАРИЈАБЛА	ФИНАЛНО				
		AS	S	f	p
Телесна висина (cm)	Е3	178,07	7,47	0,02	0,88
	К	181,27	6,58		
Телесна маса (kg)	Е3	73,11	8,33	0,01	0,92
	К	78,85	10,38		
Безмасна маса (kg)	Е3	63,57	6,12	4,55	<b>0,04</b>
	К	68,22	6,51		
Телесне масти (kg)	Е3	9,38	1,82	1,81	0,19
	К	9,41	2,15		
Мишићна маса (kg)	Е3	31,49	3,01	5,07	<b>0,03</b>
	К	33,89	3,18		
Протеини (kg)	Е3	13,90	2,18	1,30	0,26
	К	14,75	2,18		
Минерали (kg)	Е3	4,88	0,77	2,06	0,16
	К	5,06	0,79		
Фазни угао (°)	Е3	3,88	0,39	1,99	0,17

K	3,95	0,76
F = 1,71	P = 0,13	

На основу резултата мултиваријатне анализе варијансе (табела 41) може се рећи да није уочена статистички значајна разлика између у анализираним Е1 и Е2 групама на иницијалном мерењу обзиром да је  $P = 0,22$ . На униваријатном нивоу су се издвојиле одређене варијабле, али услед недостатка статистичке значајности разлика читавог система варијабли нећемо их даље анализирати.

Табела 41. Разлике у телесном сатаву Е1 и Е2 групе на иницијалном мерењу

ВАРИЈАБЛА	ИНИЦИЈАЛНО				
	AS	S	f	p	
Телесна висина (cm)	E <sub>1</sub>	176,15	4,47	8,13	<b>0,00</b>
	E <sub>2</sub>	184,67	6,59		
Телесна маса (kg)	E <sub>1</sub>	71,77	7,24	6,12	<b>0,02</b>
	E <sub>2</sub>	79,13	8,34		
Безмасна маса (kg)	E <sub>1</sub>	63,34	5,73	8,19	<b>0,00</b>
	E <sub>2</sub>	69,48	5,60		
Телесне масти (kg)	E <sub>1</sub>	8,42	1,61	1,50	0,47
	E <sub>2</sub>	8,98	2,31		
Мишићна маса (kg)	E <sub>1</sub>	31,12	2,99	8,47	<b>0,00</b>
	E <sub>2</sub>	34,32	2,81		
Протеини (kg)	E <sub>1</sub>	12,80	2,18	6,75	<b>0,01</b>
	E <sub>2</sub>	15,01	2,28		
Минерали (kg)	E <sub>1</sub>	4,50	0,77	6,75	<b>0,01</b>
	E <sub>2</sub>	5,27	0,80		
Фазни угао (°)	E <sub>1</sub>	4,14	0,39	3,57	0,07
	E <sub>2</sub>	3,84	0,43		
		F = 1,48	P = 0,22		

Увидом у табелу 42. на основу резултата мултиваријатне анализе варијансе може се уочити статистичка значајност разлика у резултатима група Е1 и Е2 на финалном мерењу, обзиром да је  $P = 0,02$ . Такође у посматраном систему на униваријатном нивоу су се као статистички значајне издвојиле следеће варијабле: *Телесна висина*, *Телесна тежина*, *Безмасна маса*, *Мишићна маса*, *Протеини*, *Минерали*. Уочљиво је да су испитаници Е1 групе били статистички значајно нижи од сипитаника Е2 групе, такође је уочљива статистички значајна разлика у телесној тежини што и не изненађује обзиром на међусобну повезаност ове две варијабле, такође су евидентне разлике у нивоу безмасне масе између ове две групе. Занимњиво је напоменути да се ниво безмасне масе, као и

мишићне масе код E1 групе заправо смањило у односу на иницијално мерење што може указати на одређене катаболитичке процесе узроковане експерименталним третманом али тек у даљој анализ након урађеног T теста и мултиваријатне анализе коваријансе ћемо моћи детаљније анализирати резултате. Обзиром на претходно поменути информације не изненађује постојање разлика и у варијаблима *минерали, протеини*.

Табела 42. Разлике у моторичким способностима E1 и E2 групе на финалном мерењу

ВАРИЈАБЛА		ФИНАЛНО			
		AS	S	f	p
Телесна висина (cm)	E <sub>1</sub>	176,15	4,47	8,13	<b>0,00</b>
	E <sub>2</sub>	184,60	6,66		
Телесна маса (kg)	E <sub>1</sub>	71,92	6,64	6,78	<b>0,01</b>
	E <sub>2</sub>	79,49	8,44		
Безмасна маса (kg)	E <sub>1</sub>	63,14	5,28	10,88	<b>0,00</b>
	E <sub>2</sub>	70,10	5,81		
Телесне масти (kg)	E <sub>1</sub>	8,21	1,09	0,53	0,47
	E <sub>2</sub>	8,65	1,91		
Мишићна маса (kg)	E <sub>1</sub>	31,12	2,15	16,82	<b>0,00</b>
	E <sub>2</sub>	34,51	2,89		
Протеини (kg)	E <sub>1</sub>	12,98	1,11	6,06	<b>0,02</b>
	E <sub>2</sub>	14,66	2,23		
Минерали (kg)	E <sub>1</sub>	4,52	0,40	6,55	<b>0,01</b>
	E <sub>2</sub>	5,14	0,78		
Фазни угао (°)	E <sub>1</sub>	3,92	0,24	1,92	0,17
	E <sub>2</sub>	4,25	0,82		
<b>F = 2,88</b>		<b>P = 0,02</b>			

На основу резултата мултиваријатне анализе варијансе (табела 43) може се рећи да није уочена статистички значајна разлика између у анализираним E1 и E2 групама на иницијалном мерењу обзиром да је P = 0,18. На униваријатном нивоу се издвојила одређена варијабли, али услед недостатка статистичке значајности разлика читавог система варијабли нећемо је даље анализирати.

Табела 43. Разлике у телесном саставу E1 и E3 групе на иницијалном мерењу

ВАРИЈАБЛА		ИНИЦИЈАЛНО			
		AS	S	f	p
Телесна висина (cm)	E <sub>1</sub>	176,15	4,47	0,28	0,60
	E <sub>3</sub>	178,14	7,48		
Телесна маса (kg)	E <sub>1</sub>	71,77	7,24	0,05	0,82
	E <sub>3</sub>	73,00	8,89		
Безмасна маса (kg)	E <sub>1</sub>	63,34	5,73	0,02	0,89

	E3	64,37	6,87		
Телесне масти (kg)	E1	8,42	1,61	0,38	0,55
	E3	8,63	2,28		
Мишићна маса (kg)	E1	31,12	2,99	0,64	0,43
	E3	31,68	3,58		
Протеини (kg)	E1	12,80	2,18	0,17	0,69
	E3	13,40	2,75		
Минерали (kg)	E1	4,50	0,77	0,04	0,85
	E3	4,70	0,96		
Фазни угао ( $^{\circ}$ )	E1	4,14	0,39	11,34	<b>0,02</b>
	E3	3,71	0,27		
		F = 1,63	P = 0,18		

На финалном мерењу Табела 44. може се уочити да није дошло до статистички значајне разлике у читавом систему варијабли E1 и E3 групе на финалном мерењу, обзиром да вредности P = 0,29.

Табела 44. Разлике у моторичким способностима E1 и E3 групе на финалном мерењу

ВАРИЈАБЛА	ФИНАЛНО				
		AS	S	f	p
Телесна висина (cm)	E1	176,15	4,47	0,06	0,80
	E3	178,07	7,47		
Телесна маса (kg)	E1	71,92	6,64	3,20	0,09
	E3	73,11	8,33		
Безмасна маса (kg)	E1	63,14	5,28	0,77	0,39
	E3	63,57	6,12		
Телесне масти (kg)	E1	8,21	1,09	4,81	<b>0,05</b>
	E3	9,38	1,82		
Мишићна маса (kg)	E1	31,12	2,15	0,15	0,70
	E3	31,49	3,01		
Протеини (kg)	E1	12,98	1,11	0,18	0,68
	E3	13,90	2,18		
Минерали (kg)	E1	4,52	0,40	0,04	0,83
	E3	4,88	0,77		
Фазни угао ( $^{\circ}$ )	E1	3,92	0,24	0,07	0,79
	E3	3,88	0,39		
		F = 1,32	P = 0,29		

На основу мултиваријатне анализе резултата Е2 и Е3 групе на иницијалном мерењу (табела 45) може се закључити да не постоје статистички значајне разлике у читавом систему варијабли телесног састава поменутих група, обзиром да  $P = 0,42$ . Иако на униваријатном нивоу се могу уочити одређене разлике.

Табела 45. Разлике у телесном саставу Е2 и Е3 групе на иницијалном мерењу

ВАРИЈАБЛА	ИНИЦИЈАЛНО				
	AS	S	f	p	
Телесна висина (cm)	E2	184,67	6,59	20,98	<b>0,00</b>
	E3	178,14	7,48		
Телесна маса (kg)	E2	79,13	8,34	2,96	0,10
	E3	73,00	8,89		
Безмасна маса (kg)	E2	69,48	5,60	0,26	0,61
	E3	64,37	6,87		
Телесне масти (kg)	E2	8,98	2,31	4,09	<b>0,05</b>
	E3	8,63	2,28		
Мишићна маса (kg)	E2	34,32	2,81	6,19	<b>0,02</b>
	E3	31,68	3,58		
Протеини (kg)	E2	15,01	2,28	4,18	<b>0,05</b>
	E3	13,40	2,75		
Минерали (kg)	E2	5,27	0,80	8,69	<b>0,01</b>
	E3	4,70	0,96		
Фазни угао (°)	E2	3,84	0,43	8,04	<b>0,01</b>
	E3	3,71	0,27		
F = 1,06		P = 0,42			

Међутим детаљном анализом табеле 46. на основу резултата мултиваријатне анализе варијансе читавог система варијабли телесног састава Е2 и Е3 групе могуће је уочити статистички значајне разлике обзиром да  $P = 0,21$ . Даљим увидом у униваријатну анализу варијансе уочава се статистичка значајност код следећих варијабли *Телесна тежина*, *Безмасна маса*, *Масно ткиво*, *Мишићна маса*.

Табела 46. Разлике у моторичким способностима Е2 и Е3 групе на финалном мерењу

ВАРИЈАБЛА	ФИНАЛНО				
	AS	S	f	p	
Телесна висина (cm)	E2	184,60	6,66	6,23	0,01
	E3	178,07	7,47		
<b>Телесна маса (kg)</b>	E2	79,49	8,44	3,67	<b>0,06</b>
	E3	73,11	8,33		
<b>Безмасна маса (kg)</b>	E2	70,10	5,81	4,85	<b>0,03</b>
	E3	63,57	6,12		
<b>Телесне масти (kg)</b>	E2	8,65	1,91	0,17	<b>0,68</b>
	E3				

	E3	9,38	1,82		
<b>Мишићна маса (kg)</b>	E2	34,51	2,89	4,90	<b>0,03</b>
	E3	31,49	3,01		
Протеини (kg)	E2	14,66	2,23	2,96	0,09
	E3	13,90	2,18		
Минерали (kg)	E2	5,14	0,78	2,98	0,09
	E3	4,88	0,77		
Фазни угао (°)	E2	4,25	0,82	1,00	0,32
	E3	3,88	0,39		
<b>F = 3,12</b>		<b>P = 0,01</b>			

**Разлике између иницијалног и финалног мерења за E1 групу (T – тест за зависне узорке)**

Применом T – теста за зависне узорке утврђују се статистички значајне разлике у средњим вредностима резултата на иницијалном и финалном мерења код експерименталне (E1) групе.

Табела 47. Резултати T – теста за E1 групу на иницијалном и финалном мерењу

	AS	t	p
Скок из получучња (cm)	45,43 48,91	-3,20	<b>0,01</b>
Скок кроз получучањ (cm)	50,30 52,15	-2,81	<b>0,02</b>
Просечна снага ск.к.получуч (w)	28,45 27,88	0,62	0,55
Узастопни скокови - ск. зглоб (cm)	41,15 41,90	-0,62	0,55
Просечна сила скокова ск. зглоб (W/kg)	45,89 45,39	0,22	0,83
Прос. вис. узастопних ск. получуч. (cm)	38,32 36,62	1,69	0,12
Просечна сила скок. кроз получ. (W/kg)	22,00 21,60	0,42	0,68
Трчање пролаз на 10m (s)	1,93 1,85	3,53	<b>0,00</b>
Трчање пролаз 10 - 20m (s)	1,32 1,27	1,52	0,15
Трчање пролаз 20 - 30m (s)	1,20 1,20	0,15	0,89
Трчање пролаз на 20m (s)	3,25 3,12	5,64	<b>0,00</b>
Трчање пролаз на 30m (s)	4,45 4,32	5,07	<b>0,00</b>

AS- аритметичка средина, t- т тест за зависне узорке, p – статистичка значајност

Као што се може видети из табеле 47, код E1 групе након експерименталног третмана се може уочити статистички значајно побољшање резултата T – теста у следећим варијаблима, ради лакше компарације резултата истраживања приказаћемо и процентуални напредак сваке варијабле: *Скок из получучња (7,66%), Скок кроз получучањ (3,67%), Трчање пролаз на 10m (-4,14%), Трчање пролаз на 20m (3,99%), Трчање пролаз на 30m (2,92%)*. Ови резултати се донекле подударају са резултатима истраживања (Alves, Rebelo, Abrantes, Samraio, 2010), где аутори наводе позитивне краткорочне ефекте (након

6 недеља експерименталног третмана 3 пута недељно) комплексног и контрастног тренинга на манифестацију експлозивне снаге типа скочности и брзине трчања. Побољшања су уочена при стартном убрзању на дистанци од 5 до 15 метара за 9,2% (5 метара) и 6,2% (15 метара). Такође су уочена повећања вредности резултата скока из получучња за 12,6%, међутим нису уочена статистички значајна повећања вредности резултата скока кроз получучањ. Аутори наглашавају предности оваквог начина рада са врхунским младим фудбалерима у циљу побољшања брзине трчања и експлозивне снаге. Истраживање Таїана, Gréhaigne, Cometti, (1991) које је имало идентичан програм тренинга, у трајању од 6 недеља са фреквенцијом од једног тренинга недељно је такође је испољило побољшања вредности резултата трчања на 10 m (-0.08 s) односно на 30 m (-0.07 s). Међутим иста група аутора није пронашла статистички значајне промене на вредностима скока из чучња, што је објашњено високим нивоом тренираности испитаника (фудбалера), обзиром да су уз експериментални третман испитаници упражњавали своје редовне спортске активности, а веома је битно напоменути да ни контролна група није статистички значајно мењала вредности резултата скока из получучња у поменутом истраживању. Код резултата теста скок кроз чучањ је дошло чак и до смањења вредности за 3cm. У истраживању, португалске групе аутора (Santos, & Janeira, 2008), утицаја комплексног тренинга на експлозивну снагу младих кошаркаша установљене су позитивне и статистички значајне промене вредности резултата теста скок из чучња (13%,  $P=0,00$ ) и теста скок кроз чучањ (10,5%,  $P=0,04$ ), након десет недеља трајања експерименталног програма уз учесталост од два тренинга недељно. Код контролне групе забележен је пад вредности резултата поменутих тестова (8.6%, односно 7,7%). Mihalik, Libby, Battaglini, McMurray (2008) су испитивали утицај комплексног и мешовитог тренинга<sup>2</sup> на узорку од 31 одбојкаша (11 мушкараца и 20 девојака, узраста 20 година  $\pm$  бмесеци). Третман је трајао четири недеље. Забележена су побољшања вредности резултата скока кроз получучањ са замахом рукама за 2,7cm односно 5%, код комплексне групе. У истраживању утицаја класичног тренинга снаге, плиометријског тренинга и комплексног тренинга (MacDonald, Lamont, Garner, Jackson, 2013) на узорку од 34 рекреативца узраста  $21,3 \pm 3,5$  година су установили да не постоје статистички значајне разлике у напретку параметара експлозивне снаге између ових различитих метода тренинга. Аутори,

---

<sup>2</sup> код мешовитог тренинга у једном дану се изводе вежбе са спољашњим опетерећењем субмаксималног интензитета, а у другом тренажном дану вежбе плиометрије.



наглашавају да комплексни тренинг омогућава коришћење различитих модалитета рада у оквиру једног истог тренинга. Разлоге за овакве резултате, можемо пронаћи у чињеници да су узорак испитаника чинили рекреативно тренирани испитаници, а познато је да да ПАП као стимулус приказује значајна повећања вредности испољавања мишићне снаге код високо тренираних спортиста (French et al. 2003).

У истраживању Kotzamanidis et al. 2005 аутори су уочили побољшање резултата трчања на 30 m код фудбалера, након примене програма који је комбиновао оптерећења између 3PM и 8PM и трчања на 30 метара, побољшање резултата је износило 0.25 секунди на 30 m ( $p \leq 0.05$ ). Битно је нагласити да су оба ова истраживања временски дуже трајала у односу на наше (6 недеља Alves et al. 2010, 8 недеља Kotzamanidis et al. 2005) дакле први програм је трајао дуже једну, а други три недеље у односу на наш. Свакако да постоје извесне разлике у самом експерименталном третману, али резултати недвосмислено упућују на ефикасност оваквог вида развоја експлозивне снаге како скочности, тако и брзине трчања до 30 метара. Ефекте различитих метода развоја брзине и снаге је истраживала шпанска група аутора (Sáez de Villarreal, Requena, Izquierdo, Gonzalez-Badillo, 2013). Поредити ефекте комбинованог тренинга који је садржао елементе максималне и експлозивне снаге у оквиру једног тренинга, плиометрије, тренинга максималне снаге на узорку од 60 студената Факултета спорта, узраста  $20.4 \pm 2.1$  године, подењених у одговарајуће групе, у току 7 недеља са учестачошћу тренинга од 3 пута недељно. Аутори су закључили да комбинован метод рада доноси нешто већа побољшања (али не и статистички значајна) у односу на друге методе рада, у тесту трчања на 30 m, у складу са коришћеним биомеханичким шаблоном коришћеним приликом вежбања. Краткорочне ефекте комбиновања тренинга снаге / плиометрије и плиометријског тренинга на брзину трчања и скочност професионалних фудбалера су истраживали (Rønnestad, Kvamme, Sunde, Raastad, 2008). Аутори су поменуте методе имплементирали као додатак уз фудбалске тренинге (испитаници су имали до 8 тренинга недељно) у периоду од 7 недеља са учесталашћу од 2 пута недељно. Након експерименталног третмана аутори су забележили напредак у параметрима брзине: стартног убрзања, максималне брзине трчања, али је изостала статистички значајна разлика између ова два метода тренинга. У сваком сличају аутори наглашавају позитивне ефекте имплементације једног од два поменута метода у фудбалски тренинг.

Анализирајући претходно изнета истраживања, може се закључити да су ефекти примењених третмана различити. Поредићи резултате овог истраживања са ефектима експерименталних третмана на експлозивну снагу типа скочности резултати се крећу од подударња ефеката (Santos, & Janeira, 2008), преко делимичног слагања (Alves et al.2010), све до не слагања резултата истраживања (Taïana et al.1991). Разлоге за такве резултате можемо потражити у неуниформисаном методолошком приступа самих истраживања, почевши од самог узорка испитаника, експерименталног дизајна и сл. Наиме у истраживању Таïана et al.1991, тренажни стимулус од једанпут недељно није био довољан да изазове у довољној мери позитивне трансформационе ефекте. Потребу за повећењем на бар два тренажна стимулуса током недеље, можемо уочити у истраживању Alves et al. 2010, међутим аутори у поређењу са овим истраживањем су имали један тренажни стимулус мање недељно што донекле може објаснити не постојање у њиховом истраживању статистички значајне разлике у вредностима скока кроз получучањ.

