

УНИВЕРЗИТЕТ У НИШУ
ФАКУЛТЕТ СПОРТА И ФИЗИЧКОГ ВАСПИТАЊА

Кандидат:
Марјан Маринковић, ДАС 17

**ЕФЕКТИ ТРЕНИНГА СА ОПТЕРЕЋЕЊЕМ ПРИ
НЕСТАБИЛНИМ УСЛОВИМА НА ПАРАМЕТРЕ
МИШИЋНЕ КОНТРАКЦИЈЕ**
Докторска дисертација

Ментор: **др Милован Братић,**
редовни професор
Коментор: **др Драган Радовановић,**
ванредни професор

Ниш, 2012.

За успешан завршетак ове докторске дисертације неизмерну захвалност дугујем:

Професору Миловану Братићу, ментору, за предусретљивост, сарадњу и предано вођење у изради ове докторске дисертације.

Професору Драгану Радовановићу, коментору, за подстрек у бављењу научним радом и допринос професионалном и личном напретку.

Професорки Ерики Земковој и професору Душану Хамару са Комениус универзитета у Братислави за инструкције и савете током реализације пројекта SK-SRB-0023-09 Serbian–Slovak Bilateral Cooperation.

Доценту Александру Игњатовићу за стрпљење и неуморно праћење израде ове докторске дисертације.

Члановима своје породице који су веровали у мене и подржавали ме.

Марјан Маринковић, ДАС 17

Комисија за оцену и одбрану

др Драгана Берић, редовни професор Факултета спорта и физичког васпитања у Нишу, председник

др Милован Братић, редовни професор Факултета спорта и физичког васпитања у Нишу, ментор

др Драган Радовановић, ванредни професор Факултета спорта и физичког васпитања у Нишу, коментор

др Драган Мирков, ванредни професор Факултета спорта и физичког васпитања у Београду, члан

Научни допринос докторске дисертације

„Ефекти тренинга са оптерећењем при нестабилним условима на параметре мишићне контракције“ је оригинално научно истраживање чији резултати дају допринос развоју теорије и праксе тренинга са оптерећењем. На основу резултата истраживања може се закључити да је тренинг са оптерећењем при нестабилним условима ефикасније средство за повећање вредности параметара мишићне контракције у односу на исти тренинг са оптерећењем при стабилним условима. Показано је да повећање параметара мишићне контракције не захтева увек хипертрофију мишићних влакана, али и да се тренинг са оптерећењем од 50% од вредности једног максималног понављања при нестабилним условима не може препоручити као ефикасан метод за повећање максималне мишићне силе.

СПИСАК СКРАЋЕНИЦА

ЕМГ	електромиографија
ЦИС	циклус издужења и скраћења
ЦНС	централни нервни систем
ANOVA	униваријантна анализа варијансе
BOSU (<i>engl. Both Sides Up</i>)	справа обликована за тренинг равнотеже
MANOVA	мултиваријантна анализа варијансе
Mean	аритметичка средина
SD	стандардна девијација
TM	телесна маса
TV	телесна висина
1RM (<i>engl. 1-repetition maximum</i>)	вредност једног максималног понављања

САДРЖАЈ:

1	УВОД	7
1.1	Контрола покрета тела	7
1.2	Механика положаја тела	9
1.3	Централна стабилност	11
1.4	Циклус издужења и скраћења скелетних мишића.....	13
1.5	Дефиниције основних појмова	15
2	ПРЕГЛЕД ИСТРАЖИВАЊА	20
2.1	Ефекти тренинга при нестабилним условима на мишићну снагу.....	20
2.2	Тренинг равнотеже као врста тренинга централне стабилности	21
2.3	Примена тренинга централне стабилности у спорту	23
2.4	Циклус издужења и скраћења при нестабилним условима	27
3	ПРЕДМЕТ И ПРОБЛЕМ	29
4	ЦИЉ И ЗАДАЦИ	31
5	ХИПОТЕЗЕ	33
6	МЕТОД ИСТРАЖИВАЊА	34
6.1	Узорак испитаника.....	34
6.2	Узорак мерних инструмената.....	34
6.2.1	<i>Мерни инструменти за процену антропометријских карактеристика узорка</i>	34
6.2.2	<i>Мерни инструменти за процену параметара мишићне контракције</i>	34
6.3	Опис мерних инструмената	35
6.3.1	<i>Антропометријске карактеристике узорка</i>	35
6.3.1.1	<i>Висина тела</i>	35
6.3.1.2	<i>Телесна маса</i>	35
6.3.1.3	<i>Процент масног ткива</i>	35
6.3.2	<i>Параметри мишићне контракције</i>	36
6.3.2.1	<i>Параметар једно максимално понављање одређен тестом потисак са груди</i>	36
6.3.2.2	<i>Параметар једно максимално понављање одређен тестом чучањ</i>	37

6.3.2.3	Параметри сила, снага, брзина и растојање кретања оптерећења/шипке са теговима одређени тестом потисак са груди	38
6.3.2.4	Параметри сила, снага, брзина и растојање кретања оптерећења/шипке са теговима одређени тестом чучањ	40
6.4	Организација мерења	42
6.5	Експериментални поступак	42
6.6	Методе обраде података	46
7	РЕЗУЛТАТИ	47
7.1	Дескриптивни статистички показатељи узраста и антропометријских карактеристика испитаника на иницијалном мерењу	47
7.2	Разлике узраста и антропометријских карактеристика између група на иницијалном мерењу	49
7.3	Дескриптивни статистички показатељи параметара мишићне контракције на иницијалном мерењу	51
7.4	Разлике параметра једно максимално понављање између група на иницијалном мерењу	54
7.5	Дескриптивни статистички показатељи антропометријских карактеристика испитаника на финалном мерењу	55
7.6	Разлике антропометријских карактеристика између група на финалном мерењу	57
7.7	Дескриптивни статистички показатељи параметара мишићне контракције на финалном мерењу	59
7.8	Разлике параметра једно максимално понављање између група на финалном мерењу	62
7.9	Разлике параметара мишићне контракције између прве експерименталне и друге експерименталне групе на финалном мерењу	63
7.10	Разлике вредности појединачних параметара мишићне контракције између прве експерименталне и друге експерименталне групе на финалном мерењу	64
7.11	Унутаргрупне разлике антропометријских карактеристика између иницијалног и финалног мерења	70
7.12	Унутаргрупне разлике параметара мишићне контракције између иницијалног и финалног мерења код експерименталних група	72
8	ДИСКУСИЈА	75
9	ЗАКЉУЧАК	85
10	ЗНАЧАЈ ИСТРАЖИВАЊА	88

11 РЕФЕРЕНЦЕ	90
12 ПРИЛОГ	99
13 САЖЕТАК.....	100
14 SUMMARY	101
15 БИОГРАФИЈА	102

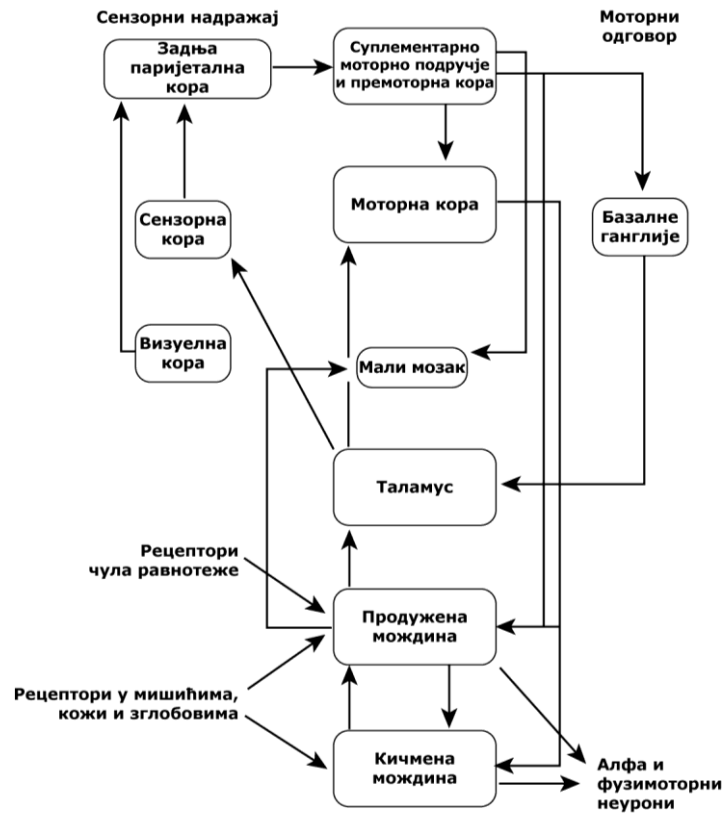
1 УВОД

1.1 Контрола покрета тела

Контрола покрета тела је сложена и захтева сарадњу многих подручја мозга и нижих делова централног нервног система (ЦНС). Први корак у спровођењу покрета тела настаје у унутрашњим и спољашњим мотивационим деловима базалног дела мозга и хипоталамуса (лимбички систем), који шаљу сигнале до коре великог мозга, где се формира „груб нацрт“ планираног покрета. План покрета се затим шаље до малог мозга и до базалних ганглија. Ове структуре сарађују како би „груб нацрт“ претвориле у прецизне временске и просторне програме екситације. Мали мозак је важан за извођење брзих и аутоматизованих покрета, док су базалне ганглије одговорне за извођење спорих и намерних покрета (Guyton & Hall, 2008). Прецизни програм (шема) покрета се шаље од малог мозга и базалних ганглија кроз таламус до моторне коре, одакле се нервним импулсима прослеђују информације до неурона кичмене мождине. Моторни импулси се преносе директно из моторне коре у кичмену мождину кроз кортикоспинални (пирамидални) пут и индиректно кроз бројне додатне путеве који укључују базалне ганглије, мали мозак и једра можданог стабла. Преко моторних неурона кичмене мождине импулси одлазе до скелетних мишића и планирани покрет бива извршен (Слика 1).

Повратна информација од рецептора мишића и тетива до ЦНС-а дозвољава да се врши модификација моторних програма уколико је неопходно. Мишићна вретена су сензорни органи постављени између влакана скелетног мишића и паралелно са њима. Мишићна вретена садрже сензоре интезитета и диференцијалне сензоре за праћење положаја зглоба и покрета. Брзина промене положаја се одражава пролазним порастом фреквенције импулса, а коначни положај зглоба је изражен константном фреквенцијом импулса (Guyton & Hall, 2008). Функција мишићних вретена је регулација дужине мишића. Голцијеви тетивни органи се налазе у тетивама које мишић повезују са костима и серијски су везани за мишић. Функција Голцијевих тетивних органа је регулација тонуса (напетости) мишића.

За правилно извођење покрета тела важна су сопствена искуства, која се стичу на основу података са многобројних рецептора, као и запажања спортског тренера који даје оцену – критику изведених покрета и радњи (Радовановић, 2009).



Слика 1. Најважнији сензорни (улазни) надражај и моторни (силазни) одговор (Радовановић, 2009).

1.2 Механика положаја тела

Наизглед једноставан чин стајања без вољних покрета, у ствари је континуирани процес минималних прилагођавања положаја тела како би се центар гравитације (тежиште) задржао изнад постојеће базе или ослонца. Што је ослонац мањи, прилагођавања морају бити прецизнија да би се одржавала равнотежа. Познато је да постурално прилагођавање трупа или ногу може бити иницирано пре почетка вољних покрета трупа или горњих удова (Gantchev & Dimitrova, 1996). Сматра се да оваква постурална прилагођавања имају за циљ минимизирање поремећаја равнотеже изазваних покретима. Када је подлога нестабилна, мишићни потенцијали свих испитиваних мишића одређени методом електромиографије (ЕМГ) претходе моменту аплицирања силе, што се означава као „мишићна антиципација“ (Kornecki, Kebel & Sieminski, 2001). Наведено се може објаснити чињеницом да се потпорне структуре морају прво стабилизovati пре него што се моторни покрет ефикасно побуди. Уз то, мерено је постурално прилагођавање у различитим положајима тела и утврђено је да се стабилизирајући мишићи активирају око 30 ms пре мишићне активације покрета (Nouillot, Bouisset & Do, 1992). Главни резултат наведеног истраживања био је да су антиципаторна постурална прилагођавања била велика када су флексије доњих екстремитета извођене из иницијалног бипедалног положаја (стабилни услови) и одсутна када су извођене из иницијалног унипедалног положаја (нестабилни услови).

У врло стабилним условима захтеви стабиловања положаја под дејством пролазних, за покрет везаних поремећаја су смањени. С друге стране, у врло нестабилној ситуацији, антиципаторна постурална прилагођавања, сама по себи, могу се посматрати као извори поремећаја када се центар гравитације (тежиште) помери ван жељене потпорне површине. Овај антиципаторни пораст синергистичке мишићне активности такође је документован, помоћу обрнутог клатна које индукује нестабилност руке (Stokes & Gardner-Morse, 2000). Када се човек креће, најчешће није свестан сложених неуромишићних процеса који контролишу положај тела. Тренинг моторних вештина, укључујући тренинг равнотеже, повећава сензитивност механизма повратне спреге и скраћује време до активације одабраних мишића побољшавајући сензитивност осећаја положаја и агонистичких и антагонистичких мишића (Kollmitzer, Ebenbichler & Sabo, 2000). Мишићи, као завршни делови механизма сензомоторног система, посебно доприносе одржању равнотеже тела.

Документовано је да тренинг снаге који резултује повећањем снаге мишића такође повећава стабилност и координацију (Carroll, Barry & Riek, 2001). Побољшања у извођењу моторичког задатка праћена су променама у обрасцу ангажовања мишића, који су били у фокусу програма тренинга снаге. Специфично, након тренинга, тренирани мишићи бивају ангажовани на конзистентнији начин. Међутим, већа мишићна снага не гарантује бољу равнотежу, јер је утврђено да тренинг снаге неутралише било какав позитиван ефекат тренинга равнотеже (Kollmitzer, Ebenbichler & Sabo, 2000). Тренинг мишића који доприносе одржавању положаја и/или става тела може променити не само производ мишићне снаге већ и координацију активирања синергистичких и антагонистичких мишића. У зависности од специфичног програма тренинга и популације на коју се примењује, утицај тренинга снаге на равнотежу није утврђен (нпр. слабија и старија особа може имати више користи од позитивних ефеката већег производа снаге у одговарању и реаговању на поремећаје равнотеже).