У претходно наведеним истраживањима можемо уочити позитивне ефекте експерименталних третмана на брзину трчања. Резултати су већој или мањој мери сагласни са резултатима овог истраживања, а постојање разлика се може објаснити различитим факторима. На пример, у истраживању Kotzamanidis et al. 2005, истраживачи су након вежбе са субмаксималним оптерећењем користили спринт који је свакако специфичнији од комплекса коришћеног у овом истраживању. Слична ситуација се може пронаћи и у истраживањима (Таïана et al.1991, Alves et al. 2010), где су аутори такође делом након потентирајуће вежбе користили вежбу која је била иста као и сам тест (праволинијски спринт). У сваком случају резултати овог истраживања указују на чињеницу да се и оваквим начином тренинга може извршити позитиван трансфер експлозивне снаге са циљем испољавање брзине трчања на 30 метара.

Табела 48. Резултати Т – теста за Е2 групу на иницијалном и финалном мерењу

	AS	t	p
Скок из получучња (cm)	45,12 48,93	-5,20	<b>0,00</b>
Скок кроз получучањ (cm)	48,30 51,91	-6,97	<b>0,00</b>
Просечна снага ск.к.получуч (w)	28,98 28,29	0,99	0,34
Узастопни скокови - ск. зглоб (cm)	43,56 43,27	0,23	0,82
Просечна сила скокова ск. зглоб (W/kg)	46,30 46,42	-0,11	0,91
Прос. вис. узастопних ск. получуч. (cm)	36,51 39,01	-2,78	<b>0,01</b>
Просечна сила скок. кроз получ. (W/kg)	25,06 21,55	2,78	<b>0,01</b>
Трчање пролаз на 10m (s)	1,73 1,78	-1,85	0,09
Трчање пролаз 10 - 20m (s)	1,28 1,26	1,59	0,13
Трчање пролаз 20 - 30m (s)	1,32 1,21	3,64	<b>0,00</b>
Трчање пролаз на 20m (s)	3,00 3,04	-1,56	0,14
Трчање пролаз на 30m (s)	4,33 4,24	3,17	<b>0,01</b>

Увидом у табелу 48, након експерименталног третмана, могу се уочити статистички значајна побољшања вредности резултата у варијаблама: *Скок из получучња (8,44%), Скок кроз получучањ (7,47%), Просечна висина узастопних скокова кроз получучањ (6,85%), Трчање пролаз 20 - 30m (8,33%), Трчање пролаз на 30m(2,08%)*. У истраживању француске групе аутора (Paillard, Noe, Bernard, Dupui, Hazard, 2008) које је спроведено на 27 студената Факултета спорта, аутори су испитивали утицај различитих фреквенција НМЕС на висину вертикалног скока. Испитаници су били подељени у три групе (контролна – без НМЕС, НМЕС1- стимулација на 80 Hz, НМЕС2- стимулација на 25 Hz). Истраживачи су уочили статистички значајан напредак у експерименталним групама од (5 односно 3 cm) у односу на иницијално мерење. Аутори чак уочавају да НМЕС2 програм који има акценат на развоју мишићне издржљивости не омета испољавање

вертикалне скочности испитаника. У истраживању Herrero et al. 2006. аутори су уочили да НМЕС не доводи до побољшања вредности резултата *брзине трчања на 20 m* (2,4%), док је комбиновање плиометријског тренинга и НМЕС је заправо довело до побољшања резултата *брзине трчања на 20 m* (-2,3%) као и повећања вертикалне скочности *Скок из получучња* (7,5%) односно *Скок кроз получучањ* (7,3%). Аутори закључују да комбиновање тренинга плиометрије и НМЕС доводи до побољшања резултата у варијаблама скочности и трчања, док са друге стране НМЕС сам заправо омета испољавање максималних резултата. Такође друга група француских аутора долази до сличних закључака (Gondin, Cozzone, Bendahan, 2011). Наиме, аутори упућују на чињеницу да електрични пулс фреквенције 40–50 Hz није погодан за развој скочности и брзине трчања, али да комбиновањем са конвенционалним начином тренирања (плиометрија) даје позитивне ефекте. Иновативна модификација НМЕС протокола је направљена од стране америчке групе истраживача (Russ, Clark, Krause, Hagerman, 2012). Аутори су покушали да путем НМЕС репродукују мишићну активност приликом спринта. За резултат си добили бољу толеранцију на НМЕС и сличан биохемијски одговор који опонаша одговор мишића приликом спринта. Утица НМЕС на параметре снаге, између осталог, скочности и брзине трчања фудбалера је испитивала група аутора (Billot, Martin, Raizis, Cometti, Babault, 2010). У раду нису уочена повећања вредности скока у вис као ни брзине трчања на 10m, међутим аутори су уочили статистички значајна побољшања вредности резултата НМЕС групе у специфичним тестовима као што је јачина шута лопте са и без претходног залета. Такође, од стране аутора, наглашен је позитиван утицај додавања НМЕС фудбалском тренингу у сврху побољшања специфичних кретних структура. Истраживање које је за циљ имало побољшање анаеробних капацитета као и циклуса истезања и скраћивања мишића (Maffiuletti, Bramanti, Jubeau, Bizzini, Deley, Cometti, 2009), је указало на могућност и позитивне ефекте имплементације НМЕС у припремном периоду тенисера. Истраживачи су уочили статистички значајно побољшање резултата у тестовима *Скок кроз получучањ* (5,3% након пет недеља, односно, 6,4% након шесте недеље експерименталног третмана) као и брзина трчања 2 x 10 m (3,3%). Резултати указују да након 7 недеља паралелне примене НМЕС и конвенционалног тренинга побољшава параметре манифестације експлозивне снаге. Ефекте примене НМЕС преко вољне мишићне контракције су истраживали (Martínez-López, Benito-Martínez, Hita-Contreras, Lara-Sánchez, Martínez-Amat, 2012). Током експерименталног третмана у

трајању од 8 недеља са фреквенцијом од 2 тренинга недељно, аутори су применили протокол ниске плиометрије при чему је преко вољне мишићне контракције аплициран НМЕС. Експериментална група је остварила напредак у тестовима: *Скок из получучња* (28,02%) *Скок кроз получучањ* (19,67%). Аутори закључују да НМЕС фреквенције од 150 Hz уз истовремено извођење плиометријских вежби доводи до побољшања својства експлозивне, експлозивно - еластичне и експлозивно еластичне - реактивне – снаге.

Уколико упоредимо резултате наведених истраживања са резултатима овог истраживања, уочавамо различите исходе експерименталних третмана који се крећу од позитивних ефеката на скочност и брзину трчања (Martínez-López et al. 2012) па све до ометајућих ефеката (Herrero et al. 2006). Оно што се мора узети у обзир јесте различита примена протокола НМЕС, на пример у истраживњу (Herrero et al. 2006, Billot et al. 2010), аутори су користили изометријске контракције приликом извођења НМЕС, док је у истраживањима (Maffioletti et al. 2009, Billot et al. 2010, Gondin et al. 2011) паралелно уз НМЕС у данима када се није изводила стимулација упражњаван неки вид конвенционалног тренинга (тренинг плиометрије, фудбалски тренинг или специфични тенисерски). Највише сличности са овим истраживањем, по питању протокола НМЕС, налазимо у истраживању (Martínez-López et al. 2012) који су једини од поменутих истраживања упражњавали НМЕС + вољну мишићну контракцију, као што је био случај и у нашем истраживању.

Разлоге за побољшање вредности резултата моторичких варијабли можемо пронаћи у чињеници да се НМЕС примењивала преко вољне мишићне контракције. Обзиром да НМЕС активира и мотоневроне који према *Хенемановом принципу* не би били активирани приликом извођења наведених вежби, дошло до у већој мери активације мишићних влакана активних у специфичном покрету (ниска плиометрија) што је довело и до позитивног трансфера експлозивне снаге како на манифестацију у варијаблама трчања тако и скочности. Битно је напоменути да фреквенција НМЕС стимулације је у овом истраживању била приближно иста у односу на поменута истраживања, али су испитаници толерисали виши ниво интензитета нпр. Herrero et al. 2006 (60 - 120 mA) наспрам (999 mA) током овог истраживања. Сама учесталост од три тренинга на недељном нивоу је такође утицала на резултате НМЕС, при чему Filipovic, Kleinöder, Dörmann, Mester, 2011 наводе да је за побољшање параметара експлозивне снаге, скочности и брзине трчања потребно 4 - 6 недеља уз приближно три НМЕС третмана недељно.

Табела 49. Резултати Т – теста за Е3 групу на иницијалном и финалном мерењу

	AS	t	p
Скок из получучња (cm)	46,21 46,99	-0,82	0,43
Скок кроз получучањ (cm)	49,24 47,79	1,82	0,09
Просечна снага ск.к.получуч (w)	29,19 28,78	0,71	0,49
Узастопни скокови - ск. зглоб (cm)	41,66 39,65	1,42	0,18
Просечна сила скокова ск. зглоб (W/kg)	50,84 44,73	2,11	<b>0,05</b>
Прос. вис. узастопних ск. получуч. (cm)	36,93 36,13	0,70	0,49
Просечна сила скок. кроз получ. (W/kg)	22,27 22,39	-0,14	0,89
Трчање пролаз на 10m (s)	1,96 1,84	4,25	<b>0,00</b>
Трчање пролаз 10 - 20m (s)	1,26 1,32	-1,78	0,10
Трчање пролаз 20 - 30m (s)	1,21 1,19	0,58	0,58
Трчање пролаз на 20m (s)	3,23 3,17	1,98	0,07
Трчање пролаз на 30m (s)	4,44 4,36	2,41	<b>0,03</b>

За разлику од претходне две експерименталне групе код Е3 групе нису забележне статистички значајне промене у тестовима вертикалне скочности осим у једном *Просечна сила скокова у скожном зглобу* и то по блажем статистичком критеријуму у негативном смислу, односно вредности резултата су ниже у односу на иницијално мерење. У варијаблима за процену брзине трчања дошло је до статистички значајних позитивних промена, односно испитаници су побољшали своје резултате трчања у варијаблима: *Трчање пролаз на 10m* (6,12%), *Трчање пролаз на 30m* (1,80%). Иако се највећи број истраживања вибрациониг тренинга уз додатно спољашње оптерећење бавио акутним ефектима у недавном истраживању (Wang, Chen, Liu, Yang, Huang, Shiang, Wang, 2014)

група тајванских аутора је истраживала утицај вибрационог тренинга са додатним спољашњим оптерећењем у сврху побољшања перформански снаге и брзине врхунских атлетичара. Аутори су групу од 21 атлетичара поделили у три субузорка: вибрације + спољашње оптерећење (BC=7), вибрације без оптерећења (BG=7), спољашње оптерећење (CO=7). Експериментални третман је трајао 4 недеље при чему су се тренинзи одржавали три пута недељно. Испитаници у BC групи су изводили статички издржај под углом од  $120^{\circ}$  у зглобу колена, са спољашњим оптерећењем од 75% максималне вољне контракције при фреквенцији од 30Hz и амплитуди од 4mm у обиму (3x30s са паузом од 3 минута између серија). Исти протокол само без спољашњег оптерећења је користила и BG, такође је CO група упражњавала исти протокол са спољашњим оптерећењем само без вибрација. У закључку аутори наводе да је BC група остварила статистички значајне позитивне промене у трчању на 30 метара у односу на друге две групе, с тим да је BG група чак исказала и негативне ефекте експерименталног третмана на брзину трчања. У истраживању (Osawa & Oguma, 2011) аутори су у своје истраживање уврстили два протокола: вибрациони тренинг протокол уз спољашње оптерећење од 10% за жене, односно 15 % Телесне масе за мушкарце од пете до седме недеље третмана и 30, односно 45% Телесне масе од осме до тринаесте недеље експерименталног третмана. Друга група испитаника је упражњавала исти протокол без вибрација. Испитаници су изводили вежбе следеће са спољашњим оптерећењем: чучањ, бугарски чучањ. Након финалног мерења аутори су уочили статистички значајно повећање вредности након вибрационог тренинга у тесту *скок кроз получучањ* (10,5%). Ronnestad, 2004 је поредио утицај извођења чучњева уз спољашње оптерећење на вибрационој платформи и идентичних чучњева без вибрација. Након 5 недеља комбиновања чучњева високог интензитета 6-10PM на вибрационој платформи, аутор је установио повећања вредности резултата тестова *1PM чучањ* и *скок кроз получучањ* код испитаника који се рекреативно баве спортом. Посматрајући групе испитаника које су тренирале са вибрацијама и без вибрација аутор је уочио статистички значајну разлику у примењеним третманима у варијабли *скок кроз получучањ* при чему је вибрациона група напредовала 8,76%, међутим у релативном прирасту висине скока разлика између група није била уочена. Аутор наглашава тенденцију већег прираста снаге код извођења чучњева на вибрационој платформи у односу на конвенционалан начин, што објашњава неуралним адаптацијама организма на вибрациони тренинг. Са друге стране Delecluse et al. 2005. наводе одсуство позитивног ефекта вибрационог тренинга без

спољашњег оптерећења на брзину трчања. Фреквенција вибрација од 35 и 40 Hz и амплитуда од 1,7 - 2,5 mm није била довољна да након 5 недеља експерименталног третмана дође до позитивних промена у варијаблама експлозивне снаге међу којима је била и варијабла *трчање на 30m*. Занимљиво је поменути истраживање (Paradisis& Zacharogiannis, 2007) у ком су истраживачи испитивали ефекте вибрационог тренинга на кинематику спринта и перформансе експлозивне снаге. На узорку од 24 испитаника 12 жена и 12 мушкараца, насумично подељених у две групе (експериментална и контролна) од по 12 испитаника примењен је експерименталан третман у трајању од 6 недеља 3 пута недељно. Вибрациони третман су чиниле 4 вежбе у изометријском режиму рада при фреквенцији од 30 Hz и амплитуди од 2,5 mm. Контролна група није упражњавала никакав вид тренинга. Након спроведеног експерименталног третмана уочена су статистички значајна побољшања резултата трчања на 10m, 20m, 40m, 50m, 60m свеукупно за 2,7%. Аутори су уочили повећање дужине корака од 5,6% што је у сваком случају било више од губитка од -3,9% на фреквенцији корака и као коначан исход је резултирало бољим резултатима трчања.

Веома је важно навести истраживање које су спровели Schmidtbleicher & Kaptain (2014) у коме аутори тврде да сваки вибрациони тренинг који броји више од 3500-4000 вибрационих стимулуса, делује инхибирајуће на ЦНС у заправо умањује способност појединца за манифестацију експлозивне снаге. Управо ово истраживање указује на потенцијалан проблем са испољавањем напретка у варијаблама вертикалне скочности испитаника Е3 групе. Уколико упоредимо резултате наведених истраживања можемо уочити извесне разлике у резултатима. За истраживања која су укључивала вибрациони тренинг и спољашње оптерећење, карактеристично је и побољшање у параметрима експлозивне снаге. У истраживању (Wang et al. 2014) да забележе побољшања у брзини трчања док је у вом истраживању тај напредак уочен. Објашњење се може пронаћи у чињеници да су вежбе са спољашњим оптерећење у овом истраживању извођене динамички, а не статички као у истраживању тајванских аутора. Такав начин рада је могао да оствари позитиван трансфер на побољшање брзине трчања обзиром да је активирао одређене физиолошке механизме попут циклуса истегања и скраћивања мишића, који је свакако присутан и приликом трчања. У свом раду група аутора Cheng, Cheng, Lee, Huang, Kuo, & Lee, H. J. (2012) су установили да вибрациони тренинг побољшава економију трчања, а оно што је занимљиво за поређење са овим радом јесте



чињеница да аутори нису пронашли статистички значајна побољшања у снази мишића опружача потколена али су уочили статистички значајна побољшања у изометријској снази плантарних и дорзалних флексора(22% и 14%), што се. Њихови резултати се подударају са побољшањима у варијабли *Просечна сила скокова у скочном зглобу*. Овакви резултати наводе на закључак да је дошло до одређених физиолошких промена, односно повећања анаеробног капацитета плантарних флексора али и адаптација неуромишићног система.

Табела 50. Резултати Т – теста за К групу на иницијалном и финалном мерењу

	AS	t	p
Скок из получучња (cm)	45,56 43,40	2,01	0,06
Скок кроз получучањ (cm)	47,17 45,50	2,09	<b>0,05</b>
Просечна снага ск.к.получуч (w)	28,30 27,71	1,07	0,30
Узастопни скокови - ск. зглоб (cm)	39,07 35,55	3,43	<b>0,00</b>
Просечна сила скокова ск. зглоб (W/kg)	43,11 38,05	3,24	<b>0,00</b>
Прос. вис. узастопних ск. получуч. (cm)	34,17 33,48	1,02	0,32
Просечна сила скок. кроз получ. (W/kg)	22,80 21,54	1,63	0,12
Трчање пролаз на 10m (s)	1,82 1,85	-1,25	0,22
Трчање пролаз 10 - 20m (s)	1,34 1,32	0,78	0,45
Трчање пролаз 20 - 30m (s)	1,29 1,25	1,38	0,18
Трчање пролаз на 20m (s)	3,16 3,17	-0,51	0,62
Трчање пролаз на 30m (s)	4,45 4,42	0,93	0,36

Посматрајући резултате контролне групе нису уочена повећања вредности резултата параметара експлозивне снаге, што је било и за очекивати обзиром да контролна

група није упражњавала никакав експерименталан третман, а чињеница да су испитаници контролне групе у адолесцентском узрасту није ни био очекиван значајан напредак поменутих варијабли путем биолошког раста и развоја. Наиме уочава се смањење вредности резултата у варијаблама: *Скок кроз подручјањ, Узастопни скокови - скочни зглоб, Просечна сила скокова скочни зглоб*. Уколико се узме у обзир да су за време извођења експерименталног третмана студенти у оквиру наставе имали изражен рад на аеробној издржљивости ови резултати тада имају своје логично објашњење. Обзиром да је познат конкурентни однос аеробне издржљивости и експлозивне снаге.

Табела 51. Резултати Т – теста за Е1 групу на иницијалном и финалном мерењу у варијаблама телесног састава

	AS	t	p
Телесна висина (cm)	178,4615 <sup>b</sup> 178,4615 <sup>b</sup>		
Телесна маса (kg)	71,77 71,92	-0,23	0,82
Безмасна телесна маса (kg)	63,34 63,14	0,65	0,53
Масно ткиво (kg)	8,42 8,21	0,68	0,51
Мишићна маса (kg)	30,51 31,12	1,15	0,27
Протеини (kg)	12,80 12,98	-0,32	0,75
Минерали (kg)	4,50 4,52	-0,14	0,89
Фазни угао ( ° ◌◌ )	4,14 3,92	2,56	<b>0,02</b>

На основу резултата Т-теста након експерименталног третмана за Е1 групу (табела 51) једина варијабла у којој је уочена статистички значајна разлика на финалном мерењу у односу на иницијално мерење је варијабла *фазни угао* у којој је примећено смањење вредности резултата. Ови резултати указују на одређене промене на целуларном нивоу. Објашњење смањења вредности резултата варијабле *фазни угао* може се потражити у високом нивоу интензитета тренинга, међутим највећи проблем објашњавања те чињенице је недостатак увида у свакодневну исхрану испитаника Е1 групе.

Ово истраживање с донекле подудара са неким ранијим истраживањима утицаја комплексног тренинга на телесни састав. У истраживању (Nelson, Terbizan, 2006)

аутори су уочили смањење телесне масе приликом примене комплексног тренинга али нису уочили статистички значајне промене у другим параметрима телесног састава.

Табела 52. Резултати Т – теста за Е2 групу на иницијалном и финалном мерењу у варијаблима телесног састава

	AS	t	p
Телесна висина (cm)	184,66 184,60	0,06	0,95
Телесна маса (kg)	79,13 79,48	-0,74	0,47
Безмасна телесна маса (kg)	69,48 70,09	-1,72	0,11
Масно ткиво (kg)	8,98 8,64	0,90	0,38
Мишићна маса (kg)	34,31 34,51	-0,99	0,34
Протеини (kg)	15,00 14,66	1,65	0,12
Минерали (kg)	5,27 5,14	1,68	0,12
Фазни угао (°)	3,84 4,24	-1,51	0,15

Увидом у табелу 52. Може се уочити да након експерименталног третмана није дошло до статистички значајних промена у варијаблима телесног састава. У свом истраживању (Porcari, McLean, Foster, Kernozek, Crenshaw, Swenson, 2002) су између осталог испитивали и ефекте НМЕС на телесни састав. Батерију за процену телесног састава су чинили тестови за процену поткожног масног ткива, обими, телесна маса. Након експерименталног третмана истраживачи нису уочили статистички значајне

промене у параметрима телесног састава. Ови резултати се подударaju са резултатима овог истраживања, обзиром да није уочена статистички значајна разлика ни у једној варијабли посматраног простора. Могуће објашњење за овакве резултате можемо потражити у у природи самог експерименталног третмана, који је за главни задатак имао развој експлозивне снаге мишића, те је по тренингу трајао свега 12 минута уз загревање у трајању од 5 минута. Очигледно таква дужина трајања електричне стимулације није била довољна да изазове статистички значајне промене у варијаблима телесног састава посматраног узорка.

Табела 53. Резултати Т – теста за Е3 групу на иницијалном и финалном мерењу у варијаблима телесног састава

	AS	T	p
Телесна висина (cm)	178,14 178,07	0,43	0,67
Телесна маса (kg)	73,00 73,11	-0,32	0,74
Безмасна телесна маса (kg)	64,36 63,57	0,95	0,35
Масно ткиво (kg)	8,63 9,38	-1,57	0,14
Мишићна маса (kg)	31,68 31,48	0,40	0,69
Протеини (kg)	13,39 13,89	-1,22	0,24
Минерали (kg)	4,70 4,87	-1,22	0,24
Фазни угао ( ° )	3,70 3,87	-2,01	0,06

Као и код НМЕС групе, ни код Е3 групе која је упражњавала вибрациони тренинг (табела 53) није дошло до промена у варијаблима телесног састава. Резултати овог истраживања су у сагласности са неким другим истраживањима утицаја вибрационог тренинга на телесни састав. У скорашњем пилот истраживању (Тарр, Signorile, 2014) аутори су испитивали ефикасност вибрационог тренинга у циљу модификовања телесног састава. Аутори су телесни састав испитивали двоенергетском апсорциометријом х-зрака. Након експерименталног третмана аутори закључују да вибрациони тренинг у трајању од 8 недеља није ефикасан метод у остваривању позитивних промена телесног састава жена у

постменопаузи. Исте резултате налазимо и у истраживању (Roelants, Delecluse, Goris, Verschueren, 2004) који нако 24-недељне примене вибрационог тренинга нису успели да уоче промене у варијаблама телесног састава жена које се нису пре тога бавила организованом физичком активношћу. Као и у претходном примеру са НМЕС-ом можемо претпоставити да обим рада у вибрационом тренингу није био довољан да изазове промене у варијаблама телесног састава.

Потврду ових тврдњи такође налазимо и у истраживању (González-Agüero, Matute-Llorente, Gómez-Cabello, Casajús, Vicente-Rodríguez, 2013) где аутори наводе да њибрациони тренинг у трајању од 20 недеља, није био довољан за повећање мишићне масе испитаника са Дауновим синдромом, али истраживачи остављају као могућност позитиван утицај вибрационог тренинга на телесни састав. Корејска група аутора (Song, Kim, Lee, & Joо, 2011) уочава позитивне промене у погледу смањења телесне масе, обима струка, али је забележено и смањење мишићне масе испитаника. На основу поменутих истраживања, као и резултата овог истраживања може закључити да вибрациони тренинг извођен на овај начин без адекватно дизајнираног нутритивног плана није довољан за остварење статистички значајних промена у погледу телесног састава.

Табела 54. Резултати Т – теста за К групу на иницијалном и финалном мерењу у варијаблама телесног састава

	AS	t	p
Телесна висина (cm)	181,31 181,27	1,00	0,33
<b>Телесна маса (kg)</b>	79,40 78,85	2,38	<b>0,03</b>
Безмасна телесна маса (kg)	68,23 68,21	0,04	0,97
<b>Масно ткиво (kg)</b>	9,73 9,46	2,42	<b>0,02</b>
Мишићна маса (kg)	33,73 33,89	-0,81	0,43
Протеини (kg)	15,02 14,74	2,20	0,06
Минерали (kg)	5,27 5,06	2,57	0,12
Фазни угао (°)	3,79 3,94	-1,13	0,27

Анализирајући табелу 54. уочава се статистички значајно смањење вредности резултата у варијаблима: *телесна маса и масно ткиво*. Обзиром да из организационих разлога дијета и план исхране није била контролисана овим истраживањем објашњење за овакве резултате треба тражити у неким другим факторима који нису обухваћени овим истраживањем.

### Анализа разлика контролне и експерименталних група на финалном мерењу

За утврђивање ефеката експерименталног третмана примењена је мултиваријатна анализа коваријансе (MANCOVA) која статистички изједначава резултате обе групе испитаника на иницијалном мерењу. Разлике између група на Униваријатном нивоу са неутрализацијом на иницијалном мерењу утврђене су помоћу униваријатне анализе коваријансе (ANCOVE), преко коригованих средњих вредности. За утврђивање статистички значајне разлике између група израчунат је ЛСД – пост хок тест парова група са коригованим средњим вредностима (Бала и Крнета, 2007).

Табела 55. Резултати мултиваријатне и униваријатне анализе варијансе између експерименталне (Е1) и контролне (К) групе на финалном мерењу

ВАРИЈАБЛА	ФИНАЛНО			
	AS	PKAS	p	
Скок из получучња (cm)	E <sub>1</sub>	48,91	2,51	0,12
	К	43,40		
<b>Скок кроз получучањ (cm)</b>	E <sub>1</sub>	52,15	4,40	<b>0,00</b>
	К	45,50		
Просечна снага ск.к.получуч (w)	E <sub>1</sub>	27,88	-0,07	0,95
	К	27,71		
Узастопни скокови - ск. зглоб (cm)	E <sub>1</sub>	41,90	4,38	0,01
	К	35,55		
<b>Просечна сила скокова ск. зглоб (W/kg)</b>	E <sub>1</sub>	45,39	6,95	<b>0,01</b>
	К	38,05		
<b>Прос. вис. узастопних ск. получуч. (cm)</b>	E <sub>1</sub>	36,62	2,58	<b>0,03</b>
	К	33,48		
Просечна сила скок. кроз получ. (W/kg)	E <sub>1</sub>	21,60	0,84	0,49
	К	21,54		
Трчање пролаз на 10m (s)	E <sub>1</sub>	1,85	-0,04	0,26
	К	1,85		

Трчање пролаз 10 - 20m (s)	E <sub>1</sub>	1,27	-0,07	0,06
	K	1,32		
Трчање пролаз 20 - 30m (s)	E <sub>1</sub>	1,20	-0,04	0,40
	K	1,25		
<b>Трчање пролаз на 20m (s)</b>	E <sub>1</sub>	3,12	-0,10	<b>0,02</b>
	K	3,17		
<b>Трчање пролаз на 30m (s)</b>	E <sub>1</sub>	4,32	-0,14	<b>0,00</b>
	K	4,42		
		F=3,60	P=0,00	

AS – аритметичка средина, РКАС – разлика коригованих аритметичких средина, p - ниво статистичке значајности

На основу резултата табеле 55 можемо уочити да на мултиваријатном нивоу постоји статистички значаја разлика на нивоу значајности од  $P=0,00$  за читав посматран систем варијабли. На основу резултата унииваријатне анализе коваријансе (ANCOVA) можемо закључити да постоји статистички значајна разлика у варијаблама: *скок кроз получучањ, просечна сила скокова из скочног зглоба, просечна висина узастопних скокова кроз получучањ, Трчање пролаз на 20m, Трчање пролаз на 30m*. Даљом анализом може се уочити да је експериментална E1 група у свим поменутих варијаблама остваривала боље резултате, како у варијаблама вертикалне скочности, тако и у варијаблама за процену брзине трчања. Ови резултати иду под руку са раније поменутих резултатима истраживања других аутора о утицају комплексног тренинга на параметре експлозивне снаге (Mihalik et al. 2008, Santos, & Janeira 2008, Cherif et al. 2012).

Посматрајући резултате E1 и K експерименталне групе занимљиво је приметити да је дошло до разлике у корист E1 групе у варијабли вертикалне скочности: *скок кроз получучањ* али не и у варијабли *скок из получучња* иако си обе варијабле у T тесту за E1 групу (табела 47) забележиле статистички значајан напредак. Објашњење за такав резултат можемо пронаћи у самим комплексним паровима вежби E1 експерименталног третмана. Експерименталан третман E1 групе је био ослоњен са једне стране на ефекат постактивацијске потенцијације, а са друге на циклус истезања и скраћивања мишића, односно, еластично-реактивног и неуралног механизма (Komi, 1984). Приликом извођења плиометријских вежби веће истезање (ексцентрична контракција) мишића која претходи позитивној-концентричној контракцији, изазива настанак веће механичке ефикасности (Radcliffe & Farentinos, 1999). Истезање мишића које претходи концентричној контракцији је уједно и разлог постизања по правилу слабијих резултатау тесту *скок из получучња* од

результата теста *скок кроз получучња* (Bobbert, Gerritsen, Litjens, Van Soest, 1996). Извођење теста *скок из получучња* захтева изузимање претходне амортизације, односно, еластично-реактивне/неуралне ефекте и самим тим искључује механизме који су били доминантно заступљени приликом читавог експерименталног третмана Е1 групе. Стога иако је статистички значајан напредак забележен Т тестом, тај напредак није био довољан да буде и значајно већи у односу на К групу. Претходно наведени механизми су свакако одиграли кључну улогу у побољшању резултата тестова: *Трчање пролаз на 20m*, *Трчање пролаз на 30m* где у испољавању максималних резултата еластично-реактивни механизам свакако има значајну улогу.

Табела 56. Резултати униваријатне анализе коваријансе између експерименталне (Е2) и контролне (К) групе на финалном мерењу

ВАРИЈАБЛА	ФИНАЛНО		
	AS	PKAS	p
<b>Скок из получучња (cm)</b>	E2	48,93	<b>0,00</b>
	K	43,40	
<b>Скок кроз получучањ (cm)</b>	E2	51,91	<b>0,00</b>
	K	45,50	
Просечна снага ск.к.получуч (w)	E2	28,29	0,75
	K	27,71	
<b>Узастопни скокови - ск. зглоб (cm)</b>	E2	43,27	<b>0,00</b>
	K	35,55	
<b>Просечна сила скокова ск. зглоб (W/kg)</b>	E2	46,42	<b>0,01</b>
	K	38,05	
<b>Прос. вис. узастопних ск. получуч. (cm)</b>	E2	39,01	<b>0,00</b>
	K	33,48	
Просечна сила скок. кроз получ. (W/kg)	E2	21,55	0,20
	K	21,54	
Трчање пролаз на 10m (s)	E2	1,78	0,78
	K	1,85	
Трчање пролаз 10 - 20m (s)	E2	1,26	0,74
	K	1,32	
Трчање пролаз 20 - 30m (s)	E2	1,21	0,18
	K	1,25	
Трчање пролаз на 20m (s)	E2	3,04	0,61
	K	3,17	
Трчање пролаз на 30m (s)	E2	4,24	0,09



Увидом у табелу 56. на основу резултата униваријатне анализе коваријансе (ANCOVA) може се уочити да су након неутрализације на иницијалном мерењу утврђене статистички значајне разлике између група на униваријатном нивоу у следећим варијаблима: *скок из получучња, скок кроз получучањ, узаstopни скокови из скочног зглоба, просечна сила скокова из скочног зглоба, просечна висина узаstopних скокова кроз получучањ* и то у корист експерименталне Е2 групе.

Уочен напредак у корист Е2 групе у параметрима вертикалне скочности у односу на К групу свакако није изненађујућ обзиром да се ови резултати подударају са резултатима неких ранијих истраживања нпр.(Martínez-López et al. 2012). У истраживању (Malatesta et al. 2003) аутори такође уочавају повећање варијабле *просечна висина узаstopних скокова кроз получучањ* одмах након завршеног експерименталног третмана, а десет дана након завршетка експеримента уочавају статистички значајан напредак и у варијаблима: *скок из получучња, скок кроз получучањ*. Приликом извођења поменутог експеримента испитаници су изводили третман путем изометријске контракције.

Занимљиво је приметити да иако је варијаблима трчања у Т тесту Е2 група остварила статистички значајан напредак у односу на иницијално мерење (табела 48. варијабле: *Трчање пролаз 20 - 30m, Трчање пролаз на 30m*) тај напредак није био довољан да се уочи статистички значајна разлика у односу на К групу. Не постојање статистички значајне разлике између Е2 и К групе у варијаблима трчања се може делимично објаснити истраживањем (Russ et al. 2012) у ком су аутори опонашали образац активирања мишића. Постављањем већег броја електрода и променом редоследа активације моторних тачака мишића натколена, аутори су успели да у већој мери активирају поменуте мишиће. Поједини аутори (Bobbert & Van Soest, 1994) наглашавају да повећање снаге не мора увек да прати и побољшање спортских резултата обзиром да њихово извођење се одвија по унапред програмираним шаблонима. Обзиром да се НМЕС изводио приликом ниске плиометрије резултати и указују на висок ниво трансфера снаге на вертикалну скоčnost што се испољило у статистички значајним разликама у односу на К групу, а узевши у обзир да одређени аутори наглашавају да након периода детренинга (бар две недеље) долази до повећања вредности параметара експлозивне снаге након примене НМЕС-а, у

поређењу са конвенционалним тренингом снаге где се чак уочава благ пад вредности (Herrero et al. 2010). На основу оваквих чињеница велика је вероватноћа да би се појавила статистчки значаја разлика и у варијаблама трчања, нарочито ако имамо у виду да је Е2 група у старту остваривала најбоље резултате трчања. Међутим у неким наредним истраживањима би свакако било пожељно (уколико је главни циљ повећање брзине трчања) увести специфичније начине упражњавања НМЕС.

Табела 57. Резултати униваријатне анализе коваријансе између експерименталне (Е3) и контролне (К) групе на финалном мерењу

ВАРИЈАБЛА	ФИНАЛНО			
	AS	PKAC	p	
Скок из получучња (cm)	Е3	46,99	-0,55	0,72
	К	43,40		
Скок кроз получучањ (cm)	Е3	47,79	-0,54	0,68
	К	45,50		
Просечна снага ск.к.получуч (w)	Е3	28,78	-0,41	0,71
	К	27,71		
Узастопни скокови - ск. зглоб (cm)	Е3	39,65	-1,91	0,22
	К	35,55		
Просечна сила скокова ск. зглоб (W/kg)	Е3	44,73	-4,27	0,09
	К	38,05		
<b>Прос. вис. узастопних ск. получуч. (cm)</b>	Е3	36,13	-3,13	<b>0,01</b>
	К	33,48		
Просечна сила скок. кроз получ. (W/kg)	Е3	22,39	-1,85	0,12
	К	21,54		
Трчање пролаз на 10m (s)	Е3	1,84	0,06	0,12
	К	1,85		
Трчање пролаз 10 - 20m (s)	Е3	1,32	-0,01	0,82
	К	1,32		
Трчање пролаз 20 - 30m (s)	Е3	1,19	0,04	0,38
	К	1,25		
Трчање пролаз на 20m (s)	Е3	3,17	0,03	0,53
	К	3,17		
Трчање пролаз на 30m (s)	Е3	4,36	0,09	0,06
	К	4,42		

Посматрајући табелу 57 може се уочити да експериментални третман Е3 групе појединачно у већини варијабли није довео до значајних статистичких разлика у односу на контролну групу. На униваријатном нивоу једина варијабла која се статистички значајно разликовала је *просечна висина узастопних скокова кроз получучањ*, умерене ефекте експерименталног третмана, близу статистичке значајности али недовољно да је и досегне имала је варијабла *трчање пролаз на 30m* иначе ова варијабла је показала статистички значајан напредак у Т-тесту (табела 49). За овакве резултате не може се рећи да су очекивани, али у сваком случају слични резултати су добијани и у неким другим истраживањима. На пример у истраживању (Preatoni et al. 2012) аутори такође нису успели да установе позитивне ефекте ивођења тренинга снаге уз присуство вибрација у поређењу са класичним тренингом снаге. Разлика између овог и нашег истраживања је у томе да су у нашем истраживању испитаници вршили балистичке покрете за разлику од испитаника у истраживању (Preatoni et al. 2012) где су испитаници изводили чучњеве на вибрационој платформи, међутим, добијен је исти ефекат. У недавном истраживању (Hortobágyi, Rider, DeVita, 2014) су истраживали утицај вибрација на спиналну ексцитабилност мишића. Након извршеног експерименталног третмана, аутори су уочили да вибрациони тренинг нема утицај на вољне еферентне сигнале, односно, вибрације изазивају инхибицију Х-рефлекса и одсуство фасцилитарног деловања на рефлекс мишића на истезање. Као могући механизам смањења рефлексног одговора (Ritzmann, Kramer, Gollhofer, Taube, 2013) навели су пост активацијску депресију. Спиналну ексцитабилност и (хомосинаптичку) пост активацијску депресију, односно, ефикасност аферентног одговора (фидбека) су испитивали (Kipp, Johnson, Doeringer, Hoffman, 2011) где су уочили смањење вредности Х-рефлекса. Аутори наводе да је одговор мишића без обзира на његову структуру (доминантно брза или доминантно спора мишићна влакна) приближно исти обзиром да су анализирали Солеус мишић (доминантно спор) и који садржи много више мишићних вретена од медијалног гастрокнемијуса. Занимљиво објашњење можемо пронаћи у раду (Earles, Dierking, Robertson, Коцеја, 2002) у ком су аутори испитивали пре и пост синаптичку контролу спортиста. Аутори су уочили смањење инхибиције повезане са пресинаптичком контролом код спортиста експлозивно/снажних дисциплина, што је у многоме дозвољавало моносинаптичком-рефлексу мишића на истезање да потпомогне извођење балистичких покрета. Код спортиста који су упражњавали активности типа издржљивости, уочени су обрнути односи инхибиције повезане са пресинаптичком

контролом. Свакако у покушају разумевања оваквих резултата треба навести већ поменуто истраживање (Pollock et al. 2012) и потребно је узети у обзир да након вибрационог тренинга моторне јединице са најнижим прагом надражаја повећавају свој праг надражаја, док моторне јединице са вишим прагом свој праг надражаја спуштају. Претпостављамо да је сама структура мишићних влакана испитаника ове групе, као и њихова претходна тренажна оријентација у великој мери утицала и на сам исход резултата.