Употреба спољашњих сила у покушају да се одржи динамичка равнотежа кључан је фактор успешности у већини спортова и нужност у свакодневним активностима (нпр. у ношењу торби током куповине, ношењу бебе). Овај стабилизациони процес састоји се из успостављања активних мишићних контрола у минимизовању степена слободе у једном или низу зглобова, што резултује стабилизовањем превеликог кретања спољашњих објеката. Стабилност трупа или централна стабилност је кључна за одржавање статичке и динамичке равнотеже, посебно у покушају да се примени сила на спољашње објекте.

1.3 Централна стабилност

Термин „централни“ користи се да означи труп или прецизније лумбопелвичку регију тела (Bergmark, 1989; Panjabi, 1992). Стабилност ове регије има кључни значај јер представља основу покрета горњих и доњих екстремитета, као и подршку при ношењу терета. Уз наведено, мишићи ове регије представљају заштиту кичмене мождине и коренова кичмених нерава.

Систем стабилности тела чине три међусобно повезана подсистема: нервни, активни мишићни и пасивни (Panjabi, 1992). Нервни подсистем има задатак непрекидне контроле и прилагођавања функције скелетних мишића на основу повратних информација добијених од рецептора мишића и тетива (мишићних вретена и Голцијевих тетивних органа). Овај подсистем функционише у склопу сложене шеме контроле покрета тела, који укључује бројна подручја мозга и ниже делове ЦНС-а.

Активни мишићни подсистем се условно дели, према улози у стабилизацији трупа, на опште и локалне мишиће стабилизаторе (Bergmark, 1989). Општи стабилизатори су велики, површински мишићи (*m. rectus abdominis*, *m. transversus abdominis*, *m. quadratus lumborum*, *m. erector spinae*), који преносе силу између грудног коша и карлице, делујући тако да повећавају притисак унутар трбушне дупље. Локални стабилизатори су мали, дубоки мишићи (*m. multifidus*, *mm. rotatores*, *mm. interspinalis*, *mm. intertransversi*), који контролишу покретање између суседних пршљенова. Са порастом напетости у наведеним мишићима, између лумбалних пршљенова расту компресивне силе, чиме се лумбални део кичме учвршћује и повећава стабилност (Mcgill, Grenier, Kavcic, & Cholewicki, 2003). Активни мишићни подсистем је неопходан за општу стабилизацију трупа, ношење сопствене телесне масе, статичку и динамичку физичку активност неопходну за свакодневне активности и бављење спортом (Danneels, Vanderstraeten, & Cambier, 2001). Пасивни подсистем састоји се из кичмених лигамената и малих зглобних површина између суседних пршљенова. Пасивни подсистем дозвољава да лумбални део кичме поднесе ограничено оптерећење од око 10 kg (Panjabi, 1992).

Спортски специфични покрети се често изводе при нестабилним положајима тела (нпр. ударац *forehand* приликом трчања у тенису), а централна стабилност је неопходна за њихово успешно извођење. У циљу повећања централне стабилности потребно је саставити програм тренинга са вежбама које симулирају обрасце покрета у датом спорту. Резултати новијих научних истраживања показују да тренинг у условима нестабилности активира нервно-мишићни систем у већој мери од метода традиционалног тренинга снаге, који користи стабилне клупе и подлоге (Wester, Jespersen, & Nielson, 1996; Sheth, Yu, & Laskowski, 1997). Генерално, активација мишића лумбо-сакралног и горњег лумбалног дела кичме, као и дубоких абдоминалних мишића, значајно је већа када се тренинг снаге обавља при нестабилним условима (Willardson, 2007).

1.4 Циклус издужења и скраћења скелетних мишића

Комбинација ексцентричне и концентричне мишићне акције чини природни облик мишићне функције назван циклус издужења и скраћења – ЦИС (*stretch-shortening cycle–SSC*) (Komi, 1984). Овај тип мишићне функције такође укључује и фазу преактивације. ЦИС има јасно изражену функцију повећања учинка за време финалне фазе (концентричне контракције) у поређењу са изолованом концентричном контракцијом.

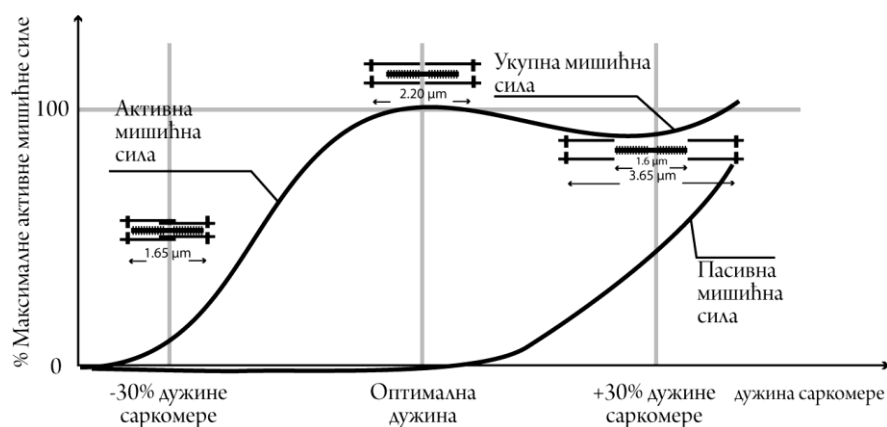
Значајни напори су уложени у објашњавање механизма за повећану продукцију силе за време ЦИС. Ексцентрично издуживање мишића изазива тензију у мишићу, слично као код гумене траке. Еластична енергија се ствара у тетивама, осталим везивним ткивима, али и у миозинским попречним мостићима. Иако постоји могућност складиштења еластичне енергије на нивоу миозинских попречних мостића, због њиховог веома кратког времена везивања од око 30 ms, које је недовољно за прелазак из ексцентричне у концентричну контракцију, највећи део еластичне енергије се ипак ствара у везивним ткивима (Komi, 2000).

Овако створена и ускладиштена енергија може повећати силу предстојеће концентричне контракције. Међутим, контракција треба да уследи одмах након истезања или ће ускладиштена енергија створена тензијом нестати у виду топлоте (Wilk, Voight, Keirns, Gambetta, Andrews, & Dillman, 1993). Количина тензије створена издуживањем мишића зависи од угла и брзине којом мишић изводи издуживање.

Еластичност представља способност апсорпције енергије у оквиру еластичног распона мишићног рада. Када се терет склони и ткиво се врати у првобитни облик, еластичност је узрок ослобађања енергије. Проучавање еластичности је довело до концепта ускладиштене еластичне енергије коју вискозно еластична деформација ткива ствара у ексцентричној фази покрета. Ова енергија је спремна за поновну употребу у следећој концентричној фази покрета. Еластична енергија је такође објашњавана као механичка енергија коју не отпушта као топлоту, него је апсорбује и складишти за поновну употребу за време следећег сегмента, активне фазе скраћења.

Један од разлога повећања силе за време циклуса издужења и скраћења може се потражити и у бољем положају мишића на дијаграму мишићна дужина-сила (након издуживања, а непосредно пре скраћивања (Finni, Ikegawa, & Komi, 2001). При дужини саркомере од 2 до 2,2 μm мишић је у нормалној напетости. Актински филаменти у потпуности преклапају миозинске филаменте и управо почињу да преклапају један другог. Саркомера је при овој дужини способна да генерише своју највећу силу контракције.

Уколико се мишић истегне на дужину већу од нормалне дужине непосредно пре контракције, развија се пасивна мишићна сила, чак пре него што дође до контракције. Пасивна мишићна сила потиче од еластичних сила везивног ткива, сарколеме, крвних судова, нерава и др. И поред тога што пасивна мишићна сила повећава укупну мишићну силу, долази до њеног смањивања због смањивања активне мишићне силе, која се смањује са истезањем мишићног влакна изнад своје нормалне дужине (Слика 2). Уколико је актински филамент повучен изнад крајева миозинских филамената и уопште нема преклапања, сила коју развија активирани мишић једнака је нули.



Слика 2. Однос дужине саркомере и мишићне силе (Радовановић & Игњатовић, 2009).

Када се дужина саркомере скраћује, део танких филамената се преклапа и допушта развијање силе која може бити само мања од највеће силе (при нормалној дужини саркомере). Када је дужина саркомере 70% од нормалне (око 1,65 μm), дебели филамент додирује z-дискове, па је мишићна сила још мања (Слика 2). Даље скраћивање саркомере онемогућава развој мишићне силе.

1.5 Дефиниције основних појмова

У научној и стручној литератури на енглеском језику појмови мишићне силе и мишићне снаге су јасно и прецизно разграничени терминима *muscle force* који означава мишићну силу, *muscle power* који означава мишићну снагу и *muscle strength* који означава мишићну јачину. Да би се у научним и стручним разматрањима избегло мешање појмова, уведен је термин „мишићна јачина“, који означава способност мишића за савладавање оптерећења, док постојећи термин „мишићна снага“ означава способност савладавања оптерећења при одређеној брзини.

Мишићна сила

Појам „сила“ у научној литератури која проучава спорт и физичко васпитање има различито значење од физичког појма као предмета изучавања у механици.

У механици се сила најчешће дефинише као мера узајамног дејства између два тела. Када је сила узрок промене кретања, тада се према другом Њутновом закону¹ тело убрзава сразмерно сили. У случају када не долази до кретања, сила може изазвати деформацију тела.

Мишићна снага

Веома често се мишићна сила (*engl. Force*) неправилно идентификује са појмом снага (*engl. Power*), што представља производ силе и брзине, тј. количину рада за јединицу времена.

Мишићна снага се у литератури која се бави спортом најчешће дефинише као способност мишића за савладавање силе што доводи до мешања појмова снаге и силе као елементарних својства човека. Такво дефинисање доводи до неправилне

идентификације појма мишићна снага са појмом мишићна сила, јер у механици снага представља производ силе и брзине, односно, количину рада у јединици времена¹.

Као најпогоднија дефиниција за примену у испитивању локомоторног кретања снага се може представити производом силе и брзине тела на које та сила делује (Јарић & Куколј, 1996).

Сила и снага као својства локомоторног апарата

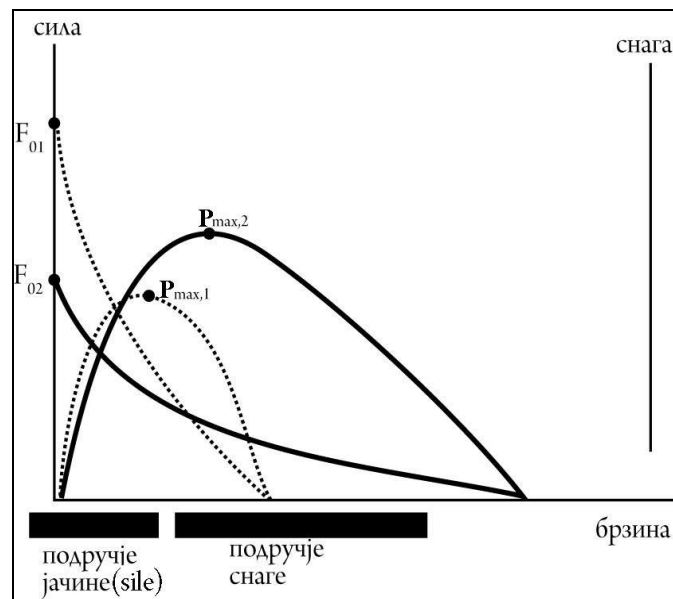
Сила и снага се могу представити и као, донекле, независна својства локомоторног апарата човека (Јарић & Куколј, 1996). Наиме, највећу силу мишићи развијају у изометријским или „квазиизометријским“ условима (тј. при малим брзинама покрета), са повећањем брзине покрета сила опада, а снага расте. Пораст снаге се јавља све до тренутка достизања оптималне брзине скраћења мишића при којима снага достиже своје максималне вредности.

На основу Хилове криве могуће је одредити величину испољене снаге за сваку тачку на криви. Тиме се добија низ нових тачака чијим спајањем настаје нова крива која описује однос снаге и брзине (Графикон 1). Крива снаге достиже свој максимум на отприлике 1/3 максималне брзине скраћивања мишића и 1/2 максималне силе. Што значи да се максимална мишићна сила у динамичким условима остварује при спољашњем отпору од 50% од максималне силе коју је мишић у стању да оствари. То је потврђено и експериментално (Danoff, 1978) на примеру флексора у зглобу лакта код којих је снага већа када се делује против 50% максималног оптерећења, него када се делује против 25% или 75% од максималних вредности.

¹ Према другом Њутновом закону сила је као механичка карактеристика кретања дефинисана производом масе тела и убрзања које је то тело добило деловањем силе. Из наведеног израза произлази да се сила може одредити из масе тела и убрзања које му сила саопштава ($F = m \cdot a$). Јединица за силу у SI систему је њутн (Newton - N) и представљена је као килограм пута метар кроз секунд на квадрат ($\text{Kg} \cdot \text{m} / \text{s}^2$). У физици је снага (P) дефинисана као извршен рад (A) у јединици времена (t). Јединица за снагу у SI-систему је ват (Watt - W) и представљена је цулом (Joule – J) по секунди. Према томе, снага се може дефинисати као производ силе и брзине којом се та сила реализује (при чему је S пут који тело пређе док на њега делује сила):

$$P = A / t \quad (A = F \cdot S) \rightarrow P = F \cdot S / t \quad (V = S / t) \rightarrow P = F \cdot V$$

Такође, имајући у виду да испољавање силе и снаге зависи од више различитих фактора, силу и снагу треба посматрати као две различите и релативно независне биомеханичке особине мишића који делују у истом зглобу (Јарић & Куколј, 1996). Тако да, на пример, један мишић може развити већу силу у изометријским и „квазиизометријским“ условима (тј. при малим брзинама покрета) док други мишић може да развије већу снагу. На графикону 1 приказане су криве сила-брзина и снага-брзина за два хипотетички еквивалентна мишића, од којих један развија већу силу, а други већу снагу.



Графикон 1. Релације сила-снага и снага-брзина код два хипотетички еквивалентна мишића, од којих један мишић може да развије већу силу (испрекидана линија, изометријска сила F_{01} , а максимална снага $P_{max,1}$), а други мишић може да развије већу снагу (пуна линија, изометријска сила F_{02} , а максимална снага $P_{max,2}$). Испод графикона су приказане приближне области режима у којима је потребно да ови мишићи делују великом силом, односно великом снагом. Док први мишић има изразиту предност у подручју силе (развија већу силу), докле други има предност у подручју снаге (развија већу силу, а тиме и снагу, у режиму брзих покрета) (Јарић & Куколј, 1996).