Табела 58. Резултати униваријатне анализе коваријансе између експерименталне (E1) и (E2) групе на финалном мерењу

ВАРИЈАБЛА	ФИНАЛНО		
	AS	PKAC	p
Скок из получучња (cm)	E <sub>1</sub>	48,91	-2,66 0,14
	E <sub>2</sub>	48,93	
Скок кроз получучањ (cm)	E <sub>1</sub>	52,15	-0,44 0,77
	E <sub>2</sub>	51,91	
Просечна снага ск.к.получуч (w)	E <sub>1</sub>	27,88	-0,38 0,77
	E <sub>2</sub>	28,29	
Узастопни скокови - ск. зглоб (cm)	E <sub>1</sub>	41,90	-1,37 0,45
	E <sub>2</sub>	43,27	
Просечна сила скокова ск. зглоб (W/kg)	E <sub>1</sub>	45,39	1,42 0,63
	E <sub>2</sub>	46,42	
Прос. вис. узастопних ск. получуч. (cm)	E <sub>1</sub>	36,62	-0,50 0,70
	E <sub>2</sub>	39,01	
Просечна сила скок. кроз получ. (W/kg)	E <sub>1</sub>	21,60	2,18 0,12
	E <sub>2</sub>	21,55	
Трчање пролаз на 10m (s)	E <sub>1</sub>	1,85	-0,03 0,43
	E <sub>2</sub>	1,78	
Трчање пролаз 10 - 20m (s)	E <sub>1</sub>	1,27	-0,06 0,16
	E <sub>2</sub>	1,26	
Трчање пролаз 20 - 30m (s)	E <sub>1</sub>	1,20	0,01 0,79
	E <sub>2</sub>	1,21	
Трчање пролаз на 20m (s)	E <sub>1</sub>	3,12	-0,09 0,09
	E <sub>2</sub>	3,04	
Трчање пролаз на 30m (s)	E <sub>1</sub>	4,32	-0,08 0,17

Уколико се задржимо на табели 58 можемо уочити занимљиве и помало изненађујуће резултате. Прегледом резултата униваријатне анализе коваријансе уочава се да појединачно гледано између резултата испитаника Е1 и Е2 групе не постоји статистички значајна разлика нити у једној варијабли посматраног моторичког простора. Уколико знамо да се резултатима Т-теста уочио статистички значајан напредак у посматраним групама у односу на саме себе, сада можемо слободно рећи да су оба експериментална третмана дали подједнаке ефекте. Потребно је нагласити веома битну чињеницу, а то је да испитаници Е2 групе нису имали никакво спољашње оптерећење, што самим тим указује и да је оптерећење локомоторног апарата било далеко мање у односу на Е2 експерименталну групу. Ово истраживање је према нашим сазнањима једно од ретких истраживања које је комбиновало НМЕС за време активног мишићног рада, односно, извођење плиометријских вежби.

Једно од могућих објашњења јесте, да у току рада бирано је активирана одређена врста мишићних влакана (Iх), на која је током извођења вежби у фази концентричне контракције вршена ексцентрична кретња која је изазивала одређене микротрауме, које су се манифестовала у облику јаких упала мишића које су трајале и до 7 дана приликом спровођења експеримента. Субјективан осећај упала је био аналоган супрамаксималним тренинзима на којима се упражњавају ексцентричне контракције, дакле оптерећења  $>115\%$  од 1РМ. Управо у том бираном активирању мишићних влакана би могао и да лежи одговор на овакве резултате. Претпоставка је да се мишићни систем адаптирао на такав начин надражаја и истим принципима адаптације и суперкомпензације попут принципа у класичном тренингу снаге. Након експерименталног третмана НМЕС је испољио напредак у посматраним варијаблима експлозивне снаге.

Овакав начин рада сигурно са собом носи неке предности и мане. Уколико посматрамо позитивне аспекте НМЕС они су свакако ти да је примена НМЕС за време динамичког рада мање болна него приликом изометријских контракција (Paillard, 2008; Maffiuletti, 2010). Такође, у раду са младим спортистима није потребно максимално оптерећење локомоторног апарата како би се постигли максимални ефекти, као и могућност циљаног деловања на слабу карику кинетичког ланца у функцији постизања структуралног баланса мишићне снаге. Свакако позитивна страна би се огледала и у раду

са повређеним спортистима који нису још у могућности за извођење максималних понављања, а постоји потреба за ефикасном и брзом рехабилитацијом. Са друге стране негативни аспекти би били ти што се делује на одређену мишићну групу, а не на цело ланац. Свакако НМЕС не би требало посматрати као замену за класичан тренинг снаге већ као додатно средство у максимизирању ефеката тренинга снаге. Нарочиту пажњу је потребно обратити на периодизацију у тренингу који укључује НМЕС обзиром да постоје наговештаји да резидуални ефекти НМЕС су нешто другачији од класичног начина тренирања (Herrero et al. 2010).

Табела 59. Резултати униваријатне анализе коваријансе између експерименталне (Е1) и (Е3) групе на финалном мерењу

ВАРИЈАБЛА	ФИНАЛНО			
	AS	PKAC	p	
Скок из получучња (cm)	E <sub>1</sub>	48,91	1,96	0,17
	E <sub>3</sub>	46,99		
<b>Скок кроз получучањ (cm)</b>	E <sub>1</sub>	52,15	3,86	<b>0,00</b>
	E <sub>3</sub>	47,79		
Просечна снага ск.к.получуч (w)	E <sub>1</sub>	27,88	-0,48	0,64
	E <sub>3</sub>	28,78		
Узастопни скокови - ск. зглоб (cm)	E <sub>1</sub>	41,90	2,48	0,09
	E <sub>3</sub>	39,65		
Просечна сила скокова ск. зглоб (W/kg)	E <sub>1</sub>	45,39	2,69	0,24
	E <sub>3</sub>	44,73		
Прос. вис. узастопних ск. получуч. (cm)	E <sub>1</sub>	36,62	-0,55	0,59
	E <sub>3</sub>	36,13		
Просечна сила скок. кроз получ. (W/kg)	E <sub>1</sub>	21,60	-1,01	0,35
	E <sub>3</sub>	22,39		
Трчање пролаз на 10m (s)	E <sub>1</sub>	1,85	0,02	0,64
	E <sub>3</sub>	1,84		
Трчање пролаз 10 - 20m (s)	E <sub>1</sub>	1,27	-0,07	<b>0,02</b>
	E <sub>3</sub>	1,32		
Трчање пролаз 20 - 30m (s)	E <sub>1</sub>	1,20	0,00	0,99
	E <sub>3</sub>	1,19		
Трчање пролаз на 20m (s)	E <sub>1</sub>	3,12	-0,06	0,16

	E3	3,17		
Трчање пролаз на 30m (s)	E1	4,32	-0,06	0,21
	E3	4,36		

Табела 59 приказује појединачне разлике добијене униваријатном анализом коваријансе и оно што се одмах може запазити јесте да је E1 експериментална група забележила статистички значајно боље резултате у односу на E3 групу у варијаблима: *скок кроз получучањ и трчање пролаз 10 - 20m*. Из приложене табеле се може видети да је E1 експериментални третман био ефикаснији у погледу остваривања максималне висине скока са претходном амортизацијом као и у погледу прираста стартног убрзања. Уколико погледамо табелу 49 односно Т-тест за E3 групу уочавамо да је између осталог E3 група забележила напредак у односу на себе у одређеним варијаблима скокова и трчања али ти напредци су били статистички значајно слабији од прираста експлозивне снаге у E1 групи. Претходно наведена истраживања (Ronnestad, 2004; Osawa & Oguma, 2011) у многоме говоре у прилог чињеници да вибрациони тренинг доприноси побољшању резултата у параметрима експлозивне снаге, што се и десило поматрајући табелу 49. Међутим у реалним тренажним условима не може се рећи да утицај вибрационог тренинга може да надмаши утицај класичног тренинга снаге, обзиром да се у одређеним истраживањима вибрациони тренинг поредио са тренингом снаге који се одвијао у изометријским условима током одређеног временског периода, као у на пример у истраживању (Wang et al. 2014) што у реалним такмичарским условима приликом припреме спортиста и није случај.

Интересантно је да су заправо резултати у одређеним варијаблима показивали слабије вредности (табела 49) у односу на иницијално стање *просечна сила скокова из скочног зглоба*. У вези комплексног тренинга доста ствари везано за периодизацију, трансформацију и трансмутацију снаге је познато, са друге стране вибрациони тренинг на том пољу је и даље не истражен. Подручје које свакако заслужује више пажње и доста додатних истраживања је тејлер у вибрационом тренингу јер очигледно је да организам у одреженој мери другачије реагује када се у тренинг снаге имплементира вибрациони тренинг. Из овог подручја нема довољно информација који је то период потребан за трансформацију и трансмутацију снаге, обзиром да на основу раније поменутих

истраживања нема сумње да вибрациони тренинг има позитивне ефекте, али је потребно пронаћи адекватну меру.

Табела 60. Резултати униваријатне анализе коваријансе између експерименталне (Е2) и контролне (Е3) групе на финалном мерењу

ВАРИЈАБЛА	ФИНАЛНО		
	AS	PKAC	p
<b>Скок из получучња (cm)</b>	E2	48,93	<b>-4,62 0,01</b>
	E3	46,99	
<b>Скок кроз получучањ (cm)</b>	E2	51,91	<b>-4,30 0,01</b>
	E3	47,79	
Просечна снага ск.к.получуч (w)	E2	28,29	0,10 0,94
	E3	28,78	
<b>Узастопни скокови - ск. зглоб (cm)</b>	E2	43,27	<b>-3,84 0,04</b>
	E3	39,65	
Просечна сила скокова ск. зглоб (W/kg)	E2	46,42	-1,27 0,67
	E3	44,73	
Прос. вис. узастопних ск. получуч. (cm)	E2	39,01	0,05 0,97
	E3	36,13	
<b>Просечна сила скок. кроз получ. (W/kg)</b>	E2	21,55	<b>3,18 0,03</b>
	E3	22,39	
Трчање пролаз на 10m (s)	E2	1,78	-0,05 0,26
	E3	1,84	
Трчање пролаз 10 - 20m (s)	E2	1,26	0,02 0,67
	E3	1,32	
Трчање пролаз 20 - 30m (s)	E2	1,21	0,01 0,80
	E3	1,19	
Трчање пролаз на 20m (s)	E2	3,04	-0,03 0,53
	E3	3,17	
Трчање пролаз на 30m (s)	E2	4,24	-0,02 0,71
	E3	4,36	

На основу резултата мултиваријатне анализе коваријансе (табела 60), може се уочити постојање статистички значајних разлика између експерименталне Е2 и Е3 групе у варијаблима вертикалне скочности: *скок из получучња, скок кроз получучањ, узастопни скокови из скочног зглоба, просечна сила скокова кроз получучањ*, у корист Е2



експерименталне групе. У варијаблама трчања није дошло статистички значајне разлике између посматраних група.

На основу прегледа досадашње литературе, по нашим сазнањима не може се рећи да је било истраживања која су поредила ефекте ова два модалитета развоја снаге. У поређењу са вибрационим тренингом НМЕС је дао супериорније резултате у циљу повећања нивоа експлозивне снаге типа вертикалне скочности. На основу претходно изложених информација везаних за вибрациони тренинг, може се рећи да оваквим приступом развоја експлозивне снаге долази до позитивних промена али да оне нису у тој мери високе да би могле равноправно парирати ефектима НМЕС.

Разлоге за успешност НМЕС у развоју експлозивне снаге можемо потражити и у чињеници да у досадашњим истраживањима углавном је коришћен опсег фреквенција електричне стимулације између 50-100Hz (Gondin et al. 2011) док су у овом истраживању коришћене фреквенције >110Hz. Резултати указују да уколико је циљ развој експлозивне снаге без претходне амортизације, са претходном амортизацијом као и анаеробног капацитета НМЕС би требало да има предност у односу вибрациони тренинг. Обзиром да скорашња истраживања упућују на феномен пост активацијске депресије приликом вибрационог тренинга, битно је напоменути истраживање (Miyamoto, Fukutani, Yanai, Kawakami, 2012) које иде у прилог НМЕС где аутори наговештавају могућност да обзиром да *m. Rectus femoris* приликом стимулације *m.Quadriceps femoris*-а заузима највећу површину и самим тим у највећој мери је и стимулисан. Посебно важна је чињеница да је *m. Rectus femoris* мишић са највећим процентом брзих мишићних влакана (типа IIx) и израженим потенцирајућим капацитетом у односу на остале мишиће из поменуте групе.

Табела 61. Резултати униваријатне анализе коваријансе између експерименталне (Е1) и контролне (К) групе у варијаблима телесног састава на финалном мерењу

ВАРИЈАБЛА	ФИНАЛНО			
	AS	PKAS	p	
Телесна висина (cm)	E <sub>1</sub>	176,15	0,57	0,49
	K	181,27		
Телесна маса (kg)	E <sub>1</sub>	71,92	-0,19	0,75
	K	78,85		
Безмасна телесна маса (kg)	E <sub>1</sub>	63,14	-0,43	0,59
	K	68,22		
Масно ткиво (kg)	E <sub>1</sub>	8,21	-0,54	0,20
	K	9,41		
Мишићна маса (kg)	E <sub>1</sub>	31,12	-1,24	<b>0,01</b>
	K	33,89		
Протеини (kg)	E <sub>1</sub>	12,98	-0,14	0,74
	K	14,75		
Минерали (kg)	E <sub>1</sub>	4,52	0,01	0,97
	K	5,06		
Фазни угао (° °°)	E <sub>1</sub>	3,92	-0,15	0,59
	K	3,95		
P=0,09		F = 1,488		

На основу приложене табеле 61. може се уочити да након примене експерименталног третмана генерално није дошло до статистички значајних промена у варијаблима телесног састава између експерименталне Е2 групе и контролне (К) групе. Једина варијабла у којој се појавила статистички значајна разлика је варијабла *мишићна маса* и то у корист контролне групе.

Занимљиво је напоменути да се анализом Т-теста није појавила статистички значајна разлика ни код експерименталне Е1 групе али ни код контролне К групе у посматраној варијабли, међутим статистичким изједначавањем резултате обе групе испитаника на иницијалном мерењу може се уочити статистички значајна разлика у поменутој варијабли. Овакав резултат се може донекле објаснити да висок интензитет комплексног тренинга није пратила адекватна исхрана те је дошло до одређених катаболичких промена код испитаника Е1 групе.

Табела 62. Резултати униваријатне анализе коваријансе телесног састава између експерименталне (Е2) и контролне (К) групе на финалном мерењу

ВАРИЈАБЛА		ФИНАЛНО		
		AS	PKAS	p
Телесна висина (cm)	E2	184,60	-0,54	0,47
	K	181,27		
Телесна маса (kg)	E2	79,49	-0,55	0,32
	K	78,85		
Безмасна телесна маса (kg)	E2	70,10	-0,57	0,42
	K	68,22		
Масно ткиво (kg)	E2	8,65	0,48	0,21
	K	9,41		
Мишићна маса (kg)	E2	34,51	0,14	0,74
	K	33,89		
Протеини (kg)	E2	14,66	0,39	0,33
	K	14,75		
Минерали (kg)	E2	5,14	0,07	0,65
	K	5,06		
Фазни угао ( $^{\circ}$ )	E2	4,25	-0,28	0,26
	K	3,95		

На основу приложене табеле 62. може се уочити да након примене експерименталног третмана није дошло до статистички значајних промена у варијаблама телесног састава између експерименталне Е2 групе и контролне (К) групе. Ефикасност НМЕС третмана на варијабле телесног састава осим овог истраживања није уочена ни у истраживању (Pocari et al. 2002) где аутори не уочавају ефикасност НМЕС-а у циљу кориговања телесног састава испитаника. Такође у каснијем истраживању (Pocari, Miller, Cornwell, Foster, Gibson, McLean, Kernozek, 2005) наводе да су испитаници напредовали у параметрима снаге, као и да су имали субјективан осећај тонизираности мишића, међутим аутори нису успели да уоче статистички значајне промене на параметре телесног састава. Овим истраживањем аутори су потврдили неке своје раније констатације у погледу ефикасности НМЕС на телесни састав. У недавном истраживању италијанска група аутора (Maggioni, Giordano, Bertoli, Battezzati, Veicsteinas, Merati, 2012) је испитивала краткорочне ефекте НМЕС-а на телесни састав хоспитализованих жена. Након завршеног експерименталног третмана аутори су установили да НМЕС нема статистички значајан

позитиван утицај на варијабле телесног састава и наглашава потребу посебно дизајнираног програма исхране у циљу побољшања варијабли телесног састава.

На основу свега наведеног може се уочити да ни ово истраживање није изузетак у погледу ефикасности НМЕС-а на телесни састав, обзиром да ни у неким експерименталним програмима који су трајали дуже од нашег 8 недеља (Pocari et al. 2002), 6 недеља (Maggioni et al. 2012) при чему у свим поменутих истраживањима један третман НМЕС је трајао 45 минута, није уочен позитиван утицај НМЕС на телесни састав. Чињеница да је наш експерименталан третман временски трајао краће, како у погледу дужине експерименталног третмана, тако и у погледу дужине трајања саме појединачне сесије (17 минута), у односу на поменутих истраживања, свакако није била обећавајућа у погледу другачијег исхода експерименталног третмана на варијабле телесног састава.

Табела 63. Резултати униваријатне анализе коваријансе телесног састава између експерименталне (Е3) и контролне (К) групе на финалном мерењу

ВАРИЈАБЛА	ФИНАЛНО			p
		AS	PKAS	
Телесна висина (cm)	Е3	178,07	0,01	0,99
	К	181,27		
Телесна маса (kg)	Е3	73,11	-0,38	0,48
	К	78,85		
Безмасна телесна маса (kg)	Е3	63,57	1,08	0,13
	К	68,22		
Масно ткиво (kg)	Е3	9,38	-0,59	0,11
	К	9,41		
Мишићна маса (kg)	Е3	31,49	0,84	<b>0,05</b>
	К	33,89		
Протеини (kg)	Е3	13,90	-0,25	0,52
	К	14,75		
Минерали (kg)	Е3	4,88	-0,19	0,20
	К	5,06		
Фазни угао ( ° )	Е3	3,88	0,02	0,92
	К	3,95		

На основу резултата униваријатне анализе коваријансе телесног састава између експерименталне (Е3) и контролне (К) групе на финалном мерењу, а након неутрализације на иницијалном мерењу утврђена је статистички значајна разлика између група на

универијатном нивоу у варијабли *мишићна маса* и то у корист експерименталне групе која је упражњавала вибрациони тренинг.

Иако резултати Т-теста (табела 53) нису указали на постојање статистички значајне разлике у варијаблама телесног састава Е3 експерименталне групе, након спроведеног експерименталног третмана. Међутим резултати универијатне анализе коваријансе указују на постојање статистички значајне разлике по слабијем критеријуму оцењивања у варијабли *мишићна маса*. У скорашњем истраживању (Martínez-Pardo, Romero-Arenas, Martínez-Ruiz, Rubio-Arias, Alcaraz, 2014) указују на потенцијал вибрационог тренинга у смислу повећања хипертрофије доњих екстремитета. Иако вибрациони тренинг сам по себи није био довољан да изазове статистички значајне промене у варијаблама телесног састава, он је успео да задржи постојећи статус испитаника што се и одразило у разликама у мишићној маси испитаника Е3 и К групе.

Табела 63. Резултати универијатне анализе коваријансе телесног састава између експерименталне (Е1) и (Е2) групе на финалном мерењу

ВАРИЈАБЛА	ФИНАЛНО			
	AS	PKAC	p	
Телесна висина (cm)	E1	176,15	0,03	0,97
	E2	184,60		
Телесна маса (kg)	E1	71,92	-0,74	0,26
	E2	79,49		
Безмасна телесна маса (kg)	E1	63,14	-1,00	0,24
	E2	70,10		
Масно ткиво (kg)	E1	8,21	-0,06	0,89
	E2	8,65		
Мишићна маса (kg)	E1	31,12	-1,10	<b>0,03</b>
	E2	34,51		
Протеини (kg)	E1	12,98	0,24	0,61
	E2	14,66		
Минерали (kg)	E1	4,52	0,07	0,68
	E2	5,14		
Фазни угао ( $^{\circ}$ )	E1	3,92	-0,43	0,15
	E2	4,25		

На основу резултата униваријатне анализе коваријансе телесног састава између експерименталне (E1) и контролне (E2) групе на финалном мерењу, утврђена је статистички значајна разлика између група на униваријатном нивоу у варијабли *мишићна маса*. Група која је упражњавала НМЕС имала је виши ниво мишићне масе у односу на групу која је упражњавала комплексни тренинг.

Иако резултати Т-теста нису указивали на статистички значајне разлике у поменутој варијабли како код E1 експерименталне групе тако ни код E2 експерименталне групе, након изједначавања група на иницијалном мерењу уочава се разлика у поменутој варијабли. Разлоге такође треба потражити у катаболичим процесима који су одиграли улогу у смањењу мишићне масе E1 групе у односу на E2 групу, обзиром да је E1 група имала тренд смањења вредности резултата у варијабли мишићна маса, додуше тај тренд није био статистички значајан (табела 51).

Табела 64. Резултати униваријатне анализе коваријансе телесног састава између експерименталне (E1) и (E3) групе на финалном мерењу

ВАРИЈАБЛА		ФИНАЛНО		
		AS	PKAC	p
Телесна висина (cm)	E <sub>1</sub>	176,15	0,58	0,51
	E <sub>3</sub>	178,07		
Телесна маса (kg)	E <sub>1</sub>	71,92	-0,58	0,37
	E <sub>3</sub>	73,11		
Безмасна телесна маса (kg)	E <sub>1</sub>	63,14	0,65	0,44
	E <sub>3</sub>	63,57		
Масно ткиво (kg)	E <sub>1</sub>	8,21	-1,12	<b>0,01</b>
	E <sub>3</sub>	9,38		
Мишићна маса (kg)	E <sub>1</sub>	31,12	-0,40	0,42
	E <sub>3</sub>	31,49		
Протеини (kg)	E <sub>1</sub>	12,98	-0,39	0,40
	E <sub>3</sub>	13,90		
Минерали (kg)	E <sub>1</sub>	4,52	-0,18	0,30
	E <sub>3</sub>	4,88		
Фазни угао (°)	E <sub>1</sub>	3,92	-0,12	0,66
	E <sub>3</sub>	3,88		

На основу резултата униваријатне анализе коваријансе телесног састава између експерименталне (Е1) и контролне (Е3) групе на финалном мерењу, утврђена је статистички значајна разлика између група на униваријатном нивоу у варијабли *масно ткиво*. Група која је упражњавала вибрациони тренинг имала је виши ниво масног ткива у односу на групу која је упражњавала комплексни тренинг.

Већ у резултатима анализе Т-теста за Е3 експерименталну групу (табела 53) уочено је благо повећање вредности резултата варијабле *масно ткиво* које није било статистички значајно, али у исто време анализом Т-теста за Е1 експерименталну групу је уочено благо смањење вредности резултата у поменутој варијабли, које такође није било статистички значајно. Очигледно је да када се такве благе флукуације резултата посматраних група, упореде мултиваријатном анализом коваријансе добије се учена статистичка значајност. Ова разлика би се могла објаснити разликама у интензитету посматраних тренажних метода, али и у могућим разликама у навикама у исхрани испитаника поменутих група.

Табела 65. Резултати униваријатне анализе коваријансе телесног састава између експерименталне (Е2) и (Е3) групе на финалном мерењу

ВАРИЈАБЛА	ФИНАЛНО			
	AS	РКАС	р	
Телесна висина (cm)	Е2	184,60	-0,55	0,51
	Е3	178,07		
Телесна маса (kg)	Е2	79,49	-0,16	0,79
	Е3	73,11		
Безмасна телесна маса (kg)	Е2	70,10	1,65	<b>0,04</b>
	Е3	63,57		
Масно ткиво (kg)	Е2	8,65	-1,06	<b>0,01</b>
	Е3	9,38		
Мишићна маса (kg)	Е2	34,51	-0,70	0,14
	Е3	31,49		
Протеини (kg)	Е2	14,66	0,64	0,15
	Е3	13,90		
Минерали (kg)	Е2	5,14	0,26	0,13
	Е3	4,88		
Фазни угао ( ° )	Е2	4,25	-0,30	0,27
	Е3	3,88		

На основу резултата униваријатне анализе коваријансе телесног састава између експерименталне (Е3) и контролне (К) групе на финалном мерењу, утврђена је статистички значајна разлика између група на униваријатном нивоу у варијаблима *безмасна телесна маса* и *масно ткиво*. Група која је упражњавала НМЕС имала је виши ниво безмасне масе и нижи ниво масног ткива у односу на групу која је упражњавала вибрациони тренинг.

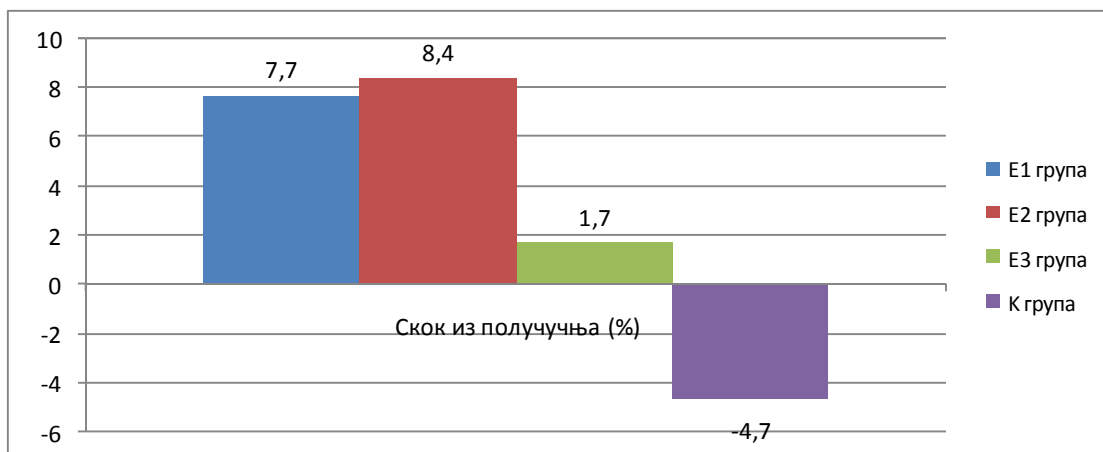
Уколико анализирамо резултате Т-теста (табеле 52 и 53) уочавамо да обе групе у варијаблима телесног састава нису имале статистички значајне промене у односу на своје иницијално стање. Међутим иако не статистички значајно код Е2 групе уочава се повећање вредности резултата у варијабли *безмасна телесна маса* док је такође без статистичке значајности у истој варијабли код Е3 групе уочен пад вредности поменуте варијабле. Исти случај се десио и са варијаблом *масно ткиво* где је у Е2 групи забележено смањење вредности масног ткива, а код Е3 групе повећање вредности масног ткива. Када се таква кретања резултата анализирају након неутрализације на иницијалном мерењу ипак се добија статистички значајна разлика у погледу ефеката поменутих експерименталних третмана. Имајући у виду претходно наведена ранија истраживања о утицају примењених метода овакве резултате једним делом би могли приписати алиментарним навикама и начином исхране испитаника унутар група, које нису биле предмет овог истраживања. Могуће је закључити да за успешност поменутих експерименталних третмана у трансформацији телесног састава пре свега је потребна калоријска рестрикција и правилна нутритивна алиментација.



## 7 Ефекти различитих метода тренинга на снагу испитаника

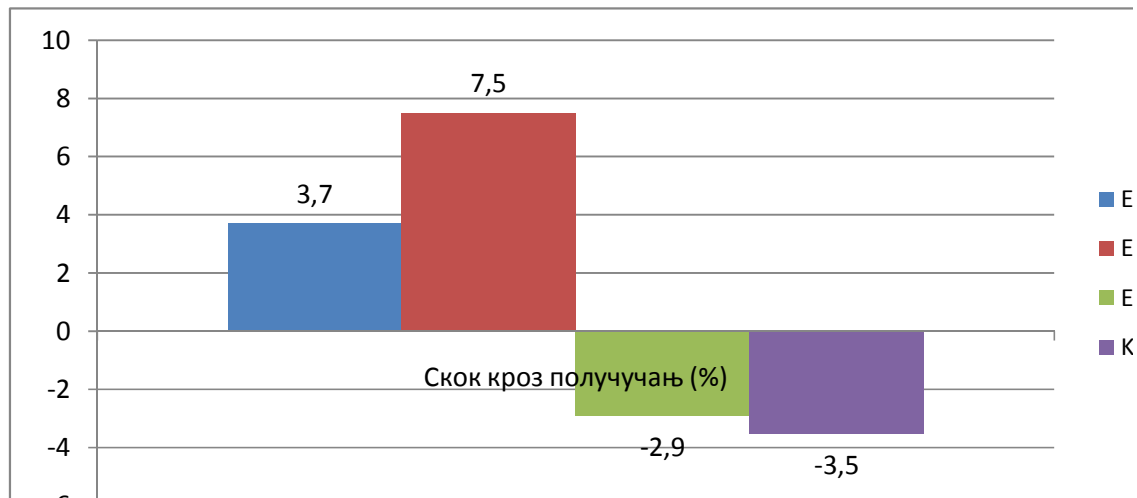
Обзиром да је у претходним поглављима описана статистичка значајност ефеката и разлика између посматраних група, у наредном поглављу биће графички представљени ефекти различитих метода снаге и њихов допринос променама у нивоу снаге, телесном саставу и антропометријским димензијама испитаника.

График 1. Ефекти експерименталног третмана изражени у процентима за варијаблу скок из получучња



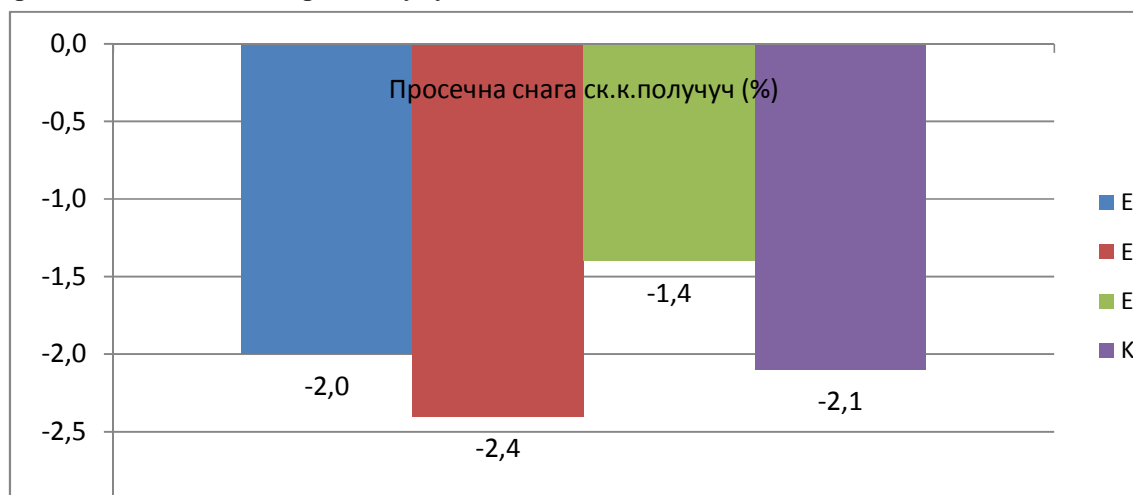
На основу резултата приказаних у ранијим поглављима, битно је нагласити да су E1 и E2 групе оствариле напредак који је статистички значајан, док код E3 групе није уочена статистичка значајност у напретку. Статистички значајне разлике у посматраним третманима су се појавиле између E1 и E3 групе, E2 и E3 групе али и између E2 и K групе. Овакви резултати нам сугеришу да је највећи допринос имала метода неуромишићне електростимулације. Одмах уз њу следи метода комплексног тренинга па тек на крају вибрациона метода.

График 2. Ефекти експерименталног третмана изражени у процентима за варијаблу скок кроз получучањ



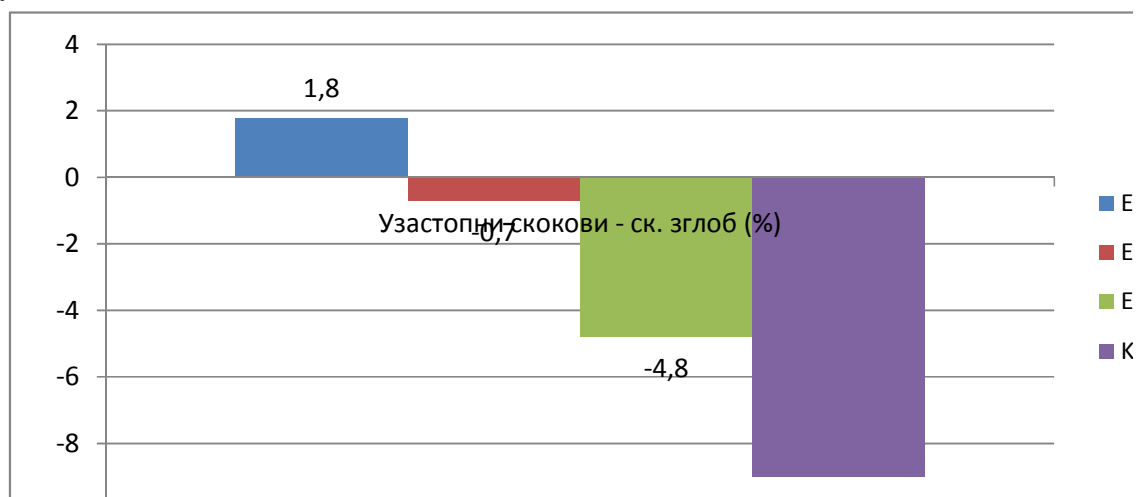
Статистичка значајност ефеката различитих метода развоја снаге је уочена код E1 и E2 групе. Обе поменуте групе (E1, E2) су имале статистички значајне разлике у посматраним третманима у односу на K групу, док је такође уочена статистички значајна разлика између E2 и E3 групе. На основу представљеног графика такође се може уочити да је неуромишићна електростимулације показала најбоље резултате, потом комплексни тренинг, док је група која је упражњавала вибрациони тренинг показала чак и тенденцију назадовања.

График 3. Ефекти експерименталног третмана изражени у процентима за варијаблу просечна снага скока кроз получучањ



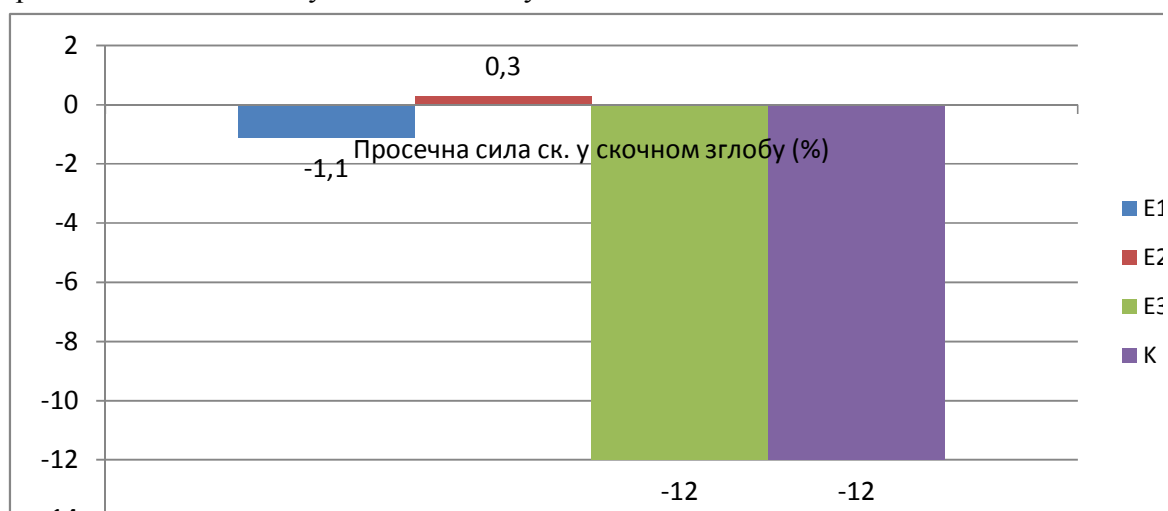
Веома је важно напоменути да посматрана варијабла није имала статистичку значајност ни по питању ефеката експерименталног третмана, али ни у разликама између самих третмана стога нећемо коментрисати приказани график.

График 4. Ефекти експерименталног третмана изражени у процентима за варијаблу узастопни скокови - скочни зглоб



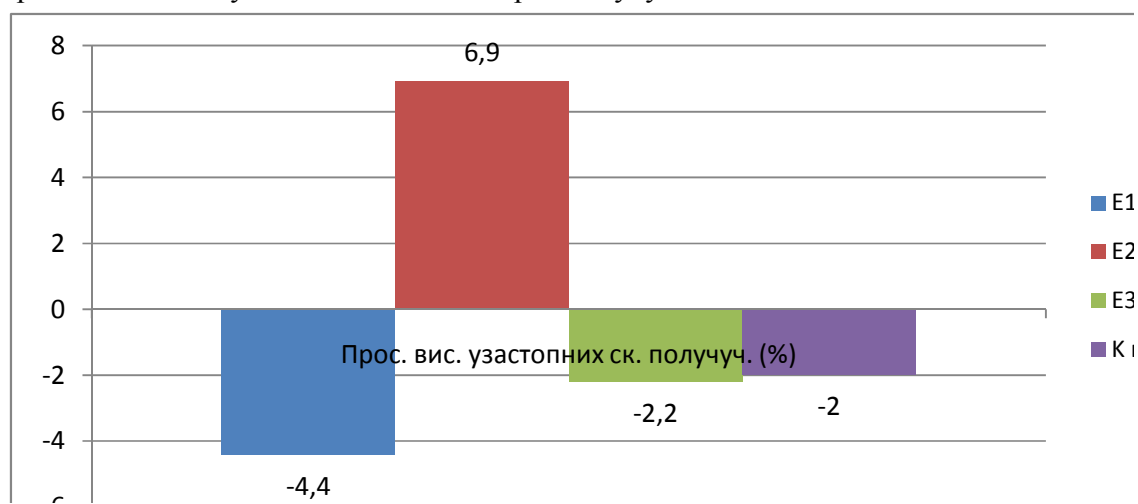
Такође ни у варијабли узастопни скокови - скочни зглоб није уочена статистичка значајност како у ефекатима експерименталног третмана, тако ни у разликама између самих експерименталних третмана.