Тренинг са оптерећењем

Тренинг са оптерећењем представља једну од традиционалних и најефикаснијих метода за јачање мишића (American College of Sports Medicine, 2002; Komi, 2003; Boyle, 2004; Flack & Kraemer, 2004). Овакав тип тренинга, уколико се изводи са великим оптерећењем, представља најчешћи тренинг за повећање мишићне силе (Kraemer, Adams, Cafkrelli, Dudley, Dooly, Feigenbaum et al., 2002; Boyle, 2004; Flack & Kraemer, 2004).

Тест вредности једног максималног понављања - 1RM

Тест са једним максималним понављањем представља популаран и распрострањен начин тестирања мишићне силе (American College of Sports Medicine, 2002; Boyle, 2004; Flack & Kraemer, 2004, Namar, 2008; Радовановић & Игњатовић, 2009). Спада у групу теренских тестова за процену мишићне силе. Овим тестом се процењује једно максимално понављање (*engl. 1-repetition maximum - 1RM*) односно, највеће оптерећење масом тегова (*engl. free weights*), које може бити савладано кроз цео распон кретања, на контролисан начин.

Швајцарска лопта

Швајцарска лопта (позната и под називима: фитнес-лопта, лопта за вежбање, пилатес-лопта, терапијска лопта, лопта за јогу итд.) еластична је лопта на надувавање, направљена од меког поливинилхлорида (PVC). Удувавање ваздуха се врши посебно обликовном ваздушном пумпом кроз отвор који се затим затвара сигурносним чепом. Швајцарска лопта је коришћена у бројним истраживањима која су се бавила променама изазваним нестабилним условима (Behm, Anderson, & Curnew, 2002; Cosio-Lima, Reynolds, Winter, Paolone, & Jones, 2003; Anderson & Behm, 2004; Stanton, Reaburn & Humphries, 2004, Yaggie & Campbell, 2006; Goodman, Pearce, Nicholes, Gatt & Fairweather, 2008; Koshida, Urabe, Miyashita, Iwai & Kagimori, 2008; Zemkova & Namar, 2010). У нашем истраживању коришћена је Швајцарска лопта пречника 75 cm, како би се обезбедила довољна потпора при извођењу вежбе постисак са груди.

BOSU-лопта

BOSU (*engl. Both Sides Up*)-лопта је справа обликована за тренинг равнотеже која има чврсту пластичну основу интегрисану са гуменом полулоптом на надувавање која подсећа на швајцарску лопту пресечену на пола. Уз то, BOSU је обликована да побољша стабилност не само док корисник одржава усправан положај већ и када је корисник у хоризонталном положају (нпр. током вежби за мишиће трбушног зида). BOSU-лопта има чврсту површину окренуту надоле што обезбеђује нестабилну површину на стабилној подлози. BOSU-лопта је кориштена у бројним истраживањима која су се бавила променама изазваним нестабилним условима (Anderson & Behm, 2004; Paterno, Myer, Ford, & Hewett, 2004; Verstegen & Williams, 2004; Kibele & Behm, 2009; Kováčiková, Zemková, & Namar, 2010; Sparkes & Behm 2010; Zemkova, 2010; Bratic, Radovanovic, Ignjatovic, Bojic & Stojiljkovic, 2012). У истраживању је коришћена BOSU-лопта оригиналног проивођача (BOSU; Fitness Quest, Canton, OH, USA), пречника гумене полулопте од 55 cm, која се налази на чврстој пластичној површини пречника 65 cm.

2 ПРЕГЛЕД ИСТРАЖИВАЊА

2.1 Ефекти тренинга при нестабилним условима на мишићну снагу

Извођење покрета при нестабилним условима резултује смањењем максималне мишићне снаге због смањења укупне силе мишића, повећања ко-контракција и измене мишићне координације (Anderson & Behm, 2005). Иако је испољавање највеће мишићне снаге смањено у условима нестабилности, промена равнотеже при тренингу на нестабилној подлози може да активира мишиће екстремитета и трупа и тиме обезбедити већу стабилност зглобова. Коришћење нестабилних платформи у тренингу снаге треба да омогући развој виших нивоа активације мишића преко повећаног ослањања на њихове стабилизирајуће функције. Како се овај виши ниво активације мишића постиже са мањим отпором, оваква врста тренинга може имати позитивне учинке у рехабилитацији мишића и зглобова након повреда, као и у тренингу специфичном за одређене спортове. Пошто већина спортова подразумева комбинацију функција стабилизације и производње силе, тренинг снаге при нестабилним условима обезбеђује сличне надражаје за нервни и мишићни систем доводећи адекватним понављањима до физиолошких адаптација (Marinković, 2011). Међутим, приликом планирања тренинга не сме се заборавити да је за развој максималне силе и снаге неопходан тренинг на стабилној површини. Због тога је препорука да свеобухватни, за одређени спорт специфични програм тренинга снаге, садржи одговарајуће вежбе у условима и стабилности и нестабилности.

Тренинг снаге при нестабилним условима може смањити вероватноћу повреда доњих екстремитета због повећања осетљивости мишићних вретена и боље постуралне контроле. Већина истраживања у којима је показана ефективност тренинга централне стабилности изведена је са нетренираним испитаницима или са спортистима током периода рехабилитације (Fitzgerald, Ake, & Snyder-Mackler, 2000; Cosio-Lima, Reynolds, Winter, Paolone, & Jones, 2003). Вежбе у склопу тренинга централне стабилности примењене код ових испитаника биле су базиране на изометријским мишићним контракцијама, са малим оптерећењима и дужим трајањем покрета. Овакав приступ

вероватно не може да допринесе развоју централне стабилности неопходне за побољшање такмичарског учинка код здравих спортиста. За сада не постоји батерија тестова којом би се процењивала централна стабилност код здравих спортиста.

2.2 Тренинг равнотеже као врста тренинга централне стабилности

Тренинг равнотеже се може сматрати врстом тренинга централне стабилности због тога што делује на опште и локалне мишиће стабилизаторе. Изненадне промене положаја тела током спортских такмичења могу потенцијално померити тежиште ван потпорне базе. Да би се избегло губљење равнотеже и падање, долази до постуралних прилагођавања с циљем да се тежиште врати унутар потпорне базе. Та постурална прилагођавања захтевају активацију општих и локалних стабилизатора трупа. Како се спортски специфични покрети често изводе уз мањак равнотеже, већа централна стабилност представља основу за веће испољавање мишићне снаге екстремитета (Carter, Beam, McMahon, Barr, & Brown, 2006; Yaggie & Campbell, 2006).

Равнотежа је специфична за сваку вештину и унапређује се понављањем статичких положаја или динамичких покрета. У спорту и свакодневним активностима људи обично нису у стационарном и стабилном положају, па су развијена многа помагала која симулирају ситуације из живота. Willardson (2004) је изнео често цитирану мисао да „оптимална метода за промовисање боље равнотеже, проприоцепције и централне стабилности за одређени спорт јесте упражњавање самог спорта на истој површини на којој се тај спорт иначе одвија током такмичења“. Како наведено није увек могуће извести на тренингу, примењују се различите нестабилне подлоге које имају за циљ унапређење централне стабилности. Резултати спроведених истраживања показују да извођење вежби на нестабилним подлогама (швајцарска лопта и BOSU-лопта) значајно побољшава статичку равнотежу и механизме постуралне контроле (Cosio-Lima, Reynolds, Winter, Paolone, & Jones, 2003; Yaggie & Campbell, 2006).

Није утврђено када су први пут посебно дизајниране лопте (тада називане „физио-лопте“) почеле да се користе као средство у тренингу и рехабилитацији, али су их физиотерапеути у Швајцарској и Немачкој користили још пре Другог светског рата (отуда потиче данас најчешће кориштен назив „швајцарска лопта“). Rutherford и Jones (1986) први су изнели запажење да специфична неуролошка адаптација током тренинга

снаге уз коришћење швајцарске лопте не представља веће ангажовање или активацију моторних јединица, већ побољшану координацију мишића агониста, антагониста, синергиста и стабилизатора. Још су прва циљана истраживања показала да швајцарска лопта обезбеђује шири спектар покрета (са оптималном почетном позицијом од неколико степени активне екстензије трупа), који се описују као пожељнији у односу на сличне активности у већини сала за кружни тренинг (Siff, 1991). Важност швајцарске лопте у рехабилитацији документована је у ре-едукацији постуралних мишића, као и у олакшавању покрета и постуралних реакција код пацијената са неуролошким оштећењима (Stanforth, Stanforth & Hahn, 1998). Истраживање са субјектима који су изводили различите типичне вежбе за јачање трупа у стабилним и нестабилним условима (швајцарска лопта) показало је да је активација лумбосакралног и горњег лумбалног подизача кичме, као и дубоких абдоминалних стабилизатора, била знатно већа у нестабилним условима (Behm, Leonard & Young, 2003). Значајно већа нестабилност подлоге или платформе у односу на уобичајне стабилне услове узрокује покретање и осталих механизма неуролошке и неуромишићне адаптације, што као резултат има повећање мишићне снаге (Радовановић & Игњатовић, 2009).

Нестабилношћу индукована већа активација трупа у поменутиим студијама није никада упоређивана са већим оптерећењима која се могу користити у тренингу при стабилним условима. На пример, није познато да ли су нивои активације трупа већи када се ради три, пет или 10 максималних понављања чучњева, у поређењу са мањим оптерећењима од максималних понављања чучњева при нестабилним условима. Да би извели три до пет максималних понављања чучњева, неопходна је знатна активација трупа како би се заштитили пршљенови. Насупрот томе, већи део популације, примарно заинтересован за здравље скелетно-мишићног система или рехабилитацију, није заинтересован за вежбе таквог интензитета и оптерећења. Док спортисти могу бити у стању да значајно активирају свој труп великим оптерећењем и релативно стабилним вежбама снаге, особе више заинтересоване за здравље и рехабилитацију могу постићи већу активацију трупа мањим оптерећењима у нестабилним условима. Међутим, тренинг равнотеже је доказан као функционално успешан само у рехабилитацији, док код здравих спортиста ефективност није поуздано потврђена.

2.3 Примена тренинга централне стабилности у спорту

Генерално, вежба која кроз понављања активира моторне обрасце који обезбеђују стабилност кичме представља вежбу за централну стабилност. Традиционалне вежбе снаге могу се модификовати да нагласе централну стабилност. На пример, вежбе се могу изводити у стојећем уместо у седећем положају, са теговима уместо са справама, и унилатерално уместо билатерално. Вежбе снаге које укључују ротациону компоненту могу се изводити уз помоћ еластичних трака или медицинских лопти у циљу симултаног развоја централне стабилности и снаге горњег дела тела.

Мали је број спортски специфичних покрета који захтевају степен нестабилности карактеристичан за вежбе са швајцарском лоптом. Такве вежбе се могу користити након такмичарске сезоне, ради превенције повреда и у рехабилитацији. На основу до сада објављених резултата циљаних научних истраживања, тренинг са спољашњим оптерећењем у виду тегова, у стојећем положају на стабилној површини, треба да буде примарни начин тренинга у развоју централне стабилности и побољшању такмичарског учинка код здравих спортиста (American College of Sports Medicine, 2002). Овакве вежбе укључују умерене нивое нестабилности и високе нивое стварања мишићне силе и снаге (Willardson, 2004; Mccurdy, Langford, Doscher, Wiley, & Mallard, 2005), чиме се омогућава истовремени развој централне стабилности и снаге екстремитета, што се у већој мери може трансформисати у повећање спортски специфичне снаге и такмичарске успешности.

Behm, Leonard, Young, Bonsey & Mackinnon (2005) испитивали су мишићну активацију у централној мускулатури током шест уобичајених вежби трупа, као и током билатералних и унилатералних вежби за рамени појас и грудни кош помоћу једноручних тегова изведених на швајцарској лопти и то поредили са мишићном активацијом током вежби које су извођене при стабилним условима (под или клупа). Централна мишићна активност испитивана је у регијама горњег лумбалног појаса и доњих абдоминалних мишића. Аутори су демонстрирали да извођење вежби трупа на швајцарској лопти резултира значајно већом активацијом регије доњег абдомена. Највећа активност доње абдоминалне регије забележена је код вежбе мост који се изводи на страни. Код вежбе притиска за рамени појас, централна мишићна активност није била значајно различита са швајцарском лоптом и са стабилном клупом. Код вежбе притиска за грудни кош, понављање вежбе на швајцарској лопти резултовало је знатно већом активношћу у

регији горњег лумбалног појаса. Уз то, извођење вежбе притиска за рамени појас и грудни кош унилатерално, било на швајцарској лопти или стабилној клупи, производи значајно већу активацију централне мускулатуре. На основу ових резултата, аутори су закључили да вежбе прописане за јачање или повећање издржљивости централних стабилизатора за свакодневне активности, бављење спортовима или рехабилитацију, треба да укључују и дестабилизациону компоненту. Одсуство стабилности може да потиче из базе или платформе на којој се вежба изводи (нпр. швајцарска лопта) или из положаја екстремитета или спољашњег оптерећења ван базе која подупире тело (нпр. унилатерални покрети у оптерећењу са једноручним теговима).

Слична студија коју су спровели Vera-Garcia, Grenier & McGill (2000) евалуирала је мишићну активност у горњој и доњој абдоминалној регији током прегиба извођених на стабилној клупи или швајцарској лопти. Услови стабилне клупе резултовали су најнижом амплитудом абдоминалне мишићне активности, са 21% максималне вољне контракције. Насупрот томе, услови са лоптом производили су највећу амплитуду, са 50% максималне вољне контракције. Аутори су закључили да „нивои мишићне активности приказани на швајцарској лопти указују на много веће напрезање моторног система, а чини се да представљају довољан стимулус за повећање мишићних својстава и снаге и издржљивости“ (Vera-Garcia, Grenier & McGill, 2000, 569). Ипак, проблем код оваквог закључка јесте то што ниво мишићне активације можда не указује на потенцијал за производњу снаге. Током извођења вежби оптерећења на швајцарској лопти, способност производње снаге у горњим и доњим екстремитетима значајно је смањена, што може ограничити потенцијал ових вежби у унапређењу такмичарских способности.

Behm, Anderson, & Curnew (2002) испитивали су изометријску мишићну снагу и активацију мишићних група екстензора ноге (ЛЕ) и флексора стопала (ПФ) када су вежбе извођене на стабилној клупи и на швајцарској лопти. Изометријска снага мишића била је 70,5% мања код екстензора ноге и 20,2% код флексора стопала када су вежбе извођене на швајцарској лопти. Мишићна активност пратила је исти образац, са 44,3% мањом активацијом код екстензора ноге и 2,9% мањом активацијом код флексора стопала када су вежбе извођене на швајцарској лопти.

У сличном истраживању Anderson & Behm (2004) показали су да се производ максималне изометријске силе великог грудног мишића смањује за 60% када се вежба потиска с клупе изводи на швајцарској лопти у односу на стабилну клупу.

Stanton, Reaburn & Humphries (2004) испитивали су ефекат програма тренинга са швајцарском лоптом на централну стабилност, максималну потрошњу кисеоника и економичност трчања (*running economy*). Субјекти су били насумично разврстани у групу која тренира са швајцарском лоптом и контролну групу. Обе су групе биле ангазоване својим уобичајеним физичким тренингом, који се састојао из тренинга вештина и аеробног тренинга базираног на трчању. Аутори су доказали значајне разлике у прилог групе са швајцарском лоптом у смислу централне стабилности (евалуирано тестом централне стабилности за швајцарску лопту). Ипак, разлике у максималној потрошњи кисеоника и економичности трчања нису биле значајне. Аутори су закључили да „одабир вежби снаге које ангажују централну мускулатуру на начин потребан код трчања је можда побудио специфичну адаптацију водећи бољем учинку у трчању, као што су вежбе које се изводе унилатерално, са ослонцем на једној нози у усправном положају и са рукама које се држе на начин као код трчања“ (Stanton, Reaburn & Humphries, 2004, 527). Аутори указују да су побољшања централне стабилности била специфична за вештину. Тако је извођење вежби снаге на швајцарској лопти побољшавало централну стабилност (евалуирано тестом централне стабилности за швајцарску лопту), али није побољшавало централну стабилност мерено параметрима за трчање. Због тога су аутори закључили да: „иако велика количина непроверених информација говори у прилог употреби швајцарске лопте, у побољшању физичких параметара то није потврђено валидним научним испитивањем“ (Stanton, Reaburn & Humphries, 2004, 526).

Најчешће вежбе са швајцарском лоптом се карактеришу изометријском мишићном активношћу, малим оптерећењима и дугим периодима контракције мишића, што води развоју централне издржљивости (Cosio-Lima, Reynolds, Winter, Paolone, & Jones, 2003; Carter, Veam, McMahon, Barr, & Brown, 2006). Ипак, развој централне снаге може бити важнији у смислу побољшања параметара такмичарског учинка (American College of Sports Medicine, 2002; Willardson, 2004; McCurdy, Langford, Doscher, Wiley, & Mallard, 2005). Иако стопроцентно превођење развоја централне снаге у побољшање параметара такмичарског учинка није могуће постићи, треба бирати вежбе снаге које што верније симулирају захтеве у датом спорту. У одабиру вежби снаге за развој централне

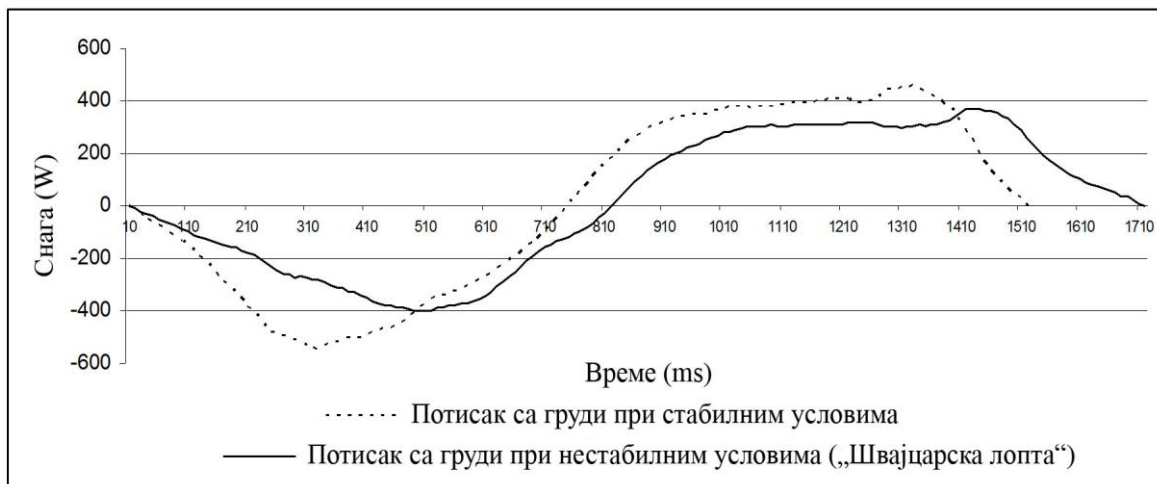
стабилности за дати спорт, коришћење швајцарске лопте може да редукује специфичност. Како је већина спортова везана за тло, треба прописивати вежбе снаге обликоване да побољшају централну стабилност у датом спорту (Willardson, 2004).

Paterno, Myer, Ford, & Hewett (2004) приказали су побољшања постуралне контроле једног екстремитета код жена спортиста након шестонедељног програма тренинга који је обухватао вежбе равнотеже на BOSU-лопти, плиометријске вежбе, тренинг динамичких покрета и вежбе снаге. Када се прописују вежбе централне стабилности, концепт специфичности треба да буде од највећег значаја. Нису све вежбе са швајцарском лоптом или на BOSU-лопти специфичне или корисне, како указују неки практичари (Chek, 1999; Boyle, 2004; Verstegen & Williams, 2004).

Када се планира тренинг централне стабилности, концепт специфичности треба да буде од највећег значаја. Избор вежби за централну стабилност потребно је мењати у зависности од фазе тренинга и здравственог стања спортисте. Током предсезоне и у мезоциклусима у сезони, повећање максималне мишићне снаге треба да буде примарни циљ (Radovanović & Marinković, 2011). Како се већина спортских дисциплина везује за подлогу са умереним степеном нестабилности, тренинг снаге треба планирати тако да дође до максимално могућег трансфера (American College of Sports Medicine, 2002; Mccurdy, Langford, Doscher, Wiley, & Mallard, 2005). Традиционалне вежбе снаге, као што су чучњеви, дизање једноручних тегова, набачај и избачај, могу се изводити унилатерално тако да се нагласи централна стабилност (Behm, Leonard, Young, Bonsey, & Mackinnon, 2005). Уз то, вежбе снаге које укључују ротациону компоненту могу се изводити уз помоћ канапа или медицинских лопти у циљу симултаног развоја за спорт специфичне централне стабилности и снаге горњег дела тела (American College of Sports Medicine, 2002). У постсезони и у мезоциклусима ван сезоне, повећање централне издржљивости треба да буде главни циљ. Вежбе снаге помоћу швајцарске лопте и изометријске мишићне контракције са малим оптерећењима и дужег трајања ефективне су у ту сврху. Уз наведено, извођење вежби на равнотежним плочама и дисковима за стабилност може смањити вероватноћу повреда доњих екстремитета због повећања осетљивости мишићних вретена и боље постуралне контроле.

2.4 Циклус издужења и скраћења при нестабилним условима

Значајно мање вредности максималне снаге су измерене када се вежбе са оптерећењем изводе при нестабилним него при стабилним условима. Анализа мишићне контракције једног потиска с груди и једног чучња показује различит карактер кривуља при стабилним и при нестабилним условима. Максималне вредности снаге током вежби на стабилној површини биле су не само веће, него су се и постизале раније у поређењу са вежбама потиска с груди и чучња при нестабилним условима (Графикон 2).

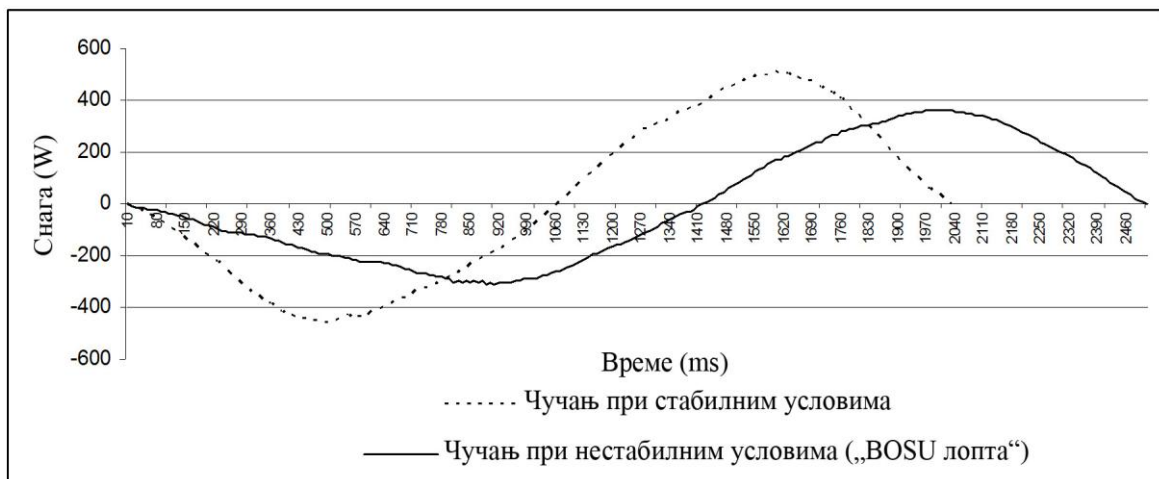


Графикон 2 Однос снага-време при потиску са груди при стабилним и при нестабилним условима (Zemkova, 2010).

Мање вредности максималне снаге током концентричне фазе вежби са оптерећењем, са покретом у супротном правцу, при нестабилној површини може се приписати одложеној амортизационој фази ЦИС. У тренутку када током преласка ексцентричне у концентричну фазу мишићне контракције постижу највеће вредности силе, субјекти морају да одржавају стабилност при нестабилној површини како би убрзали кретање спољашњег оптерећења (шипке са теговима) навише, тј. супротно сили Земљине теже. Због тога ова фаза ЦИС може трајати дуже у поређењу са вежбом која се изводи при стабилним условима. Последице смањења вредности силе и мање брзине извођења вежбе смањење су вредности максималне снаге наредној концентричној фази (Zemkova & Namar, 2010). Прецизније, у највећој је мери компромитована снага у акцелерационој фази потиска с груди. Може се претпоставити да швајцарска лопта узрокује већи степен нестабилности и отежава задатак. Наведено се може документовати знатно већом ЕМГ активношћу мишића који стабилизују труп

при нестабилним у поређењу са стабилним условима током потиска дворучних тегова с груди (Marshall & Murphy, 2006). Висока мишићна активност током вежби које се изводе при нестабилним условима може се приписати њиховој већој стабилизационој функцији. То је последица додатних стресова на мишиће који делују као стабилизатори трупа током потиска с груди на швајцарској лопти постављеној у регију горњег дела грудног коша и са стопалима на поду (Behm & Anderson, 2006).

За особе без претходног искуства са вежбама са оптерећењем при нестабилним оптерећења BOSU-лопта представља довољан изазов за неуромишићни систем, на шта указују мање вредности максималне снаге при нестабилним условима, у поређењу са онима који се изводе при стабилним условима (Графикон 3).



Графикон 3. Однос снага-време током извођења чучња при стабилним и при нестабилним условима (Zemkova, 2010).

Међутим, стопе смањења силе и снаге за обе вежбе су ниже у поређењу са претходним налазима приликом изометријских вежби (Anderson & Behm, 2004), а више од оних саопштених за динамички потисак с груди (Koshida, Urabe, Miyashita, Iwai, & Kagimori, 2008; McBride, Cormie, & Deane, 2008). Овај ефекат може зависити не само од типа вежбе и средства које производи нестабилност већ и од вештине испитиваних субјеката (Kováčiková, Zemková, & Hamar, 2010).

3 ПРЕДМЕТ И ПРОБЛЕМ

Захтеви у смислу стабилности се мењају при промени положаја и/или оптерећења тела. Због тога је централна стабилност динамички концепт који се непрекидно мења у циљу одговора на постурална прилагођавања или спољашња оптерећења. Већа централна стабилност представља основу за производњу веће снаге горњих и доњих екстремитета, због чега повећање централне стабилности треба да буде један од циљева у припреми спортиста.

Предмет истраживања у овом раду су ефекти тренинга са оптерећењем при нестабилним условима на вредности мишићне силе и снаге код студената Факултета спорта и физичког васпитања у Нишу, животне доби 19-25 година.

Према концепту специфичности тренинга, како се све силе не производе у условима стабилности (нпр. извођење вежби на греди у гимнастици, брзо мењање правца окретањем на једној ноzi на неравној природној подлози у фудбалу, ударање пака уз држање равнотеже на једној клизаљци у хокеју итд.), тренинг мора да покуша да што боље имитира захтеве у датом спорту (Behm, 1995). Док већина спортова подразумева динамичку равнотежу, тренинг снаге при стабилним условима се типично обавља у прилично стационарним условима. Да ли је могуће да се побољшања статичке равнотеже или стабилности ефективно преводе у динамичку стабилност још увек је тема дебата. Такође је још увек непознаница да ли тренинг снаге при нестабилним условима може побољшати такмичарску успешност.

Одсуство стабилности може потицати од подлоге или платформе на којој се вежба изводи (нпр. лопта или њихајућа плоча) или од положаја у које се сегменти тела постављају ван потпорне базе тела (нпр. једноручни тегови). Ипак, мора се имати у виду да када особа покуша да апликује силу у условима нестабилности, максималне силе које се постижу у стабилним условима нису могуће због значајнијих функција мишићне стабилизације. То захтева да се број максималних понављања прилагоди, како би се компензовали нестабилни услови.

Допринос тренинга са оптерећењем при нестабилним условима може бити наглашенији код оних којима су циљ здравље и рехабилитација и који не учествују у напорним спортским такмичењима или тренингу са слободним теговима велике тежине. Због свега претходно наведеног, јасно је очљиво да у овој области треба одговорити на многа нерешена питања.

Проблем истраживања у овом раду су ефекти тренинга са оптерећењем при нестабилним условима на параметре мишићне контракције.

4 ЦИЉ И ЗАДАЦИ

Циљ истраживања је био да се утврде ефекти осмонедељног посебно обликованог тренинга са оптерећењем при нестабилним условима на параметре мишићне контракције.