График 5. Ефекти експерименталног третмана изражени у процентима за варијаблу просечна сила скокова у скочном зглобу



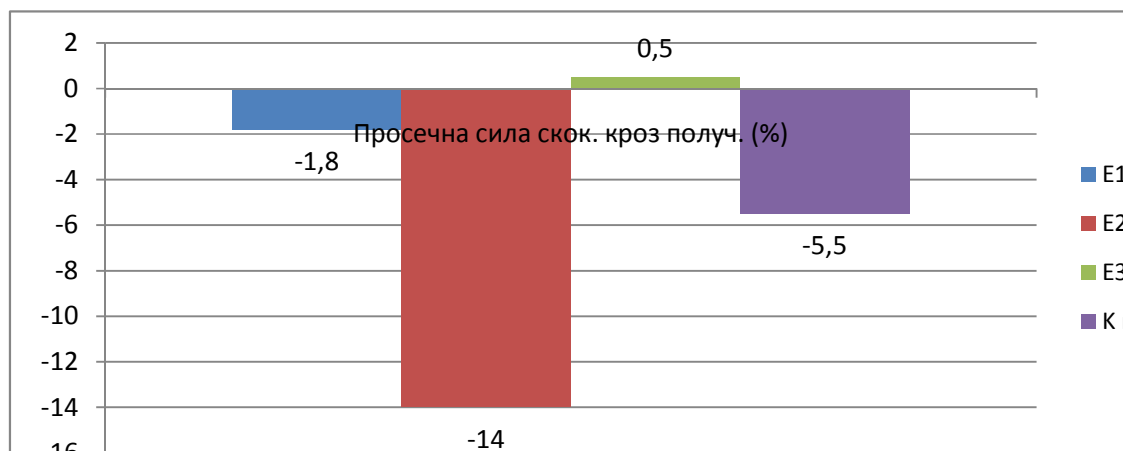
У посматраној варијабли уочен је статистички значајан пад вредности резултата код Е3 и К групе, а статистички значајна разлика се појавила између Е1 и К групе, као и између Е2 и К групе. Уочена је минимална тенденција пораста вредности резултата код Е2 групе али она није била статистички значајна.

График 6. Ефекти експерименталног третмана изражени у процентима за варијаблу просечна висина узастопних скокова кроз получучањ



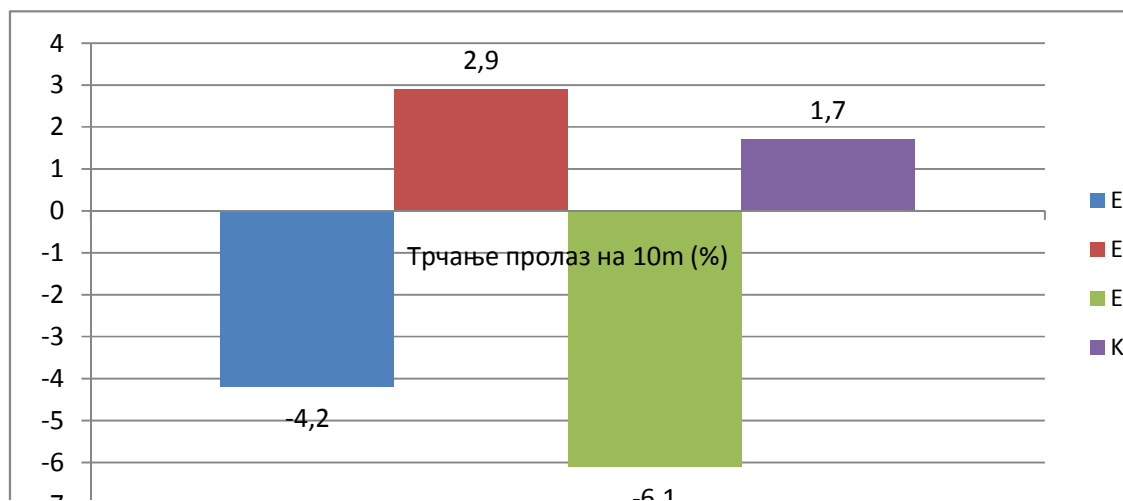
Статистички значајне ефекте у посматраној варијабли је било могуће уочити код Е2 групе, код које су уочене и статистички значајне разлике у односу на К групу. Такође је уочена статистички значајна разлика у третманима између Е1 и К групе као и између Е3 и К групе у корист К групе, на основу чега можемо тврдити да је неуромишићна електростимулација имала најбољи ефекат на варијаблу *просечна висина узастопних скокова кроз получучањ*.

График 7. Ефекти експерименталног третмана изражени у процентима за варијаблу просечна сила скокова кроз получућањ



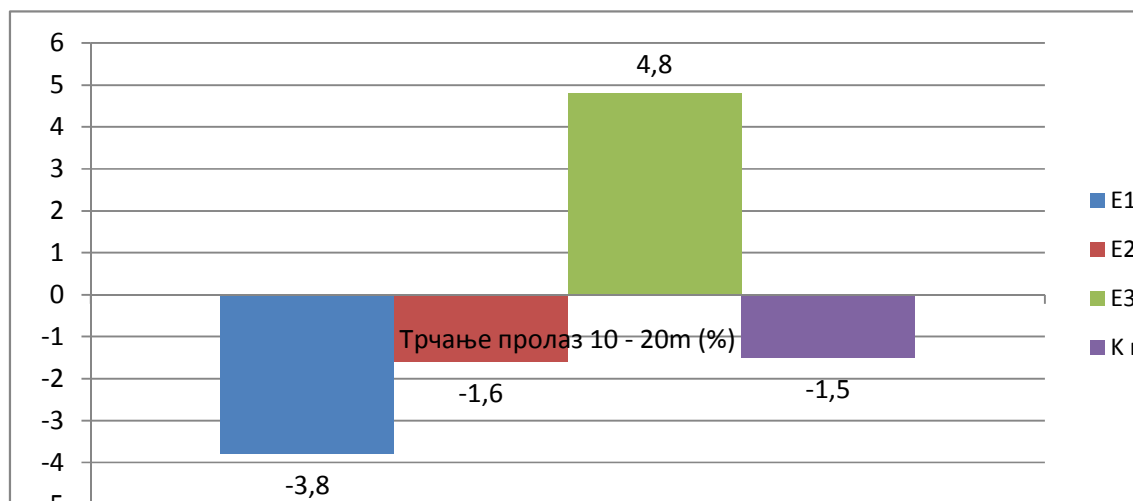
У посматраној варијабли Е2 група је имала статистички значајан пад вредности резултата које се одразило и у статистичкој значајности разлике посматраних експерименталних третмана у односу на Е3 и К групу.

График 8. Ефекти експерименталног третмана изражени у процентима за варијаблу трчање пролаз на 10 m



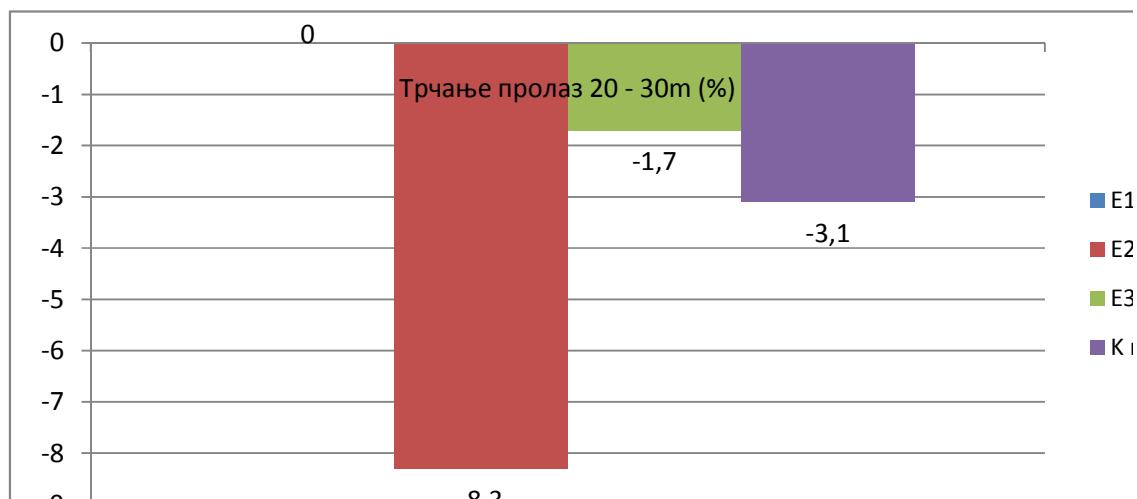
Обзиром на инверзну метрику посматране варијабле трчање пролаз на 10 m, уочава се статистички значајан ефекат методе које су упражњавала Е1 и Е3 група. Односно најбољи ефекат на фазу почетног – стартног убрзања је имала вибрациона метода, а приближно сличне ефекте и метода комплексног тренинга.

График 9. Ефекти експерименталног третмана изражени у процентима за варијаблу трчање пролаз 10 - 20 m



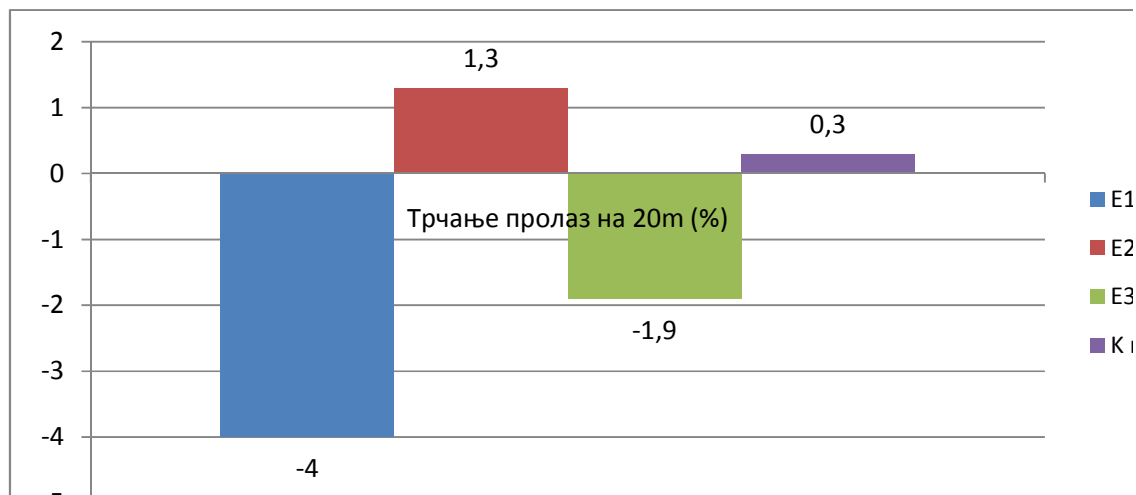
У посматраној варијабли уочена је статистички значајна разлика између E1 и E3 групе где је у фази међу убрзања најбоље ефекте имала група која је упражњавала комплексни тренинг, затим група која је упражњавала неуромишићну електростимулацију, а група која је користила вибрациону методу је приказала погоршање вредности резултата трчања.

График 10. Ефекти експерименталног третмана изражени у процентима за варијаблу трчање пролаз 20 - 30 m



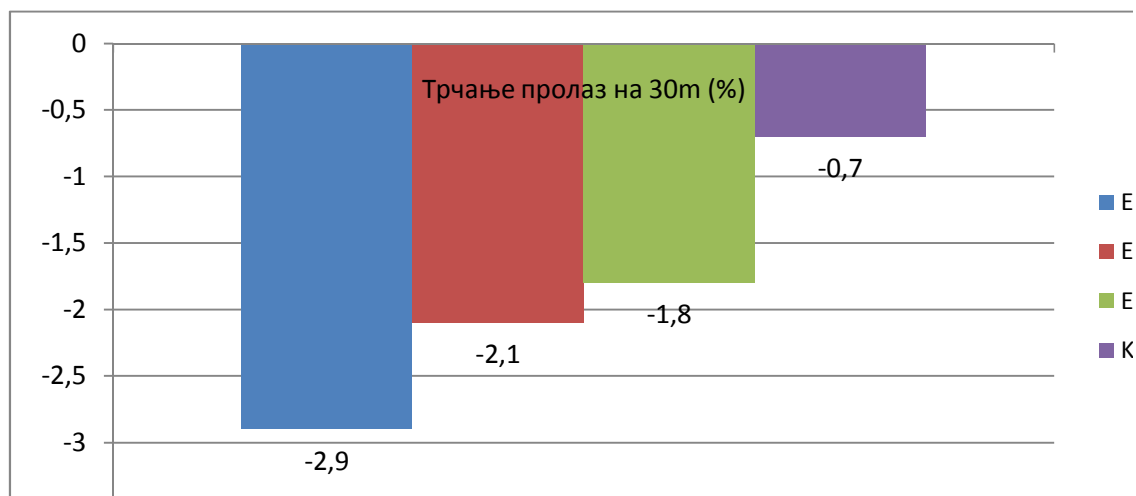
У фази постизања максималне брзине најбоље ефекте је имала група која је упражњавала неуромишићну електростимулацију, али статистички значајност се појавила код E3 групе која је упражњавала вибрациони тренинг. Код E1 групе резултати су остали непромењени.

График 11. Ефекти експерименталног третмана изражени у процентима за варијаблу трчање пролаз на 20 m



У варијабли трчање пролаз на 20 m, статистички значајне позитивне ефекте уочавамо код E1 групе, која је имала и статистички значајно боље резултате у посматраној варијабли у односу на K групу. График нам јасно говори да је у фази стартног и међуубрзања најбоље ефекте имала група која је упражњавала комплексни тренинг, затим вибрациони тренинг, а тек на послетку група која је упражњавала неуромишићну електростимулацију.

График 12. Ефекти експерименталног третмана изражени у процентима за варијаблу трчање пролаз на 30 m



Генерално гледано у брзини трчања на 30 m најбоље ефекте је приказала Е1 група која је упражњавала комплексни тренинг. Е1 група је позитивне промене у резултатима је у највећој мери остварила на рачун стартног убрзања које је касније успешно одржавано у свим фазама трчања на 30 m. За њом следи Е2 група која је насупротив Е1 групи свој напредак остварила на рачун фазе постизања максималне брзине, и донекле у фази међуубрзања, док је у првој фази стартног убрзања показала чак и негативне ефекте. Последње рангирана по успешности у трчању на 30 m је Е3 група која је упражњавала вибрациони тренинг. Е3 група је статистичку значајност успешности у трчању на 30 m дугује добром стартном убрзању, док се у фазама међуубрзања и постизања максималне брзине уочава тенденција смањења брзине трчања.



## 8 Закључак

У претходним поглављима овог рада изнети су резултати, спроведеног истраживања, ефеката различитих метода за развој експлозивне снаге и њиховог утицаја на антрополошки статус мушкараца у касној адолесценцији. У складу са циљевима и задацима истраживања, уз проверу постављених хипотеза могу се извући следећи закључци:

1. На основу спроведене анализе може се закључити да је прва хипотеза овог истраживања је само делимично потврђена, односно уочено је постојање разлика у моторичким способностима, између субузорака на иницијалном мерењу.
2. Резултати овог истраживања потврђују другу хипотезу да ће примена комплексног тренинга изазвати појаву разлика у нивоу снаге испитаника посматраног субузорка.
3. У варијаблима за процену морфолошких карактеристика није дошло до промена и стога се може прихватити трећа хипотеза која гласи да комплексни тренинг неће изазвати појаву разлика у морфолошким карактеристикама испитаника посматраног субузорка.
4. У потпуности се може одбацити четврта хипотеза која гласи да ће примена комплексног тренинга изазвати појаву разлика у телесном саставу испитаника посматраног субузорка.
5. На основу поменутих резултата, може се прихватити пета хипотеза да ће примена НМЕС изазвати појаву разлика у нивоу снаге испитаника посматраног субузорка.
6. Као што је и очекивано у варијаблима за процену морфолошких карактеристика није дошло до промена и стога се може прихватити шеста хипотеза која гласи да НМЕС неће изазвати појаву разлика у морфолошким карактеристикама испитаника посматраног субузорка.
7. На основу изнетих чињеница седма хипотеза која гласи да ће примена НМЕС изазвати појаву разлика у телесном саставу испитаника посматраног субузорка није прихваћена.

8. Обзиром да уочавамо умерене ефекте експерименталног третмана делимично можемо прихватити осму хипотезу да ће примена неуромишићне електростимулације изазвати појаву разлика у нивоу снаге испитаника посматраног субузорка.
9. У варијаблама за процену морфолошких карактеристика, према очекивањима, није дошло до промена и стога се може прихватити девета хипотеза која гласи да вибрациони тренинг неће изазвати појаву разлика у морфолошким карактеристикама испитаника посматраног субузорка.
10. На основу резултата овог истраживања може закључити да вибрациони тренинг извођен на овај начин без адекватно дизајнираног нутритивног плана није довољан за остварење статистички значајних промена у погледу телесног састава стога се одбацује десета хипотеза.
11. Једанаеста хипотеза која претпоставља се да постоје разлике у моторичким способностима, морфолошким карактеристикама и телесном саставу између субузорака на финалном мерењу се може делимично прихватити.

## 9 Значај истраживања

Примена адекватних метода, оптимално дозирање обима и интензитета у тренингу развоја снаге је од кључног значаја за ефикасно постизање максималних резултата. Увођење нових метода развоја снаге у тренажну праксу, које у себи обједињавају ефикасност али и безбедност њихове примене, доводи до подизања квалитета тренажног процеса, као и до подизања квалитета свакодневног живота спортисте – вежбача који их упражњава. Познавање научних аспеката (физиолошких, биомеханичких, анатомских и др. принципа) на којима почивају одређене методе развоја снаге је од изузетне важности јер само тако се може и предвидети евентуални крајњи резултат њихове примене.

На основу приказаних резултата може се увидети велики потенцијал примене неуромишићне електростимулације у тренингу снаге који је у многим варијаблама имао приближно сличне ефекте са већ доказаним ефектима примене комплексног тренинга у развоју снаге. Са друге стране примена вибрационог тренинга мора се спроводити у веома контролисаним условима обзиром на уочену тенденцију погоршања вредности одређених параметара експлозивне снаге.

Унутар комплексног тренинга било би пожељно имплементирати и друга два истраживана метода развоја експлозивне снаге. Препорука аутора за примену поменутих метода у развоју снаге би била следећа:

- Вибрациони тренинг би се могао користити у уводно припремном делу тренинга као средство потенцијације са обраћањем посебне пажње на број вибрационих стимулуса обзиром да постоје индиције да више од 3500-4000 стимулуса негативно делују на ЦНС односно на даљу манифестацију експлозивне снаге. Такође би се вибрациони метод могао инкорпорирати у сам комплексни пар – односно плиометријске вежбе би се изводиле на вибрационој платформи али у смањеном обиму како се не би премашила поменута горња граница вибрационих стимулуса.
- Неуромишићна електростимулација би могла да се изводи након модификованог комплексно-вибрационог дела тренинга, никако пре, обзиром да је оптерећење локомоторног апарата за време примене НМЕС-а минимално, али је оптерећење на ЦНС дијаметрално супротне размере.