На основу овако дефинисаног општег циља постављени су задаци истраживања:

- Обезбедити адекватан, посебно селекционисани узорак испитаника из популације одраслих људи, млађе животне доби, са редовном физичком активношћу у трајању од најмање један сат дневно, који немају никакво претходно искуство са тренингом при нестабилним условима, као ни претходно значајније искуство у тренингу са оптерећењем.
- Обезбедити адекватне просторне и организационе услове за спровођење експерименталног програма у трајању од осам недеља.
- Обезбедити адекватну опрему за мерење.
- Спровести обуку технике правилног извођења вежби и одредити вредности једног максималног понављања (1RM) код испитаника експерименталних и контролне групе.
- Утврдити разлике параметра једно максимално понављање између група на иницијалном мерењу
- Извршити иницијално мерење одабраних параметара мишићне контракције на адекватном узорку испитаника пре почетка експерименталног третмана.
- Спровести осмонедељни експериментални програм у одговарајућим условима.
- Извршити финално мерење након експерименталног третмана.

- Приступити одговарајућој статистичкој обради података.
- Утврдити разлике параметара мишићне контракције између експерименталних група испитаника на финалном мерењу.
- Утврдити разлике параметра једно максимално понављање између група на финалном мерењу.
- Утврдити разлике између иницијалног и финалног мерења унутар експерименталних група.
- Спровести анализу и интерпретацију резултата истраживања.

5 ХИПОТЕЗЕ

На основу постављеног проблема и предмета истраживања, као и зацртаних циљева, могу се поставити следеће хипотезе:

X₀ Вредности параметара мишићне контракције након тренинга са оптерећењем при нестабилним условима неће се статистички значајно разликовати у односу на вредности параметара мишићне контракције након тренинга са оптерећењем при стабилним условима.

X₁ Вредности параметара мишићне контракције након тренинга са оптерећењем при нестабилним условима статистички ће се значајно разликовати у односу на вредности параметара мишићне контракције након тренинга са оптерећењем при стабилним условима.

X_{1.1} Вредност параметра сила мишићне контракције након тренинга са оптерећењем при нестабилним условима ће се статистички значајно разликовати у односу на вредност истог параметра након тренинга са оптерећењем при стабилним условима.

X_{1.2} Вредност параметра снага мишићне контракције након тренинга са оптерећењем при нестабилним условима ће се статистички значајно разликовати у односу на вредност истог параметра након тренинга са оптерећењем при стабилним условима.

X_{1.3} Вредност параметра брзина након тренинга са оптерећењем при нестабилним условима ће се статистички значајно разликовати у односу на вредност истог параметра након тренинга са оптерећењем при стабилним условима.

X_{1.4} Вредност параметра растојање кретања оптерећења/шипке са теговима при мишићној контракцији након тренинга са оптерећењем при нестабилним условима ће се статистички значајно разликовати у односу на вредност истог параметра након тренинга са оптерећењем при стабилним условима.

X_{1.5} Вредност параметра једно максимално понављање након тренинга са оптерећењем при нестабилним условима ће се статистички значајно разликовати у односу на вредност истог параметра након тренинга са оптерећењем при стабилним условима.

6 МЕТОД ИСТРАЖИВАЊА

6.1 Узорак испитаника

Популацију која је представљала узорак чинили су студенти Факултета спорта и физичког васпитања у Нишу, животне доби од 19 до 22 године са редовном физичком активношћу у трајању од најмање један сат дневно. Испитаници су одабрани тако да немају никакво претходно искуство са тренингом при нестабилним условима, као ни претходно значајније искуство у тренингу са оптерећењем.

Укупни узорак обухваћен овим истраживањем чинило је 75 испитаника мушког пола, који су расподељени у три групе. Прву експерименталну групу ($n=25$) чинили су испитаници који су поред својих уобичајених дневних физичких активности, били укључени у посебно програмирани тренинг са оптерећењем при нестабилним условима. Другу експерименталну групу ($n=25$) чинили су испитаници који су поред својих уобичајених дневних физичких активности, били укључени у посебно програмирани тренинг са оптерећењем при стабилним условима. Контролну групу ($n=25$) чинили су испитаници који су имали само уобичајене дневне физичке активности и нису били укључени ни у један облик тренинга са оптерећењем.

6.2 Узорак мерних инструмената

6.2.1 Мерни инструменти за процену антропометријских карактеристика узорка

- Телесна висина (cm)
- Телесна маса (kg)
- Процент масног ткива (%)

6.2.2 Мерни инструменти за процену параметара мишићне контракције

- Једно максимално понављање (kg)
- Сила (N)
- Снага (W)
- Брзина (cm/s)
- Растојање кретања оптерећења/шипке са теговима (cm)

6.3 Опис мерних инструмената

6.3.1 Антропометријске карактеристике узорка

6.3.1.1 Висина тела

Мерење висине тела вршено је антропометром *GPM* (Швајцарска) код испитаника који је стајао на хоризонталној равној подлози у усправном ставу са испруженим леђима и спојеним петама. Доња страна крака антропометра постављена је на најистуренији део темена главе (*vertex*). Резултат мерења очитаван је са тачношћу 0,1 cm.

6.3.1.2 Телесна маса

Мерење телесне тежине вршено је електронском вагом *Tefal 6010* (Француска) код испитаника који је, минимално обучен, стајао на стајној осовини ваге мирно у усправном ставу. Резултат мерења очитаван је са екрана ваге са тачношћу од 0,1 kg.

6.3.1.3 Процент масног ткива

Процент масног ткива испитаника процењиван је индиректно коришћењем лабораторијске методе анализе биоелектричне импеданце. За анализу биоелектричне импеданце коришћен је апарат *Omron BF 300* (Јапан). Пре мерења у апарат су, помоћу нумеричке тастатуре, уношени претходно добијени подаци о висини тела, телесној тежини, годинама старости и полу испитаника. При мерењу испитаник је стајао на хоризонталној равној подлози у усправном ставу и са благо размакнутих ногама. Контакт са апаратом оствариван је чврстим стиском шака и прстију око електрода. За време мерења апарат је постављан под правим углом у односу на вертикалну линију осовине тела испитаника. Испитанику су претходно давана упутства да за време мерења не помера тело. Подаци о проценту масног ткива очитавани су са екрана апарата са тачношћу 0,1%.

6.3.2 Параметри мишићне контракције

6.3.2.1 Параметар једно максимално понављање одређен тестом потисак са груди

Тест потисак са груди са једним максималним понављањем (*engl. One-repetition Maximum test–Bench press*) коришћен је за процену укупне силе мишића ангажованих при екстензији руке (*mm. pectorales, m. triceps brachii, m. deltoideus*) на основу вредности максималног оптерећења (израженог у kg), коју испитаник може да подигне потиском са клупе. Приликом извођења теста поштован је следећи стандардизовани протокол:

- Испитаник треба да држи леђа на клупи, оба стопала на поду, док хват шипке са теговима треба да буде у ширини рамена са длановима нагоре. Примењује се уобичајени рад са теговима (*free weights*). Две особе као помагачи треба да присуствују свим понављањима. Они додају тегове испитанику. Испитаник почиње подизање са шипком у подигнутој позицији са рукама које су потпуно испружене. Шипка се спушта до груди и онда подиже поново нагоре док се руке не врате у почетну позицију. Задржавање удаха (Валсава-маневар) требало би избећи.
- Испитаник треба да се навикне на услове теста (потисак са клупе), лагано се загревајући кроз пет до десет понављања са 40-60% масе тегова од процењеног максималног понављања.
- После одмора са лаганим растезањем у трајању од два минута, испитаник изводи три до пет понављања са 60-80% масе тегова од процењеног максималног понављања. Након ове процедуре испитаник би требало да буде близу процењеног максимума.
- Затим се повећава маса тегова, након чега испитаник покушава да изведе понављање кроз цео распон кретања. Уколико је подизање успешно, дозвољава се одмор од 3 до 5 min. Процес се наставља, уз повећање масе тегова, док не уследи неуспешни покушај. Највећа маса успешно подигнутог терета означава се као једно максимално понављање (*1-repetition maximum–1RM*).

Број испитивача: 1

Број помагача: 2

Средства: Клупа за избачај са груди (*bench press*), тегови и шипка.

Место: Добро опремљена сала за вежбање (теретана) са свим условима неопходним за валидно тестирање.

6.3.2.2 Параметар једно максимално понављање одређен тестом чучањ

Тест чучањ са једним максималним понављањем (*One-repetition Maximum test–Squat*) служи за теренску процену силе мишића ногу (*m. gluteus, m. quadriceps femoris*).

Приликом извођења теста поштован је следећи стандардизовани протокол:

- Испитаник треба да заузме стојећи став са стопалима у ширини рамена. Опрема са којом се овај тест изводи може да се састоји од шипке са теговима (*free weights*). Две особе као помагачи треба да присуствују свим подизањима и у случају неуспешног извођења треба да преузму терет и тиме спрече настанак повреда. Испитаник почиње извођење чучња са теретом на леђима спуштањем до позиције када натколеница и потколеница у зглобу колена формирају угао од 90°, након тога се враћа у почетну позицију.
- Испитаник треба да се навикне на услове теста (чучањ са оптерећењем), лагано се загревајући кроз пет до десет понављања са 40-60% масе тегова од процењеног максималног понављања.
- После одмора са лаганим растезањем у трајању од 60 s, испитаник изводи три до пет понављања са 60-80% масе тегова од процењеног максималног понављања. Након ове процедуре испитаник би требало да буде близу процењеног максимума.
- Затим се повећава маса тегова, након чега испитаник покушава да изведе понављање кроз цео распон кретања. Уколико је подизање успешно, дозвољава се одмор од 3 до 5 минута. Процес се наставља, уз повећање масе тегова, док не уследи неуспешни покушај. За чучањ се препоручује повећање оптерећења за 2,5-10 kg. Највећа маса успешно подигнутог терета означава се као једно максимално понављање (*1-repetition maximum–IRM*).

Број испитивача: 1

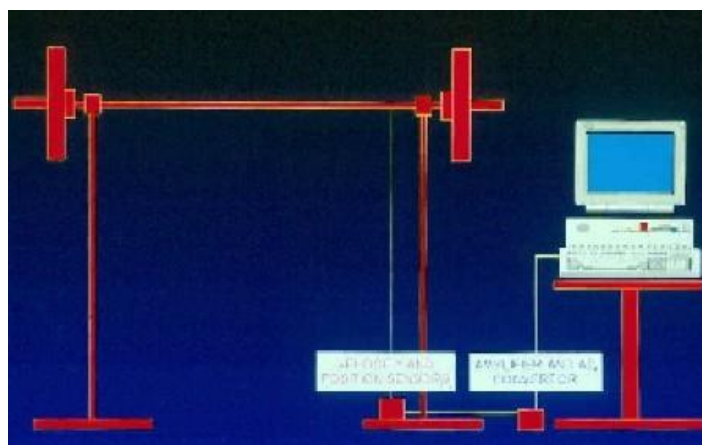
Број помагача: 2

Средства: тегови и шипка.

Место: Добро опремљена сала за вежбање (теретана) са свим условима неопходним за валидно тестирање.

6.3.2.3 Параметри сила, снага, брзина и растојање кретања оптерећења/шипке са теговима одређени тестом потисак са груди

Приликом промене брзине и убрзања током сваког покрета долази до промене мишићне снаге. Подизање исте масе или савладавање истог оптерећења у зависности од брзине извођења тог покрета производи различиту мишићну снагу. Параметри сила, снага, брзина и растојање кретања оптерећења/шипке са теговима током теста потисак са груди регистровани су употребом специјално дизајнираног система (*Fitrodine Premium, Fitronic, Slovakia*). Систем се састоји од веома прецизног аналогног уређаја механички спојеног са теговима или машинама које представљају оптерећење. Он региструје промену брзине током времена и на тај начин израчунава убрзање приликом вертикалног покрета. Да би се израчунала снага, потребно је још имати податак о маси тегова. *Fitrodyne Premium* је повезан са преносним рачунаром (Слика 3).



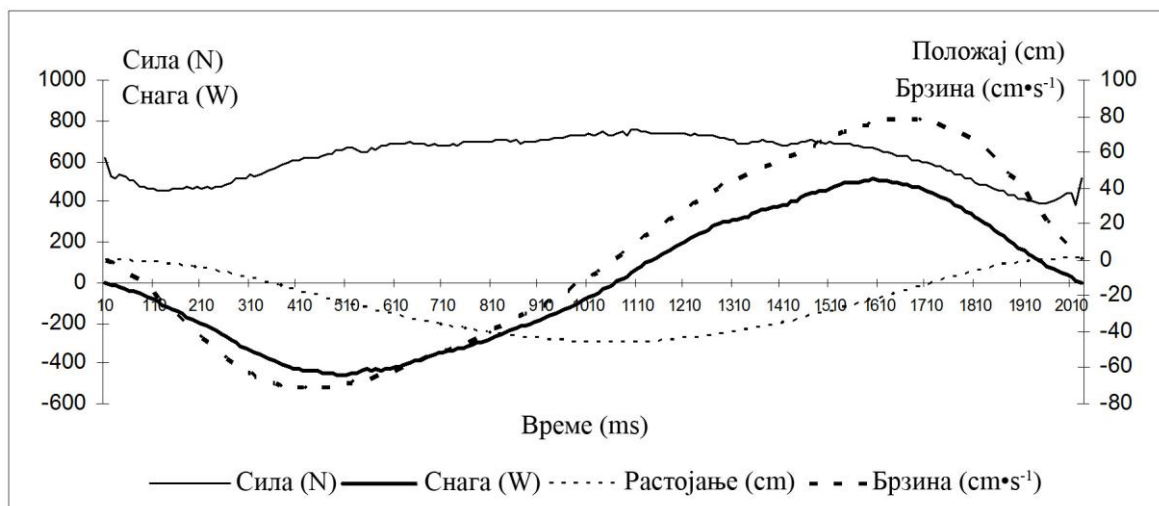
Слика 3. Систем за мерење параметара мишићне контракције *Fitrodine Premium* повезан са рачунаром.