- Број серија унутар комплексног пара у модификованом комплексном тренингу би се смањило, са 3 на 1 до 2 серије, што би омогућило већу слободу варијације броја самих комплекса унутар једног тренинга (увести више специфичних комплекса у складу са потребама вежбача).

Овакав приступ би нам омогућио да извучемо најбоље из поменутих метода, узевши у обзир позитивне ефекте поменутих метода на вертикалну скочност, док са друге стране би се приликом развоја брзине трчања покриле све фазе нпр. трчања на 30 m, обзиром да позитивне ефекте комплексног и вибрационог метода на развој почетног – стартног убрзања, а са друге стране би се могао искористити потенцијал НМЕС-а за развој постизања максималне брзине.

Бенефит се такође огледа у редукцији оптерећења локомоторног апарата уз истовремено повећано ангажовање структура потребних за испољавање експлозивне снаге, приликом тренажног процеса, што представљала добро полазиште у хуманизацији (врхунског) спорта уопште.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Adams, K., O'Shea, J. P., O'Shea, K.L. and Climstein, M. (1992). The effect of six weeks of squat, plyometric and squat-plyometric training on power production. *Journal of Applied Sports Science Research* 6(1), 36-41.
2. Albasini, A., Krause, M., & Rembitzki, I. (2010). Using whole body vibration in physical therapy and sport. *Clinical practise and treatment exercises. London: Churchill Livingstone Elsevier.*
3. Alentorn-Geli, E., Padilla, J., Moras, G., Haro, C. L., & Fernández-Solà, J. (2008). Six weeks of whole-body vibration exercise improves pain and fatigue in women with fibromyalgia. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 14(8), 975-981.
4. Alves, J. M. V. M., Rebelo, A. N., Abrantes, C., & Sampaio, J. (2010). Short-term effects of complex and contrast training in soccer players' vertical jump, sprint, and agility abilities. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(4), 936-941.
5. Bala, G. i Krneta, Ž. (2007). Osnove SPSS, verzija 10.0 (statistička obrada podataka) Novi Sad: Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja.
6. Beijer, Å., Rosenberger, A., Weber, T., Zange, J., May, F., Schoenau, E., ... & Rittweger, J. (2013). Randomized controlled study on resistive vibration exercise (EVE Study): protocol, implementation and feasibility. *J Musculoskelet Neuronal Interact*, 13(2), 147-156.
7. Bellemare, F., Woods, J. J., Johansson, R., & Bigland-Ritchie, B. (1983). Motor-unit discharge rates in maximal voluntary contractions of three human muscles. *Journal of neurophysiology*, 50(6), 1380-1392.
8. Billot, M., Martin, A., Paizis, C., Cometti, C., & Babault, N. (2010). Effects of an electrostimulation training program on strength, jumping, and kicking capacities in soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(5), 1407-1413.
9. Bioelectrical impedance analysis in body composition measurement: National Institutes of Health Technology Assessment Conference Statement. *Am J Clin Nutr* 1996;64(3 Suppl):524S-32S.
10. Bishop, B. (1974). Neurophysiology of motor responses evoked by vibratory stimulation. *Physical Therapy*, 54(12), 1273-1284.

11. Bobbert, M. F., & Van Soest, A. J. (1994). Effects of muscle strengthening on vertical jump height: a simulation study. *Medicine and science in sports and exercise*, 26(8), 1012-1020.
12. Bobbert, M. F., Gerritsen, K. G., Litjens, M. C., & Van Soest, A. J. (1996). Why is countermovement jump height greater than squat jump height?. *Medicine and science in sports and exercise*, 28, 1402-1412.
13. Bondarchuk, A. (2010). *Transfer of Training in Sports II*. Ultimate Athlete Concepts.
14. Bosco, C., Colli, R., Introini, E., Cardinale M., Iacovelli M., Tihanyi J., von Duvillard S.P., Viru A. (1998). The influence of whole body vibration on the mechanical behavior of skeletal muscle. *Biology of Sport*, Vol. 15, No. 3, 157-164.
15. Bosco, C., Colli, R., Introini, E., Cardinale, M., Tsarpela, O., Madella, A., ... & Viru, A. (1999a). Adaptive responses of human skeletal muscle to vibration exposure. *CLINICAL PHYSIOLOGY-OXFORD-*, 19, 183-187.
16. Bosco, C., Cardinale, M., & Tsarpela, O. (1999b). Influence of vibration on mechanical power and electromyogram activity in human arm flexor muscles. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 79(4), 306-311.
17. Bosco C., Colli, R., Introini, E., Cardinale M., Iacovelli M., Tihaniy, J., von Duvillard S.P., Viru A. ( 1999). Adaptive responses of human skeletal muscle to vibration exposure. *Clinical Physiology*. 19 (2): 183-187.
18. Bosco, C., Iacovelli, M., Tsarpela, O., Cardinale, M., Bonifazi, M., Tihanyi, J., ... & Viru, A. (2000). Hormonal responses to whole-body vibration in men. *European journal of applied physiology*, 81(6), 449-454.
19. Bompa, T. (1999). Periodization Training For Sports. *Human kinetics. ch Champaign Il USA*.
20. Bovenzi, M., & Hulshof, C. T. J. (1999). An updated review of epidemiologic studies on the relationship between exposure to whole-body vibration and low back pain (1986–1997). *International archives of occupational and environmental health*, 72(6), 351-365.
21. Brandenburg, J. P. (2005). The acute effects of prior dynamic resistance exercise using different loads on subsequent upper-body explosive performance in resistance-trained men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(2), 427-432.
22. Brocherie, F., Babault, N. I. C. O. L. A. S., Cometti, G., Maffiuletti, N. I. C. O. L. A., & Chatard, J. C. (2005). Electrostimulation training effects on the physical performance of ice hockey players. *Med Sci Sports Exerc*, 37(3), 455-60.

23. Buhlmann, F., Lampo, P. Y., Rigaux, P., Muller, P. Y., Truffer, D., & Schönenberger, K. (2009). *U.S. Patent No. 7,499,746*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
24. Burke, D. A. V. I. D., & Schiller, H. H. (1976). Discharge pattern of single motor units in the tonic vibration reflex of human triceps surae. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 39(8), 729-741.
25. Cardinale, M., & Bosco, C. (2003). The use of vibration as an exercise intervention. *Exercise and sport sciences reviews*, 31(1), 3-7.
26. Cardinale, M., & Lim, J. (2003). Electromyography activity of vastus lateralis muscle during whole-body vibrations of different frequencies. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(3), 621-624.
27. Cheng, C. F., Cheng, K. H., Lee, Y. M., Huang, H. W., Kuo, Y. H., & Lee, H. J. (2012). Improvement in running economy after 8 weeks of whole-body vibration training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(12), 3349-3357.
28. Cherif, M., Said, M., Nejlaoui, O., Gomri, D., & Abdallah, A. (2012). The Effect of a Combined High-Intensity Plyometric and Speed Training Program on the Running and Jumping Ability of Male Handball Players. *Asian Journal of Sports Medicine*, 3(1), 21-28.
29. Chu, D.A. (1998) *Jumping into plyometrics*. 2nd ed. Human Kinetics, Champaign, Ill.
30. Carpentier, A., Duchateau, J., & Hainaut, K. (2001). Motor unit behaviour and contractile changes during fatigue in the human first dorsal interosseus. *The Journal of physiology*, 534(3), 903-912.
31. Cochrane, D. J. (2011). The potential neural mechanisms of acute indirect vibration. *Journal of sports science and medicine*, 10, 19-30.
32. Collins, D. F. (2007). Central contributions to contractions evoked by tetanic neuromuscular electrical stimulation. *Exercise and sport sciences reviews*, 35(3), 102-109.
33. Da Silva, M. E., Nunez, V. M., Vaamonde, D., Fernandez, J. M., Poblador, M. S., Garcia-Manso, J. M., & Lancho, J. L. (2006). Effects of different frequencies of whole body vibration on muscular performance. *Biology of Sport*, 23(3), 267.
34. Delecluse, C., Van Coppenolle, H. E. R. M. A. N., Willems, E. U. S. T. A. C. H. E., Van Leemputte, M., Diels, R., & Goris, M. A. R. I. N. A. (1995). Influence of high-resistance and high-velocity training on sprint performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 27(8), 1203-1209.

35. Delecluse, C., Roelants, M. A. C. H. T. E. L. D., & Verschueren, S. (2003). Strength increase after whole-body vibration compared with resistance training. *Medicine and science in sports and exercise*, 35(6), 1033-1041.
36. Delecluse, C., Roelants, M., Diels, R., Koninckx, E., & Verschueren, S. (2005). Effects of whole body vibration training on muscle strength and sprint performance in sprint-trained athletes. *International journal of sports medicine*, 26(8), 662-668.
37. Deley, G., Cometti, C., Fatnassi, A., Paizis, C., & Babault, N. (2011). Effects of combined electromyostimulation and gymnastics training in prepubertal girls. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(2), 520.
38. Depictions. R. (2011). The Shocking Catfish of the Nile. *The Shocking History of Electric Fishes: From Ancient Epochs to the Birth of Modern Neurophysiology*, 19.
39. De Ruyter, C., Van Der Linden, R., Van der Zijden, M., Hollander, A., & De Haan, A. (2003a). Short-term effects of whole-body vibration on maximal voluntary isometric knee extensor force and rate of force rise. *European journal of applied physiology*, 88(4), 472-475.
40. De Ruyter, C. J., Van Raak, S. M., Schilperoort, J.V., Hollander, A. P., de Haan, A. (2003b). 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.
41. Dictionary. (n.d.). *Compex - Your intelligent training partner*. Retrieved January 28, 2013, from [http://www.compex.info/en\\_EU/Dictionary.html](http://www.compex.info/en_EU/Dictionary.html).
42. Drugă, C., Barbu, D., & Lache, S. VIBRATION AND THE HUMAN BODY. *Annals of the Ordea University*. Fascicle of Management and Technological Engineering, Volume VI (XVI), 168-173.
43. Duthie, G. M., Young, W. B., & Aitken, D. A. (2002). The acute effects of heavy loads on jump squat performance: An evaluation of the complex and contrast methods of power development. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16(4), 530-538.
44. Earles, D. R., Dierking, J. T., Robertson, C. T., & Koceja, D. M. (2002). Pre-and post-synaptic control of motoneuron excitability in athletes. *Medicine and science in sports and exercise*, 34(11), 1766-1772.
45. Eklund, G., & Hagbarth, K. E. (1966). Normal variability of tonic vibration reflexes in man. *Experimental neurology*, 16(1), 80-92.



46. Electrode Placement. (n.d.). *TENS, TENS Unit, Muscle Stimulators, Ultrasound Therapy, Biofreeze / Medical Products Online*. Retrieved February 19, 2013, from <http://www.medicalproductsonline.org/compex-electrode-placement.html>.
47. Elmantaser, M., McMillan, M., Smith, K., Khanna, S., Chantler, D., Panarelli, M., & Ahmed, S. F. (2012). A comparison of the effect of two types of vibration exercise on the endocrine and musculoskeletal system. *J Musculoskelet Neuronal Interact*, *12*(3), 144-154.
48. Enoka, R. M. (2002). Activation order of motor axons in electrically evoked contractions. *Muscle & nerve*, *25*(6), 763-764.
49. Enoka, R. M. (2008). *Neuromechanics of human movement*. Human Kinetics Publishers.
50. Evans, A. K., Hodgkins, T. D., Durham, M. P., Berning, J. M., & Adams, K. J. (2000). The acute effects of a 5RM bench press on power output. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, *32*(5), S311.
51. Filipovic, A., Kleinöder, H., Dörmann, U., & Mester, J. (2011). Electromyostimulation—a systematic review of the influence of training regimens and stimulation parameters on effectiveness in electromyostimulation training of selected strength parameters. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *25*(11), 3218-3238.
52. Fishlock, D. (2001). Doctor volts [electrotherapy]. *IEE Review*, *47*(3), 23-28.
53. Fjeldstad, C., Palmer, I. J., Bembem, M. G., & Bembem, D. A. (2009). Whole-body vibration augments resistance training effects on body composition in postmenopausal women. *Maturitas*, *63*(1), 79-83.
54. Francis, C., & Patterson, P. (1992). *The Charlie Francis Training System*. TBLI Publications.
55. French, D. N., Kraemer, W. J., & Cooke, C. B. (2003). Changes in dynamic exercise performance following a sequence of preconditioning isometric muscle actions. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *17*(4), 678-685.
56. Fundamentals Level I - Online Learning\_FINAL FH. (n.d.). *Power Plate - Vibration Plate Training & Exercise - Gym Equipment*. Retrieved November 10, 2012, from <http://www.powerplate.com/resources/vid/academy/level1/player.html>.
57. Giunta, M., Cardinale, M., Agosti, F., Patrizi, A., Compri, E., Rigamonti, A. E., & Sartorio, A. (2012). Growth Hormone-Releasing Effects of Whole Body Vibration Alone or Combined with Squatting plus External Load in Severely Obese Female Subjects. *Obesity Facts*, *5*(4), 567-574.

58. González-Agüero, A., Matute-Llorente, Á., Gómez-Cabello, A., Casajús, J. A., & Vicente-Rodríguez, G. (2013). Effects of whole body vibration training on body composition in adolescents with Down syndrome. *Research in developmental disabilities, 34*(5), 1426-1433.
59. Paradisis, G., & Zacharogiannis, E. (2007). Effects of whole-body vibration training on sprint running kinematics and explosive strength performance. *Journal of sports science & medicine, 6*(1), 44.
60. Gondin, J., Cozzone, P. J., & Bendahan, D. (2011). Is high-frequency neuromuscular electrical stimulation a suitable tool for muscle performance improvement in both healthy humans and athletes?. *European journal of applied physiology, 111*(10), 2473-2487.
61. Gorgey, A. S., & Shepherd, C. (2010). Skeletal muscle hypertrophy and decreased intramuscular fat after unilateral resistance training in spinal cord injury: case report. *The Journal of Spinal Cord Medicine, 33*(1), 90.
62. Gossen, E. R., & Sale, D. G. (2000). Effect of postactivation potentiation on dynamic knee extension performance. *European Journal of Applied Physiology, 83*(6), 524-530.
63. Gouvêa, A. L., Fernandes, I. A., César, E. P., Silva, W. A. B., & Gomes, P. S. C. (2012). The effects of rest intervals on jumping performance: A meta-analysis on post-activation potentiation studies. *Journal of Sports Sciences, (ahead-of-print)*, 1-9.
64. Gregory, C. M., & Bickel, C. S. (2005). Recruitment patterns in human skeletal muscle during electrical stimulation. *Physical therapy, 85*(4), 358-364.
65. Gusi, N., Parraca, J. A., Olivares, P. R., Leal, A., & Adsuar, J. C. (2010). Tilt vibratory exercise and the dynamic balance in fibromyalgia: A randomized controlled trial. *Arthritis care & research, 62*(8), 1072-1078.
66. Haas, C. T., Turbanski, S., Kessler, K., & Schmidtbleicher, D. (2006). The effects of random whole-body-vibration on motor symptoms in Parkinson's disease. *NeuroRehabilitation, 21*(1), 29-36.
67. Hamada, T., Sale, D. G., MacDougall, J. D., & Tarnopolsky, M. A. (2000). Postactivation potentiation, fiber type, and twitch contraction time in human knee extensor muscles. *Journal of Applied Physiology, 88*(6), 2131-2137.
68. Henneman, E., Somjen, G., & Carpenter, D. O. (1965). Excitability and inhibibility of motoneurons of different sizes. *Journal of Neurophysiology, 28*(3), 599-620.
69. Herterich, J., & Schnauber, H. (1992). The effects of vertical mechanical vibration on standing man. *Journal of low frequency noise & vibration, 11*(2), 52-61.

70. Herrero, J. A., Izquierdo, M., Maffiuletti, N. A., García-López, J. (2006). Electromyostimulation and plyometric training effects on jumping and sprint time. *studies*, 18, 29.
71. Herrero, A. J., Martín, J., Martín, T., Abadía, O., Fernández, B., & García-López, D. (2010). Short-term effect of plyometrics and strength training with and without superimposed electrical stimulation on muscle strength and anaerobic performance: A randomized controlled trial. Part II. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(6), 1616-1622.
72. Heyward, V. H (2006). *Advanced fitness assessment and exercise prescription*. Champaign, IL: Human Kinetics.
73. Hodgson, M., Docherty, D., & Robbins, D. (2005). Post-activation potentiation: underlying physiology and implications for motor performance. *Sports Medicine*, 35(7), 585-595.
74. Hortobágyi, T., & Maffiuletti, N. A. (2011). Neural adaptations to electrical stimulation strength training. *European journal of applied physiology*, 111(10), 2439-2449.
75. Hortobágyi, T., Rider, P., & DeVita, P. (2014). Effects of real and sham whole-body mechanical vibration on spinal excitability at rest and during muscle contraction. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. Hsu, M. J., Wei, S. H., & Chang, Y. J. (2011).
76. Hsu, M. J., Wei, S. H., & Chang, Y. J. (2011). Effect of Neuromuscular Electrical Muscle Stimulation on Energy Expenditure in Healthy Adults. *Sensors*, 11(2), 1932-1942.
77. Ingber, D. E. (2003). Tensegrity I. Cell structure and hierarchical systems biology. *Journal of Cell Science*, 116(7), 1157-1173.
78. Ingber, D. E. (2008). Tensegrity and mechanotransduction. *Journal of bodywork and movement therapies*, 12(3), 198-200.
79. Ingle, L., Sleaf, M., & Tolfrey, K. (2006). The effect of a complex training and detraining programme on selected strength and power variables in early pubertal boys. *Journal of sports Sciences*, 24(9), 987-997.
80. Irnich, W. (2003). Georges Weiss' fundamental law of electrostimulation is 100 years old. *Pacing and clinical electrophysiology*, 25(2), 245-248.
81. Issurin VB, Liebermann DG, Tenenbaum G (1994). Effect of vibratory stimulation training on maximal force and flexibility. *Journal of Sports Sciences* 12:561–566.
82. Jensen, R. L., & Ebben, W. P. (2003). Kinetic analysis of complex training rest interval effect on vertical jump performance. *Journal of strength and conditioning research/National Strength & Conditioning Association*, 17(2), 345.