Овај систем представља један од најквалитетнијих уређаја за мерење мишићне снаге, чија је валидност и поузданост потврђена (Jennings, Viljoen, Durandt, & Lambert, 2005). *Fitrodine Premium* је последњих година кориштен у већем броју истраживања чији су резултати објављени у водећим научним часописима (Rhea, Peterson, Oliverson, Ayllón, & Potenziano, 2008; Jones, Fry, Weiss, Kinzey, & Moore, 2008; Rhea, & Kenn, 2009; Ignjatovic, Radovanovic, Stankovic, Markovic & Kocic, 2011). Рад система базиран је на механичком принципу II Њутновог закона, према којем је сила, као механичка карактеристика кретања, дефинисана производом масе тела и убрзања које је то тело добило деловањем силе. Из наведеног израза произлази да се сила може одредити из масе тела и убрзања које му сила саопштава ($F = m \cdot a$). Јединица за силу у SI-систему је Њутн (Newton–N) и представљена је као килограм пута метар кроз секунд на квадрат

($\text{Kg} \cdot \text{m} / \text{s}^2$). У физици је снага (P) дефинисана као извршен рад (A) у јединици времена (t). Јединица за снагу у SI-систему је Ват ($\text{Watt} = \text{W}$) и представљена је Џулом ($\text{Joule} = \text{J}$) по секунди. Према томе, снага се може дефинисати као производ силе и брзине којом се та сила реализује (при чему је S пут који тело пређе док на њега делује сила):

$$P = A / t \quad (A = F \cdot S) \rightarrow P = F \cdot S / t \quad (V = S / t) \rightarrow P = F \cdot V$$

Приликом извођења теста поштован је следећи стандардизовани протокол: испитаник треба да држи леђа на клупи, оба стопала на поду, док хват шипке са теговима треба да буде у ширини рамена са длановима нагоре. Испитаник почиње извођење са шипком у подигнутој позицији са рукама које су потпуно испружене. Шипка се спушта до груди и онда подиже поново нагоре, док се руке не врате у почетну позицију. Задржавање удаха (Валсава-маневар) требало би избећи. Уређај *Fitrodine Premium* се поставља на под и причвршћује за шипку која носи тегове посебно дизајнираном најлонском траком. При извођењу вежби трака се повлачи кретањем шипке под правим углом. Добијени сигнали се дигитално конвертују, софтверски филтрирају, док се графички запис приказује током целог покрета на екрану компјутера (Графикон 4). Подаци се затим смештају у меморију компјутера.



Графикон 4. Приказ вредности силе, брзине, снаге и положаја (при фреквенци рада система 100 Hz)

У иницијалном делу ексцентричне фазе мишићне контракције вредност силе се смањује под утицајем вредности силе гравитације, али након достизања максималне брзине у кретању надоле, мишићна сила расте у циљу заустављања и успоравања покрета. Највеће вредности мишићне силе постижу се око тачке враћања, на преласку из ексцентричне у концентричну фазу. Велика вредност мишићне силе на почетку ове фазе убрзава кретање навише до достизања максималне брзине. Како се сила под утицајем гравитације смањује, долази до успоравања које резултује нултом брзином у горњем (највишем) положају (Natar, 2008). У ексцентричној фази мишићне контракције такође постоје негативне вредности снаге. Оне постају позитивне током концентричне фазе контракције. Системом *Fitrodine Premium* региструје се нагли пораст вредности мишићне снаге, праћен једном врстом платоа упркос чињеници да долази до брзих промена вредности мишићне силе и брзине. Објашњење оваквог изгледа кривуље на Графикону 4 је у томе што велика мишићна сила и мала брзина (почетак концентричне фазе), умерена мишићна сила и умерена брзина (средина концентричне фазе) и мала мишићна сила и велика брзина (на приближно 2/3 растојања од доњег до горњег положаја) дају приближно исте вредности производа мишићне снаге.

Број испитивача: 2

Број помагача: 2

Средства: Систем *Fitrodine Premium* повезан са рачунаром, клупа за избачај са груди (*bench press*), тегови и шипка.

Место: Добро опремљена сала за вежбање (теретана) са свим условима неопходним за валидно тестирање.

6.3.2.4 *Параметри сила, снага, брзина и растојање кретања оптерећења/шипке са теговима одређени тестом чучањ*

Параметри сила, снага, брзина и растојање кретања оптерећења/шипке са теговима током теста чучањ такође су регистровани употребом система *Fitrodine Premium*. Приликом извођења теста поштован је следећи стандардизовани протокол: Испитаник треба да заузме стојећи став са стопалима у ширини рамена. Опрема са којом се овај тест изводи састоји се од шипке са теговима (*free weights*) и система *Fitrodine Premium*. Две особе као помагачи треба да присуствују свим извођењима и да у случају неуспешног извођења преузму терет и тиме спрече настанак повреда. Испитаник почиње извођење

чучња, са теретом на леђима, спуштањем до позиције када натколеница и потколеница у зглобу колена формирају угао од 90° , а након тога се враћа у почетну позицију. *Fitrodine Premium* се поставља на под и причвршћује за шипку која носи тегове посебно дизајнираном најлонском траком. При извођењу вежби трака се повлачи кретањем шипке под правим углом. Добијени сигнали се дигитално конвертују, софтверски филтрирају, док се графички запис приказује током целог покрета на екрану компјутера. Подаци се затим смештају у меморију компјутера. Обзиром да се користи исти систем као код теста потисак са груди, описе графичког приказа и остала објашњења рада система нећемо понављати.

Број испитивача: 2

Број помагача: 2

Средства: Систем *Fitrodine Premium* повезан са рачунаром, тегови и шипка.

Место: Добро опремљена сала за вежбање (теретана) са свим условима неопходним за валидно тестирање.

6.4 Организација мерења

Мерење параметара мишићне контракције током целе концентричне и ексцентричне фазе код испитаника експерименталних група, као и одређивање вредности једног максималног понављања код свих испитаника, спроведено је у добро опремљеној теретани (вежбаоници) у преподневним часовима.

За реализацију сваког мерења (иницијалног и финалног) у оквиру група било је потребно четири дана, по четири сата дневно. Мерења су обављали висококвалификовани стручњаци са претходним искуством у поменутиим мерењима.

6.5 Експериментални поступак

Експериментални програм је трајао осам недеља, уз претходну обуку правилне технике извођења вежби за развој мишићне силе и снаге која је трајала недељу дана.

Испитаници прве експерименталне групе су вежбали два пута недељно, што укупно чини 16 тренинга. Испитаници друге експерименталне групе су такође вежбали два пута недељно, што укупно чини 16 тренинга. Тренинзи ће се изводити у јутарњим часовима у теретани под надзором висококвалификованих стручњака са претходним искуством у оваквој врсти тренинга.

Експериментални програм тренинга за развој мишићне силе и снаге је предложен од стране кандидата, реализатора пројекта, уз поштовање препорука водећих светских аутора који се баве овом тематиком (Stanton, Reaburn & Humphries, 2004; Willardson, 2004; Mccurdy, Langford, Doscher, Wiley, & Mallard, 2005; Behm & Anderson, 2006; Marshall & Murphy, 2006; Zatsiorsky & Kreamer, 2006; Zemkova & Hमार, 2010).

Након обуке правилног извођења технике вежби, а пре почетка експерименталног програма извршено је иницијално мерење. Испитаници прве експерименталне групе били су укључени у тренинг са оптерећењем при нестабилним условима у теретани, док су испитаници друге експерименталне групе били укључени у тренинг са оптерећењем при уобичајеним, стабилним условима у теретани. Испитаници контролне групе нису били укључени ни у један облик тренинга са оптерећењем.

Уводни део тренинга имао је за циљ припрему организма испитаника за рад који предстоји. Он се састојао од вежби за растезање мишића и повећање покретљивости зглобова. Главни део тренинга је садржао вежбе потисак са груди и чучањ.

Испитаници прве експерименталне групе изводили су шест серија по осам понављања вежбу потисак са груди са шипком и теговима уз оптерећење од 50% од претходно одређене вредности једног максималног понављања (1RM). Испитаници су постављали торакалну регију тела на швајцарску лопту (нестабилна подлога), оба стопала на под, док је хват шипке са теговима био у ширини рамена са длановима нагоре. Вежбу потисак са груди испитаници су започињали са шипком у подигнутој позицији са рукама које потпуно испружене. Шипку са теговима су затим спуштали до груди, а онда поново подизали нагоре док се руке не врате у почетну позицију (Слика 4). Приликом извођења вежбе од испитаника је захтевано да избегавају задржавање удаха (Валсава-маневар). Одмор између серија био је два минута.



Слика 4. Положај испитаника током извођења вежбе потисак са груди при нестабилним условима.

Након одмора од 5 минута након последње серије вежбе потисак са груди, испитаници прве експерименталне групе изводили су шест серија по осам понављања вежбу чучањ са теговима и шипком коју су држали на леђима, уз оптерећење од 50% од претходно одређене вредности једног максималног понављања, из стојећег положаја на BOSU-лопти (нестабилна подлога). Испитаници су започињали вежбу чучањ са теретом на леђима спуштањем до позиције када натколеница и потколеница у зглобу колена формирају угао од 90° (слика 5), а након тога се се враћали у почетну позицију.

Одмор између серија био два минута. Након последње серије вежбе чучањ следио је завршни део тренинга који је садржао вежбе растезања.



Слика 5. Положај испитаника током извођења вежбе чучањ при нестабилним условима

Испитаници друге експерименталне групе изводили су шест серија по осам понављања вежбу потисак са груди са шипком и теговима уз оптерећење од 50% од претходно одређене вредности једног максималног понављања (1RM). Испитаници су постављали торакалну регију тела на равну клупу (стабилна подлога), оба стопала на под, док је хват шипке са теговима био у ширини рамена са длановима нагоре. Вежбу потисак са груди испитаници су започињали са шипком у подигнутој позицији са рукама које су потпуно испружене. Шипку са теговима су затим спуштали до груди, а онда поново подизали нагоре док се руке не врате у почетну позицију (Слика 6). Приликом извођења вежбе од испитаника је захтевано да избегавају задржавање удаха (Валсава-маневар). Одмор између серија био је два минута.



Слика 6. Положај испитаника током извођења вежбе потисак са груди при стабилним условима

Након одмора од 5 минута након последње серије вежбе потисак са груди, испитаници друге експерименталне групе изводили су шест серија по осам понављања вежбу чучањ са теговима и шипком коју су држали на леђима, уз оптерећење од 50% од претходно одређене вредности једног максималног понављања, из стојећег положаја на равној подлози – поду теретане (стабилна подлога). Испитаници су започињали вежбу чучањ са теретом на леђима спуштањем до позиције када натколеница и потколеница у зглобу колена формирају угао од 90° (Слика 7), а након тога су се враћали у почетну позицију. Одмор између серија је био два минута. Након последње серије вежбе чучањ следио је завршни део тренинга који је садржао вежбе растезања.



Слика 7. Положај испитаника током извођења вежбе чучањ при нестабилним условима

6.6 Методе обраде података

Подаци добијени претходно описаним поступком мерења су анализирани применом дескриптивне статистике уз одређивање основне мере централне тенденције (средња вредност) и мере дисперзије (стандардна девијација, минимална и максимална вредност праћених варијабли). Правилност дистрибуције испитиваних варијабли утврђена је применом непараметријског теста Колмогоров-Смирнов (*Kolmogorov-Smirnov's test*). Разлике између варијабли утврђене су применом униваријантне анализе варијансе (*ANOVA*). Разлике између група у односу на примењене тренажне моделе, као експерименталног фактора, утврђене су применом мултваријантне анализе варијансе (*MANOVA*). Разлике између појединачних варијабли утврђене су применом Студентовог т-теста (*Student's t-test*).

7 РЕЗУЛТАТИ

7.1 Дескриптивни статистички показатељи узраста и антропометријских карактеристика испитаника на иницијалном мерењу

Табела 1. Основни статистички показатељи узраста и антропометријских карактеристика на иницијалном мерењу испитаника прве експерименталне групе (EXP1, n=25), који су били укључени у посебно програмирани тренинг са оптерећењем при нестабилним условима.

Варијабла (јединица)	Mean	SD	Min	Max	p
Узраст (године)	20.9	1.3	19	22	0.21
Телесна висина (cm)	180.4	6.24	172.2	202.1	0.92
Телесна маса (kg)	76.8	6.76	63.3	94.1	0.99
Масно ткиво (%)	14.93	4.27	8.8	20.6	0.75

Легенда: **Mean** - Аритметичка средина; **SD** - Стандардна девијација; **Min** – Минимална вредност; **Max** – Максимална вредност; **p** – Статистичка значајност теста Колмогоров-Смирнов.

У Табели 1. приказани су резултати дескриптивне статистике узраста и антропометријских карактеристика на иницијалном мерењу испитаника прве експерименталне групе (EXP1, n=25), који су били укључени у посебно програмирани тренинг са оптерећењем при нестабилним условима. Резултати Колмогоров-Смирнов теста су показали да све варијабле имају правилну дистрибуцију, односно да дистрибуција резултата не одступа значајно од нормалне дистрибуције.

Табела 2. Основни статистички показатељи узраста и антропометријских карактеристика испитаника друге експерименталне групе (EXP2, n=25), који су били укључени у посебно програмирани тренинг са оптерећењем при стабилним условима

Варијабла (јединица)	Mean	SD	Min	Max	p
Узраст (године)	20.8	1.5	19	22	0.13
Телесна висина (cm)	179.64	7.04	166.1	198.3	0.95
Телесна маса (kg)	77.28	8.17	61.2	91.1	0.88
Масно ткиво (%)	15.36	5.08	8.5	21.4	0.79

Легенда: **Mean** - Аритметичка средина; **SD** - Стандардна девијација; **Min** – Минимална вредност; **Max** – Максимална вредност; **p** – Статистичка значајност теста Колмогоров-Смирнов.

У Табели 2. приказани су резултати дескриптивне статистике узраста и антропометријских карактеристика на иницијалном мерењу испитаника друге експерименталне групе (EXP2, n=25), који су били укључени у посебно програмирани тренинг са оптерећењем при стабилним условима. Резултати Колмогоров-Смирнов теста су показали да све варијабле имају правилну дистрибуцију, односно да дистрибуција резултата не одступа значајно од нормалне дистрибуције.

Табела 3. Основни статистички показатељи антропометријских карактеристика испитаника који су чинили контролну групу (KON, n=25) и нису били укључени ни у један облик тренинга са оптерећењем.

Варијабла (јединица)	Mean	SD	Min	Max	p
Узраст (године)	20.6	1.6	19	22	0.14
Телесна висина (cm)	181.44	6.13	170.3	199.2	0.95
Телесна маса (kg)	79.04	6.21	66.1	91.1	0.97
Масно ткиво (%)	15.78	4.89	9.1	19.7	0.8

Легенда: **Mean** - Аритметичка средина; **SD** - Стандардна девијација; **Min** – Минимална вредност; **Max** – Максимална вредност; **p** – Статистичка значајност теста Колмогоров-Смирнов.

У Табели 3. приказани су резултати дескриптивне статистике узраста и антропометријских карактеристика на иницијалном мерењу испитаника контролне групе (KON, n=25), који нису били укључени ни у један облик тренинга са оптерећењем. Резултати Колмогоров-Смирнов теста су показали да све варијабле имају правилну дистрибуцију, односно да дистрибуција резултата не одступа значајно од нормалне дистрибуције.

Анализа резултата дескриптивне статистике узраста и антропометријских карактеристика испитаника прве експерименталне групе, друге експерименталне групе и испитаника контролне групе на иницијалном мерењу показује да варијабле имају правилну дистрибуцију, односно да дистрибуција резултата не одступа значајно од нормалне дистрибуције.

7.2 Разлике узраста и антропометријских карактеристика између група на иницијалном мерењу

Табела 4. Резултати униваријантне анализе варијансе (ANOVA) варијабле узраст између испитаника прве експерименталне групе (EXP1, n=25), друге експерименталне групе (EXP2, n=25) и испитаника контролне групе (KON, n=25) на иницијалном мерењу.

Варијабла (јединица)	F	p
Узраст (године)	0.944	0.39

У Табели 4. приказани су резултати униваријантне анализе варијансе (ANOVA) варијабле узраст између испитаника прве експерименталне групе, друге експерименталне групе и испитаника контролне групе на иницијалном мерењу. Након анализе добијених резултата утврђено је да не постоје статистички значајне разлике између група испитаника, што значи да су групе биле уједначене у односу на узраст пре отпочињања експерименталног поступка.

Табела 5. Резултати униваријантне анализе варијансе (ANOVA) варијабле телесна висина између испитаника прве експерименталне групе (EXP1, n=25), друге експерименталне групе (EXP2, n=25) и испитаника контролне групе (KON, n=25) на иницијалном мерењу.

Варијабла (јединица)	F	p
Телесна висина (cm)	0.486	0.62

У Табели 5. приказани су резултати униваријантне анализе варијансе (ANOVA) варијабле телесна висина између испитаника прве експерименталне групе, друге експерименталне групе и испитаника контролне групе на иницијалном мерењу. Након анализе добијених резултата утврђено је да не постоје статистички значајне разлике између група испитаника, што значи да су групе биле уједначене у односу на варијаблу телесна висина пре отпочињања експерименталног поступка.

Табела 6. Резултати униваријантне анализе варијансе (ANOVA) варијабле телесна тежина између испитаника прве експерименталне групе (EXP1, n=25), друге експерименталне групе (EXP2, n=25) и испитаника контролне групе (KON, n=25) на иницијалном мерењу.

Варијабла (јединица)	F	p
Телесна маса (kg)	0.69	0.51

У Табели 6. приказани су резултати униваријантне анализе варијансе (ANOVA) варијабле телесна маса између испитаника прве експерименталне групе, друге експерименталне групе и испитаника контролне групе на иницијалном мерењу. Након анализе добијених резултата утврђено је да не постоје статистички значајне разлике између група испитаника, што значи да су групе биле уједначене у односу на варијаблу телесна тежина пре отпочињања експерименталног поступка.

Табела 7. Резултати униваријантне анализе варијансе (ANOVA) варијабле проценат масног ткива између испитаника прве експерименталне групе (EXP1, n=25), друге експерименталне групе (EXP2, n=25) и испитаника контролне групе (KON, n=25) на иницијалном мерењу.

Варијабла (јединица)	F	p
Масно ткиво (%)	0.375	0.69

У Табели 7. приказани су резултати униваријантне анализе варијансе (ANOVA) варијабле проценат масног ткива између испитаника прве експерименталне групе, друге експерименталне групе и испитаника контролне групе на иницијалном мерењу. Након анализе добијених резултата утврђено је да не постоје статистички значајне разлике између група испитаника, што значи да су групе биле уједначене у односу на варијаблу проценат масног ткива пре отпочињања експерименталног поступка.

Анализом резултата испитиваних антропометријских карактеристика закључено је да не постоје статистички значајне разлике између испитаника прве експерименталне групе, друге експерименталне групе и испитаника контролне групе на иницијалном мерењу, односно да су групе испитаника биле уједначене према антропометријским карактеристикама пре отпочињања експерименталног поступка.

7.3 Дескриптивни статистички показатељи параметара мишићне контракције на иницијалном мерењу

Табела 8. Основни статистички показатељи параметара мишићне контракције испитаника прве експерименталне групе (EXP1, n=25) одређени тестом потисак са груди на иницијалном мерењу.

Параметар (јединица)	Mean	SD	Min	Max	p
Једно максимално понављање (kg)	81	17.62	50	110	0.72
Сила (N)	708.36	294.84	377	1574	0.47
Снага (W)	491.44	93.37	357	686	0.93
Брзина (cm/s)	103.24	15.23	63	147	0.71
Растојање кретања оптерећења/шипке са теговима (cm)	25.64	3.29	18	31	0.69

Легенда: **Mean** - Аритметичка средина; **SD** - Стандардна девијација; **Min** – Минимална вредност; **Max** – Максимална вредност; **p** – Статистичка значајност теста Колмогоров-Смирнов.

У Табели 8. приказани су резултати дескриптивне статистике параметара мишићне контракције испитаника прве експерименталне групе (EXP1, n=25) одређени тестом потисак са груди на иницијалном мерењу. Резултати Колмогоров-Смирнов теста су показали да све варијабле имају правилну дистрибуцију, односно да дистрибуција резултата не одступа значајно од нормалне дистрибуције.

Табела 9. Основни статистички показатељи параметара мишићне контракције испитаника прве експерименталне групе (EXP1, n=25) одређени тестом чучањ на иницијалном мерењу.

Параметар (јединица)	Mean	SD	Min	Max	p
Једно максимално понављање (kg)	83.8	15.5	60	110	0.43
Сила (N)	664.92	168.77	447	1029	0.89
Снага (W)	650.52	212.73	418	1237	0.64
Брзина (cm/s)	119	15.64	91	151	0.58
Растојање кретања оптерећења/шипке са теговима (cm)	33.56	5.17	21	42	0.59

Легенда: **Mean** - Аритметичка средина; **SD** - Стандардна девијација; **Min** – Минимална вредност; **Max** – Максимална вредност; **p** – Статистичка значајност теста Колмогоров-Смирнов.

У Табели 9. приказани су резултати дескриптивне статистике параметара мишићне контракције испитаника прве експерименталне групе (EXP1, n=25) одређени тестом чучањ на иницијалном мерењу. Резултати Колмогоров-Смирнов теста су показали да све варијабле имају правилну дистрибуцију, односно да дистрибуција резултата не одступа значајно од нормалне дистрибуције.

Табела 10. Основни статистички показатељи параметара мишићне контракције испитаника друге експерименталне групе (EXP2, n=25) одређени тестом потисак са груди на иницијалном мерењу.

Параметар (јединица)	Mean	SD	Min	Max	p
Једно максимално понављање (kg)	81.8	13.3	55	100	0.59
Сила (N)	593.24	162.33	361	965	0.99
Снага (W)	490.56	65.95	357	626	0.81
Брзина (cm/s)	117.68	16.07	93	158	0.78
Растојање кретања оптерећења/шипке са теговима (cm)	24.08	2.38	20	28	0.8

Легенда: **Mean** - Аритметичка средина; **SD** - Стандардна девијација; **Min** – Минимална вредност; **Max** – Максимална вредност; **p** – Статистичка значајност теста Колмогоров-Смирнов.

У Табели 10. приказани су резултати дескриптивне статистике параметара мишићне контракције испитаника друге експерименталне групе (EXP2, n=25) одређени тестом потисак са груди на иницијалном мерењу. Резултати Колмогоров-Смирнов теста су показали да све варијабле имају правилну дистрибуцију, односно да дистрибуција резултата не одступа значајно од нормалне дистрибуције.

Табела 11. Основни статистички показатељи параметара мишићне контракције испитаника друге експерименталне групе (EXP2, n=25) одређени тестом чучањ на иницијалном мерењу.

Параметар (јединица)	Mean	SD	Min	Max	p
Једно максимално понављање (kg)	84.4	15.02	65	110	0.31
Сила (N)	754.96	114.21	527	972	0.95
Снага (W)	680.92	109.32	485	847	0.63
Брзина (cm/s)	110.2	11.39	94	132	0.29
Растојање кретања оптерећења/шипке са теговима (cm)	34.6	4.92	26	42	0.64

Легенда: **Mean** - Аритметичка средина; **SD** - Стандардна девијација; **Min** – Минимална вредност; **Max** – Максимална вредност; **p** – Статистичка значајност теста Колмогоров-Смирнов.

У Табели 11. приказани су резултати дескриптивне статистике параметара мишићне контракције испитаника друге експерименталне групе (EXP2, n=25) одређени тестом чучањ на иницијалном мерењу. Резултати Колмогоров-Смирнов теста су показали да све варијабле имају правилну дистрибуцију, односно да дистрибуција резултата не одступа значајно од нормалне дистрибуције.

Табела 12. Основни статистички показатељи параметра једно максимално понављање испитаника контролне групе (KON, n=25) одређени тестом потисак са груди на иницијалном мерењу.

Параметар (јединица)	Mean	SD	Min	Max	p
Једно максимално понављање (kg)	82.6	13.08	50	100	0.7

Легенда: **Mean** - Аритметичка средина; **SD** - Стандардна девијација; **Min** – Минимална вредност; **Max** – Максимална вредност; **p** – Статистичка значајност теста Колмогоров-Смирнов.

У Табели 12. приказани су резултати дескриптивне статистике параметра једно максимално понављање испитаника контролне групе (KON, n=25) одређени тестом потисак са груди на иницијалном мерењу. Резултати Колмогоров-Смирнов теста су показали да варијабла има правилну дистрибуцију, односно да дистрибуција резултата не одступа значајно од нормалне дистрибуције.

Табела 13. Основни статистички показатељи параметара једно максимално понављање испитаника контролне групе (KON, n=25) одређени тестом чучањ на иницијалном мерењу.

Параметар (јединица)	Mean	SD	Min	Max	p
Једно максимално понављање (kg)	85.8	14.77	60	110	0.45

Легенда: **Mean** - Аритметичка средина; **SD** - Стандардна девијација; **Min** – Минимална вредност; **Max** – Максимална вредност; **p** – Статистичка значајност теста Колмогоров-Смирнов.

У Табели 13. приказани су резултати дескриптивне статистике параметра једно максимално понављање испитаника контролне групе (KON, n=25) одређени тестом чучањ на иницијалном мерењу. Резултати Колмогоров-Смирнов теста су показали да варијабла има правилну дистрибуцију, односно да дистрибуција резултата не одступа значајно од нормалне дистрибуције.

7.4 Разлике параметра једно максимално понављање између група на иницијалном мерењу

Табела 14. Резултати униваријантне анализе варијансе (ANOVA) параметра једно максимално понављање одређени тестом потисак са груди између испитаника прве експерименталне групе (EXP1, n=25), друге експерименталне групе (EXP2, n=25) и испитаника контролне групе (KON, n=25) на иницијалном мерењу.

Параметар (јединица)	F	p
Једно максимално понављање (kg)	0.073	0.93

У Табели 14. приказани су резултати униваријантне анализе варијансе (ANOVA) параметра једно максимално понављање одређеног тестом потисак са груди између испитаника прве експерименталне групе, друге експерименталне групе и испитаника контролне групе на иницијалном мерењу. Након анализе добијених резултата утврђено је да не постоје статистички значајне разлике између група испитаника, што значи да су групе биле уједначене у односу на параметар једно максимално понављање одређен тестом потисак са груди пре отпочињања експерименталног поступка.

Табела 15. Резултати униваријантне анализе варијансе (ANOVA) параметра једно максимално понављање одређени тестом чучањ између испитаника прве експерименталне групе (EXP1, n=25), друге експерименталне групе (EXP2, n=25) и испитаника контролне групе (KON, n=25) на иницијалном мерењу.

Параметар (јединица)	F	p
Једно максимално понављање (kg)	0.116	0.89

У Табели 15. приказани су резултати униваријантне анализе варијансе (ANOVA) параметра једно максимално понављање одређеног тестом чучањ између испитаника прве експерименталне групе, друге експерименталне групе и испитаника контролне групе на иницијалном мерењу. Након анализе добијених резултата утврђено је да не постоје статистички значајне разлике између група испитаника, што значи да су групе биле уједначене у односу на параметар једно максимално понављање одређен тестом чучањ пре отпочињања експерименталног поступка.

7.5 Дескриптивни статистички показатељи антропометријских карактеристика испитаника на финалном мерењу

Табела 16. Основни статистички показатељи антропометријских карактеристика на финалном мерењу испитаника прве експерименталне групе (EXP1, n=25), који су били укључени у посебно програмирани тренинг са оптерећењем при нестабилним условима.

Варијабла (јединица)	Mean	SD	Min	Max
Телесна висина (cm)	180.5	6.2	172.1	202.2
Телесна маса (kg)	76.8	6.4	64.3	93.3
Масно ткиво (%)	14.64	3.09	9.1	20.2

Легенда: **Mean** - Аритметичка средина; **SD** - Стандардна девијација; **Min** – Минимална вредност; **Max** – Максимална вредност.

У Табели 16. приказани су резултати дескриптивне статистике антропометријских карактеристика на финалном мерењу испитаника прве експерименталне групе (EXP1, n=25), који су били укључени у посебно програмирани тренинг са оптерећењем при нестабилним условима.

Табела 17. Основни статистички показатељи антропометријских карактеристика на финалном мерењу испитаника друге експерименталне групе (EXP2, n=25), који су били укључени у посебно програмирани тренинг са оптерећењем при стабилним условима

Варијабла (јединица)	Mean	SD	Min	Max
Телесна висина (cm)	179.68	7.13	166.1	198.3
Телесна тежина (kg)	77.32	7.6	62.2	92.1
Масно ткиво (%)	15.27	3.18	9.6	20.5

Легенда: **Mean** - Аритметичка средина; **SD** - Стандардна девијација; **Min** – Минимална вредност; **Max** – Максимална вредност.

У Табели 17. приказани су резултати дескриптивне статистике антропометријских карактеристика на финалном мерењу испитаника друге експерименталне групе (EXP2, n=25), који су били укључени у посебно програмирани тренинг са оптерећењем при стабилним условима.

Табела 18. Основни статистички показатељи антропометријских карактеристика на финалном мерењу испитаника који су чинили контролну групу (KON, n=25) и нису били укључени ни у један облик тренинга са оптерећењем.

Варијабла (јединица)	Mean	SD	Min	Max
Телесна висина (cm)	181.48	6.15	170.2	199
Телесна тежина (kg)	78.78	6.06	66.3	91.5
Масно ткиво (%)	15.31	3.05	8	19.5

Легенда: **Mean** - Аритметичка средина; **SD** - Стандардна девијација; **Min** – Минимална вредност; **Max** – Максимална вредност.