83. Kandel, E. R., Schwartz, J. H., & Jessell, T. M. (Eds.). (2000). *Principles of neural science* (Vol. 4, pp. 1227-1246). New York: McGraw-Hill.
84. Keller, B. A., & Katch, F. I. (1998). Transcutaneous electrical muscle stimulation does not alter regional arm adiposity and muscularity. *American journal of human biology*, *10*(3), 317-326.
85. Kimberley, T., Lewis, S., Auerbach, E., Dorsey, L., Lojovich, J., & Carey, J. (2004). Electrical stimulation driving functional improvements and cortical changes in subjects with stroke. *Experimental Brain Research*, *154*(4), 450-460.
86. Kipp, K., Johnson, S. T., Doeringer, J. R., & Hoffman, M. A. (2011). Spinal reflex excitability and homosynaptic depression after a bout of whole-body vibration. *Muscle & nerve*, *43*(2), 259-262.
87. Komi, P. V. (1984). Physiological and biomechanical correlates of muscle function: effects of muscle structure and stretch-shortening cycle on force and speed. *Exercise and sport sciences reviews*, *12*(1), 81-122.
88. Kotzamanidis, C., Chatzopoulos, D. I. M. I. T. R. I. S., Michailidis, C., Papaiakevou, G., & Patikas, D. I. M. I. T. R. I. S. (2005). The effect of a combined high-intensity strength and speed training program on the running and jumping ability of soccer players. *J Strength Cond Res*, *19*(2), 369-375.
89. Kotzamanidis, C. (2006). Effect of plyometric training on running performance and vertical jumping in prepubertal boys. *Journal of Strength and Conditioning research*, *20* (2), 441- 445.
90. Kunnumpurath, S., Srinivasagopalan, R., & Vadivelu, N. (2009). Spinal cord stimulation: principles of past, present and future practice: a review. *Journal of clinical monitoring and computing*, *23*(5), 333-339.
91. Lagerquist, O., & Collins, D. F. (2010). Influence of stimulus pulse width on M-waves, H-reflexes, and torque during tetanic low-intensity neuromuscular stimulation. *Muscle & nerve*, *42*(6), 886-893.
92. Latash, M. L. (1998). *Neurophysiological Basis of Movement* Champaign, Illinois, *Human Kinetics*.
93. Lorenz, D. (2011). Postactivation potentiation: An introduction. *International journal of sports physical therapy*, *6*(3), 234.

94. Nasarov V, Spivak G (1985). Development of athlete's strength abilities by means of biomechanical stimulation method. *Theory and Practice of Physical Culture (Moscow)* 12:37–39.
95. MacDonald, C. J., Lamont, H. S., & Garner, J. C. (2012). A Comparison of the Effects of 6 Weeks of Traditional Resistance Training, Plyometric Training, and Complex Training on Measures of Strength and Anthropometrics. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(2), 422.
96. MacDonald, C. J., Lamont, H. S., Garner, J. C., & Jackson, K. (2013). A comparison of the effects of six weeks of traditional resistance training, plyometric training, and complex training on measures of power. *Journal of Trainology*, 2, 13-18.
97. Madić, D., Obradović, J., Pantović, M. (2012). Acute Effects of whole body vibration on flexibility performance. *4th International scientific conference Contemporary kinesiology*. Split. Str. 81-86 ISSN 1847-0149
98. Maffiuletti, N. A., Bramanti, J., Jubeau, M., Bizzini, M., Deley, G., & Cometti, G. (2009). Feasibility and efficacy of progressive electrostimulation strength training for competitive tennis players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(2), 677-682.
99. Maffiuletti, N. A. (2010). Physiological and methodological considerations for the use of neuromuscular electrical stimulation. *European journal of applied physiology*, 110(2), 223-234.
100. Maggioni, M. A., Cè, E., Giordano, G., Bertoli, S., Battezzati, A., Veicsteinas, A., & Merati, G. (2012). Effects on body composition of different short-term rehabilitation programs in long-stay hospitalized elderly women. *Aging clinical and experimental research*, 24(6), 619-626.
101. Malatesta, D. A. V. I. D. E., Cattaneo, F. A. B. I. O., Dugnani, S. E. R. G. I. O., & Maffiuletti, N. A. (2003). Effects of electromyostimulation training and volleyball practice on jumping ability. *Journal of strength and conditioning research*, 17(3), 573-579.
102. Mally, J., & Stone, T. W. (1999). Therapeutic and “dose-dependent” effect of repetitive microelectroshock induced by transcranial magnetic stimulation in Parkinson's disease. *Journal of neuroscience research*, 57(6), 935-940.
103. Martínez-López, E. J., Benito-Martínez, E., Hita-Contreras, F., Lara-Sánchez, A., & Martínez-Amat, A. (2012). Effects of electrostimulation and plyometric training program combination on jump height in teenage athletes. *Journal of sports science & medicine*, 11(4), 727.

104. Martínez-Pardo, E., Romero-Arenas, S., Martínez-Ruiz, E., Rubio-Arias, J. A., & Alcaraz, P. E. (2014). Effect of a whole-body vibration (WBV) training modifying the training frequency of workouts per week in active adults. *Journal of strength and conditioning research/National Strength & Conditioning Association*.
105. Mihalik, J. P., Libby, J. J., Battaglini, C. L., & McMurray, R. G. (2008). Comparing short-term complex and compound training programs on vertical jump height and power output. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(1), 47-53.
106. Mileva, K. N., Bowtell, J. L., & Kossev, A. R. (2009). Effects of low-frequency whole-body vibration on motor-evoked potentials in healthy men. *Experimental Physiology*, 94(1), 103-116.
107. Miyamoto, N., Kanehisa, H., Fukunaga, T., & Kawakami, Y. (2011). Effect of postactivation potentiation on the maximal voluntary isokinetic concentric torque in humans. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(1), 186.
108. Miyamoto, N., Fukutani, A., Yanai, T., & Kawakami, Y. (2012). Twitch potentiation after voluntary contraction and neuromuscular electrical stimulation at various frequencies in human quadriceps femoris. *Muscle & nerve*, 45(1), 110-115.
109. Momirović, K., Hošek, A., Prot, F. i Bosnar, K. (2003). O morfološkim tipovima mladih odraslih muškaraca. *Glasnik Antropološkog društva Jugoslavije*, 38, 29-45.
110. Moore, R. L., & Stull, J. T. (1984). Myosin light chain phosphorylation in fast and slow skeletal muscles in situ. *American Journal of Physiology-Cell Physiology*, 247(5), C462-C471.
111. Nelson, J., & Terbizan, D. (2006). The Effect of Complex Training in the Strength Phase: College Football Players: 1613: Board# 252 11: 30 AM-12: 30 AM. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 38(5), S244.
112. Nigg, B. M. (1997). Impact forces in running. *Current Opinion in Orthopaedics*, 8(6), 43-47.
113. Nigg, B. M., & Wakeling, J. M. (2001). Impact forces and muscle tuning: a new paradigm. *Exercise and sport sciences reviews*, 29(1), 37-41.
114. Nishihira, Y., Iwasaki, T., Hatta, A., Wasaka, T., Kaneda, T., Kuroiwa, K., ... & Ryol, K. S. (2002). Effect of whole body vibration stimulus and voluntary contraction on motoneuron pool. *Advances in exercise and sports physiology*, 8(4), 83-86.
115. Osawa, Y., & Oguma, Y. (2011). Effects of resistance training with whole-body vibration on muscle fitness in untrained adults. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 23(1), 84-95.

116. Paillard, T. (2008). Combined application of neuromuscular electrical stimulation and voluntary muscular contractions. *Sports Medicine*, 38(2), 161-177. Paillard, T., Noe, F., Bernard, N., Dupui, P., & Hazard, C. (2008).
117. Effects of two types of neuromuscular electrical stimulation training on vertical jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(4), 1273-1278.
118. Palmer, K. T., Griffin, M. J., Bendall, H., Pannett, B., & Coggon, D. (2000). Prevalence and pattern of occupational exposure to whole body vibration in Great Britain: findings from a national survey. *Occupational and Environmental Medicine*, 57(4), 229-236. Pettibon, B. R. (2006). Spinal Disc Rehabilitation Procedures & Whole-Body Vibration. D.C., FABCS, FRCCM; The Pettibon Group.
119. Pérez, M., Lucia, A., Rivero, J. L., Serrano, A., Calbet, J. A., Delgado, M., & Chicharro, J. (2002). Effects of transcutaneous short-term electrical stimulation on M. vastus lateralis characteristics of healthy young men. *Pflügers Archiv European Journal of Physiology*, 443(5), 866-874.
120. Pollock, R. D., Woledge, R. C., Martin, F. C., & Newham, D. J. (2012). Effects of whole body vibration on motor unit recruitment and threshold. *Journal of Applied Physiology*, 112(3), 388-395.
121. Porcari, J. P., MCLEAN, K. P., Foster, C., Kernozek, T., Crenshaw, B., & SWENSON, C. (2002). Effects of electrical muscle stimulation on body composition, muscle strength, and physical appearance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 16(2), 165-172.
122. Porcari, J. P., Miller, J., Cornwell, K., Foster, C., Gibson, M., McLean, K., & Kernozek, T. (2005). The effects of neuromuscular electrical stimulation training on abdominal strength, endurance, and selected anthropometric measures. *Journal of sports science & medicine*, 4(1), 66.
123. Preatoni, E., Colombo, A., Verga, M., Galvani, C., Faina, M., Rodano, R., ... & Cardinale, M. (2012). The effects of whole-body vibration in isolation or combined with strength training in female athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(9), 2495-2506.
124. Rigaux, P. (2011, May 11). Muscular Electrostimulation in Sport and Technological Advances. [www.hammernutrition.com](http://www.hammernutrition.com). Retrieved January 19, 2013, from <http://www.hammernutrition.com/downloads/muscle.pdf>
125. Radcliffe, J. C., & Farentinos, R. C. (1999). *High-powered plyometrics*. Human Kinetics.
126. Rittweger, J., Beller, G., & Felsenberg, D. (2000). Acute physiological effects of exhaustive whole-body vibration exercise in man. *Clinical physiology*, 20(2), 134-142.

127. Rittweger, J., Ehrig, J., Just, K., Mutschelknauss, M., Kirsch, K. A., & Felsenberg, D. (2002). Oxygen uptake in whole-body vibration exercise: influence of vibration frequency, amplitude, and external load. *International journal of sports medicine*, 23(6), 428-432.
128. Ritzmann, R., Kramer, A., Gollhofer, A., & Taube, W. (2013). The effect of whole body vibration on the H-reflex, the stretch reflex, and the short-latency response during hopping. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 23(3), 331-339.
129. 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(01), 1-5.
130. Roll JP, Martin B, Gauthier GM et al (1980) Effects of whole body vibration on spinal reflexes in man. *Aviation Space and Environmental Medicine* 51(11):1227–1233.
131. Ronnestad, B. R. (2004). Comparing the performance-enhancing effects of squats on a vibration platform with conventional squats in recreationally resistance-trained men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(4), 839-845.
132. Ronnestad, B. R., Kvamme, N. H., Sunde, A., & Raastad, T. (2008). Short-term effects of strength and plyometric training on sprint and jump performance in professional soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(3), 773-780.
133. Rønnestad, B. R. (2009). Acute effects of various whole-body vibration frequencies on lower-body power in trained and untrained subjects. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(4), 1309-1315.
134. Rønnestad, B. R., & Ellefsen, S. (2011). The effects of adding different whole-body vibration frequencies to preconditioning exercise on subsequent sprint performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(12), 3306.
135. Rubin, C., Pope, M., Fritton, J. C., Magnusson, M., Hansson, T., & McLeod, K. (2003). Transmissibility of 15-hertz to 35-hertz vibrations to the human hip and lumbar spine: determining the physiologic feasibility of delivering low-level anabolic mechanical stimuli to skeletal regions at greatest risk of fracture because of osteoporosis. *Spine*, 28(23), 2621-2627.
136. Russ, D. W., Clark, B. C., Krause, J., & Hagerman, F. C. (2012). Development of a neuromuscular electrical stimulation protocol for sprint training. *Medicine and science in sports and exercise*, 44(9), 1810-1819.



- 137.Sáez de Villarreal, E., Requena, B., Izquierdo, M., & Gonzalez-Badillo, J. J. (2013). Enhancing sprint and strength performance: Combined versus maximal power, traditional heavy-resistance and plyometric training. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 16(2), 146-150.
- 138.Santos, E. J., & Janeira, M. A. (2008). Effects of complex training on explosive strength in adolescent male basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(3), 903-909.
- 139.Schmidt, W., (2004): *Quickly changing acceleration forces (QCAFs) vibration analysis on the A300 ZERO-G*. [Microgravity - Science and Technology Vol. 15, No. 1](#) str. 42-48.
- 140.Schmidtbleicher, D., Kaptain, D. (2014). *Improvement of strength skills in a military fitness training with and without the use of a stochastic resonance preparation*. Paper presented at the 9th International Conference on Strength Training, Abano Terme, Italy.
- 141.Schuhfried, O., Mittermaier, C., Jovanovic, T., Pieber, K., & Paternostro-Sluga, T. (2005). Effects of whole-body vibration in patients with multiple sclerosis: a pilot study. *Clinical Rehabilitation*, 19(8), 834-842.
- 142.Schultz, W. (1998). Predictive reward signal of dopamine neurons. *Journal of neurophysiology*, 80(1), 1-27
- 143.SEMSoc, *The Sports and Exercise Medicine Society*. (2012). Retrieved February 19, 2013, from <http://semsoc.files.wordpress.com/2012/06/neuromuscular-stimulation.pdf>
- 144.Smith, G. V., Alon, G., Roys, S. R., & Gullapalli, R. P. (2003). Functional MRI determination of a dose-response relationship to lower extremity neuromuscular electrical stimulation in healthy subjects. *Experimental brain research*, 150(1), 33-39.
- 145..
- 146.Song, G. E., Kim, K., Lee, D. J., & Joo, N. S. (2011). Whole body vibration effects on body composition in the postmenopausal korean obese women: pilot study. *Korean journal of family medicine*, 32(7), 399-405.
- 147.Taïana, F, Gréhaigne, J, and Cometti, G. (1991). The influence of maximal strength training of lower limbs of soccer players on their physical and kick performances. *Science and Football II*. In: Proceedings of the Second World Congress of Science and Football. Reilly, T, Clarys, J, and Stibbe, A, eds. Taylor and Francis, Eindhoven, the Netherlands:.
- 148.Tapp, L. R., & Signorile, J. F. (2014). Efficacy of WBV as a modality for inducing changes in body composition, aerobic fitness, and muscular strength: a pilot study. *Clinical interventions in aging*, 9, 63.

149. Thomas, C. K., Nelson, G., Than, L., & Zijdewind, I. (2002). Motor unit activation order during electrically evoked contractions of paralyzed or partially paralyzed muscles. *Muscle & nerve*, 25(6), 797-804.
150. Tillin, N. A., & Bishop, D. (2009). Factors modulating post-activation potentiation and its effect on performance of subsequent explosive activities. *Sports Medicine*, 39(2), 147-166.
151. Torvinen, S., Sievanen, H., Jarvinen, T. A. H., Pasanen, M., Kontulainen, S., & Kannus, P. (2002a). Effect of 4-min vertical whole body vibration on muscle performance and body balance: A randomized cross-over study. *International journal of sports medicine*, 23(5), 374-379.
152. Torvinen, S. A. I. L. A., Kannus, P., Sievanen, H., Jarvinen, T. A., Pasanen, M., Kontulainen, S., ... & Vuori, I. (2002b). Effect of four-month vertical whole body vibration on performance and balance. *Medicine and science in sports and exercise*, 34(9), 1523-1528.
153. Torvinen, S., Kannus, P., Sievänen, H., Järvinen, T. A., Pasanen, M., Kontulainen, S., ... & Vuori, I. (2003). Effect of 8-Month Vertical Whole Body Vibration on Bone, Muscle Performance, and Body Balance: A Randomized Controlled Study. *Journal of bone and mineral research*, 18(5), 876-884.
154. Trimble, M. H., & Enoka, R. M. (1991). Mechanisms underlying the training effects associated with neuromuscular electrical stimulation. *Physical therapy*, 71(4), 273-280.
155. Trimble, M. H., & Harp, S. S. (1998). Postexercise potentiation of the H-reflex in humans. *Medicine and science in sports and exercise*, 30(6), 933.
156. Turner, A. P., Sanderson, M. F., & Attwood, L. A. (2011). The acute effect of different frequencies of whole-body vibration on countermovement jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(6), 1592.
157. Van den Tillaar, R. (2006). Will whole-body vibration training help increase the range of motion of the hamstrings? *J. Strength Cond. Res.* 20(1):192–196.
158. Verkhoshanskiĭ, I. V. (2006). *Special strength training: A practical manual for coaches*. Ultimate Athletic Concepts.
159. Verkhoshansky, N. (2011). A compendium of Prof. Verkhoshansky's answers with a preface on the related topic. *Verkhoshansky Site*. Retrieved February 6, 2013, from [http://www.verkhoshansky.com/Portals/0/Book/Verkhoshansky\\_Forum.pdf](http://www.verkhoshansky.com/Portals/0/Book/Verkhoshansky_Forum.pdf).
160. Verschueren, S. M., Roelants, M., Delecluse, C., Swinnen, S., Vanderschueren, D., & Boonen, S. (2004). Effect of 6-Month Whole Body Vibration Training on Hip Density, Muscle

Strength, and Postural Control in Postmenopausal Women: A Randomized Controlled Pilot Study. *Journal of bone and mineral research*, 19(3), 352-359.

161. Vico, L., Collet, P., Guignandon, A., Lafage-Proust, M. H., Thomas, T., Rehalia, M., & Alexandre, C. (2000). Effects of long-term microgravity exposure on cancellous and cortical weight-bearing bones of cosmonauts. *The Lancet*, 355(9215), 1607-1611.

162. Vissers, D., Verrijken, A., Mertens, I., Van Gils, C., Van de Sompel, A., Truijen, S., & Van Gaal, L. (2010). Effect of long-term whole body vibration training on visceral adipose tissue: a preliminary report. *Obesity Facts*, 3(2), 93-100.

163. Voelzke, M., Stutzig, N., Thorhauer, H. A., & Granacher, U. (2012). Promoting lower extremity strength in elite volleyball players: Effects of two combined training methods. *Journal of Science and Medicine in Sport*.

164. Vrbová, G., Hudlická, O., & Centofanti, K. S. (2008). *Application of Muscle/Nerve Stimulation in Health and Disease* (Vol. 4). Springer.

165. Wakeling, J. M., Nigg, B. M., & Rozitis, A. I. (2002). Muscle activity damps the soft tissue resonance that occurs in response to pulsed and continuous vibrations. *Journal of applied physiology*, 93(3), 1093-1103.

166. Wang, H. H., Chen, W. H., Liu, C., Yang, W. W., Huang, M. Y., Shiang, T. Y., & Wang, H. H. (2014). Whole-Body Vibration Combined with Extra-Load Training for Enhancing the Strength and Speed of Track and Field Athletes. *Am J Phys Med Rehabil*, 85, 956-962.

167. Ward, A. R., & Shkuratova, N. (2002). Russian electrical stimulation: the early experiments. *Physical therapy*, 82(10), 1019-1030.

168. Wikström, B. O., Kjellberg, A., & Landström, U. (1994). Health effects of long-term occupational exposure to whole-body vibration: a review. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 14(4), 273-292.

169. Weber, K. R., Brown, L. E., Coburn, J. W., & Zinder, S. M. (2008). Acute effects of heavy-load squats on consecutive squat jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(3), 726-730.

170. Weier, A. T., & Kidgell, D. J. (2012). Strength Training with Superimposed Whole Body Vibration Does Not Preferentially Modulate Cortical Plasticity. *The Scientific World Journal*, 2012.

171. Wilms, B., Frick, J., Ernst, B., Mueller, R., Wirth, B., & Schultes, B. (2012). Whole Body Vibration Added to Endurance Training in Obese Women-A Pilot Study. *International journal of sports medicine*, (EFirst).
172. Yetter, M., & Moir, G. L. (2008). The acute effects of heavy back and front squats on speed during forty-meter sprint trials. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(1), 159.
173. Zatsiorsky, V. M., & Kraemer, W. J. (2006). *Science and practice of strength training*. Human Kinetics Publishers.