У Табели 18. приказани су резултати дескриптивне статистике антропометријских карактеристика на финалном мерењу испитаника који су чинили контролну групу (KON, n=25) и нису били укључени ни у један облик тренинга са оптерећењем.

7.6 Разлике антропометријских карактеристика између група на финалном мерењу

Табела 19. Резултати униваријантне анализе варијансе (ANOVA) варијабле телесна висина између испитаника прве експерименталне групе (EXP1, n=25), друге експерименталне групе (EXP2, n=25) и испитаника контролне групе (KON, n=25) на финалном мерењу.

Варијабла (јединица)	F	p
Телесна висина (cm)	0.479	0.62

У Табели 19. приказани су резултати униваријантне анализе варијансе (ANOVA) варијабле телесна висина између испитаника прве експерименталне групе, друге експерименталне групе и испитаника контролне групе на финалном мерењу. Након анализе добијених резултата утврђено је да не постоје статистички значајне разлике између група испитаника, што значи да су групе биле уједначене у односу на варијаблу телесна висина после завршетка експерименталног поступка.

Табела 20. Резултати униваријантне анализе варијансе (ANOVA) варијабле телесна тежина између испитаника прве експерименталне групе (EXP1, n=25), друге експерименталне групе (EXP2, n=25) и испитаника контролне групе (KON, n=25) на финалном мерењу.

Варијабла (јединица)	F	p
Телесна маса (kg)	0.603	0.55

У Табели 20. приказани су резултати униваријантне анализе варијансе (ANOVA) варијабле телесна маса између испитаника прве експерименталне групе, друге експерименталне групе и испитаника контролне групе на финалном мерењу. Након анализе добијених резултата утврђено је да не постоје статистички значајне разлике између група испитаника, што значи да су групе биле уједначене у односу на варијаблу телесна маса после завршетка експерименталног поступка.

Табела 21. Резултати униваријантне анализе варијансе (ANOVA) варијабле проценат масног ткива између испитаника прве експерименталне групе (EXP1, n=25), друге експерименталне групе (EXP2, n=25) и испитаника контролне групе (KON, n=25) на финалном мерењу.

Варијабла (јединица)	F	p
Масно ткиво (%)	0.367	0.694

У Табели 21. приказани су резултати униваријантне анализе варијансе (ANOVA) варијабле проценат масног ткива између испитаника прве експерименталне групе, друге експерименталне групе и испитаника контролне групе на финалном мерењу. Након анализе добијених резултата утврђено је да не постоје статистички значајне разлике између група испитаника, што значи да су групе биле уједначене у односу на варијаблу проценат масног ткива после завршетка експерименталног поступка.

Анализом резултата испитиваних антропометријских карактеристика закључено је да не постоје статистички значајне разлике између испитаника прве експерименталне групе, друге експерименталне групе и испитаника контролне групе на финалном мерењу, односно да су групе испитаника биле уједначене према антропометријским карактеристикама после завршетка експерименталног поступка.

7.7 Дескриптивни статистички показатељи параметара мишићне контракције на финалном мерењу

Табела 22. Основни статистички показатељи параметара мишићне контракције испитаника прве експерименталне групе (EXP1, n=25) одређени тестом потисак са груди на финалном мерењу.

Параметар (јединица)	Mean	SD	Min	Max
Једно максимално понављање (kg)	83.6	15.45	55	110
Сила (N)	678.32	261.7	376	1303
Снага (W)	543.6	98.63	372	737
Брзина (cm/s)	111.08	14.03	77	149
Растојање кретања оптерећења/шипке са теговима (cm)	27.44	3.63	21	35

Легенда: **Mean** - Аритметичка средина; **SD** - Стандардна девијација; **Min** – Минимална вредност; **Max** – Максимална вредност.

У табелама 22. и 23. приказани су основни статистички показатељи параметара мишићне контракције испитаника прве експерименталне групе (EXP1, n=25) одређени тестом потисак са груди и тестом чучањ на финалном мерењу.

Табела 23. Основни статистички показатељи параметара мишићне контракције испитаника прве експерименталне групе (EXP1, n=25) одређени тестом чучња на финалном мерењу.

Параметар (јединица)	Mean	SD	Min	Max
Једно максимално понављање (kg)	89.2	14.27	65	115
Сила (N)	685.36	169.2	502	1099
Снага (W)	736.6	195.99	504	1270
Брзина (cm/s)	129.68	12.51	99	155
Растојање кретања оптерећења/шипке са теговима (cm)	36.24	5.21	28	50

Легенда: **Mean** - Аритметичка средина; **SD** - Стандардна девијација; **Min** – Минимална вредност; **Max** – Максимална вредност.

Табела 24. Основни статистички показатељи параметара мишићне контракције испитаника друге експерименталне групе (EXP2, n=25) одређени тестом потиска са груди на финалном мерењу.

Параметар (јединица)	Mean	SD	Min	Max
Једно максимално понављање (kg)	84	12.16	60	100
Сила (N)	629.08	94.76	348	876
Снага (W)	524.64	73.94	402	683
Брзина (cm/s)	114.4	8.45	100	133
Растојање кретања оптерећења/шипке са теговима (cm)	24.64	1.89	21	28

Легенда: **Mean** - Аритметичка средина; **SD** - Стандардна девијација; **Min** – Минимална вредност; **Max** – Максимална вредност.

У табелама 24. и 25. приказани су основни статистички показатељи параметара мишићне контракције испитаника прве експерименталне групе (EXP2, n=25) одређени тестом потисак са груди и тестом чучањ на финалном мерењу.

Табела 25. Основни статистички показатељи параметара мишићне контракције испитаника друге експерименталне групе (EXP2, n=25) одређени тестом чучња на финалном мерењу.

Параметар (јединица)	Mean	SD	Min	Max
Једно максимално понављање (kg)	86.2	13.71	65	110
Сила (N)	734.2	106.51	589	995
Снага (W)	713.88	117.28	511	943
Брзина (cm/s)	112.76	9.88	99	129
Растојање кретања оптерећења/шипке са теговима (cm)	35.72	4.21	29	42

Легенда: **Mean** - Аритметичка средина; **SD** - Стандардна девијација; **Min** – Минимална вредност; **Max** – Максимална вредност.

Табела 26. Основни статистички показатељи параметра једно максимално понављање испитаника контролне групе (KON, n=25) одређени тестом потиска са груди на финалном мерењу.

Параметар (јединица)	Mean	SD	Min	Max
Једно максимално понављање (kg)	83.2	11.45	55	105

Легенда: **Mean** - Аритметичка средина; **SD** - Стандардна девијација; **Min** – Минимална вредност; **Max** – Максимална вредност; **p** – Статистичка значајност теста Колмогоров-Смирнов.

У табелама 26. и 27. приказани су основни статистички показатељи параметра једно максимално понављање испитаника контролне групе (KON, n=25) одређени тестом потисак са груди и тестом чучањ на финалном мерењу.

Табела 27. Основни статистички показатељи параметра једно максимално понављање испитаника контролне групе (KON, n=25) одређени тестом чучња на финалном мерењу.

Параметар (јединица)	Mean	SD	Min	Max
Једно максимално понављање (kg)	86.2	13.09	65	110

Легенда: **Mean** - Аритметичка средина; **SD** - Стандардна девијација; **Min** – Минимална вредност; **Max** – Максимална вредност; **p** – Статистичка значајност теста Колмогоров-Смирнов.

7.8 Разлике параметра једно максимално понављање између група на финалном мерењу

Табела 28. Резултати униваријантне анализе варијансе (ANOVA) параметра једно максимално понављање одређени тестом потисак са груди између испитаника прве експерименталне групе (EXP1, n=25), друге експерименталне групе (EXP2, n=25) и испитаника контролне групе (KON, n=25) на финалном мерењу.

Параметар (јединица)	F	p
Једно максимално понављање (kg)	0.023	0.98

У Табели 28. приказани су резултати униваријантне анализе варијансе параметра једно максимално понављање одређени тестом потисак са груди између испитаника прве експерименталне групе, друге експерименталне групе и испитаника контролне групе на финалном мерењу. Након анализе добијених података утврђено је да не постоје статистички значајне разлике између група испитаника, односно да испитаници експерименталних група нису након тренинга са оптерећењем остварили статистички значајне разлике параметра једно максимално понављање одређеног тестом потисак са груди у односу на испитанике контролне групе који нису били укључени ни у један облик тренинга са оптерећењем.

Табела 29. Резултати униваријантне анализе варијансе (ANOVA) параметра једно максимално понављање одређени тестом чучањ између испитаника прве експерименталне групе (EXP1, n=25), друге експерименталне групе (EXP2, n=25) и испитаника контролне групе (KON, n=25) на финалном мерењу.

Параметар (јединица)	F	p
Једно максимално понављање (kg)	0.4	0.67

У Табели 29. приказани су резултати униваријантне анализе варијансе параметра једно максимално понављање одређеног тестом чучањ између испитаника прве експерименталне групе, друге експерименталне групе и испитаника контролне групе на финалном мерењу. Након анализе добијених података утврђено је да не постоје статистички значајне разлике између група испитаника, односно да испитаници експерименталних група нису након тренинга са оптерећењем остварили статистички значајне разлике параметра једно максимално понављање одређеног тестом чучањ у односу на испитанике контролне групе, који нису били укључени ни у један облик тренинга са оптерећењем.

7.9 Разлике параметара мишићне контракције између прве експерименталне и друге експерименталне групе на финалном мерењу

Табела 30. Резултати мултиваријантне анализе варијансе (MANOVA) параметара мишићне контракције испитаника прве (EXP1, n=25) и друге експерименталне групе (EXP2, n=25) одређени тестом потисак са груди на финалном мерењу.

	Wilk's Lambda	F	p
Параметри мишићне контракције	0.582	8.089	0.000

У Табели 30. приказани су резултати мултиваријантне анализе варијансе (MANOVA) свих пет испитиваних параметара мишићне контракције одређених тестом потисак са груди на финалном тестирању између прве (EXP1, n=25) и друге експерименталне групе (EXP2, n=25) и показују да постоји високо статистички значајна разлика између експерименталних група.

Анализа резултата мултиваријантне анализе варијансе показала је да су разлике у примењеним тренажним моделима, као експериментални фактор, довеле до статистички значајних разлика у вредностима параметара мишићне контракције приликом теста потисак са груди.

Табела 31. Резултати мултиваријантне анализе варијансе (MANOVA) параметара мишићне контракције испитаника прве (EXP1, n=25) и друге експерименталне групе (EXP2, n=25) одређени тестом чучањ на финалном мерењу.

	Wilk's Lambda	F	p
Параметри мишићне контракције	0.631	6.591	0.000

У Табели 31. приказани су резултати мултиваријантне анализе варијансе (MANOVA) свих пет испитиваних параметара мишићне контракције приликом теста чучањ на финалном тестирању између прве (EXP1, n=25) и друге експерименталне групе (EXP2, n=25) показују да постоји високо статистички значајна разлика између експерименталних група.

Анализа резултата мултиваријантне анализе варијансе показала је да су разлике у примењеним тренажним моделима, као експериментални фактор, довеле до статистички значајних разлика у вредностима параметара мишићне контракције приликом теста чучањ.

7.10 Разлике вредности појединачних параметара мишићне контракције између прве експерименталне и друге експерименталне групе на финалном мерењу

Табела 32. Резултати т-теста за два независна узорка параметра једно максимално понављање одређеног тестом потисак са груди између прве (EXP1, n=25) и друге експерименталне групе (EXP2, n=25) на финалном мерењу.

Параметар (јединица)	Група	n	Mean	SD	p
Једно максимално понављање (kg)	EXP1	25	83.6	15.45	0.92
	EXP2	25	84	12.16	

Легенда: **n** - Број испитаника; **Mean** - Аритметичка средина; **SD** - Стандардна девијација; **p** – Статистичка значајност т-теста за два независна узорка.

У Табели 32. приказани су резултати т-теста за два независна узорка параметра једно максимално понављање приликом теста потисак са груди између прве (EXP1, n=25) и друге експерименталне групе (EXP2, n=25) на финалном мерењу. Након анализе добијених података утврђено је да не постоји статистички значајна разлика ($p > 0.05$) параметра једно максимално понављање приликом теста потисак са груди. Овакав резултат показује да разлике у примењеним тренажним моделима, као експериментални фактор, нису довеле до статистички значајних разлика параметра једно максимално понављање приликом теста потисак са груди.

Табела 33. Резултати т-теста за два независна узорка параметра сила мишићне контракције између прве (EXP1, n=25) и друге експерименталне групе (EXP2, n=25) одређени тестом потисак са груди на финалном мерењу.

Параметар (јединица)	Група	n	Mean	SD	p
Сила (N)	EXP1	25	678.32	261.7	0.38
	EXP2	25	629.08	94.76	

Легенда: **n** - Број испитаника; **Mean** - Аритметичка средина; **SD** - Стандардна девијација; **p** – Статистичка значајност т-теста за два независна узорка.

У Табели 33. приказани су резултати т-теста за два независна узорка параметра сила мишићне контракције приликом теста потисак са груди између прве (EXP1, n=25) и друге експерименталне групе (EXP2, n=25) на финалном мерењу. Након анализе добијених података утврђено је да не постоји статистички значајна разлика ($p > 0.05$) параметра сила мишићне контракције приликом теста потисак са груди. Овакав резултат показује да разлике у примењеним тренажним моделима, као експериментални фактор, нису довеле до статистички значајних разлика параметра сила мишићне контракције приликом теста потисак са груди.

Табела 34. Резултати т-теста за два независна узорка параметра снага мишићне контракције између прве (EXP1, n=25) и друге експерименталне групе (EXP2, n=25) одређени тестом потисак са груди на финалном мерењу.

Параметар (јединица)	Група	n	Mean	SD	p
Снага (W)	EXP1	25	543.6	98.63	0.45
	EXP2	25	524.64	73.94	

Легенда: **n** - Број испитаника; **Mean** - Аритметичка средина; **SD** - Стандардна девијација; **p** – Статистичка значајност т-теста за два независна узорка.

У Табели 34. приказани су резултати т-теста за два независна узорка параметра снага мишићне контракције приликом теста потисак са груди између прве (EXP1, n=25) и друге експерименталне групе (EXP2, n=25) на финалном мерењу. Након анализе добијених података утврђено је да не постоји статистички значајна разлика ($p > 0.05$) параметра снага мишићне контракције приликом теста потисак са груди. Овакав резултат показује да разлике у примењеним тренажним моделима, као експериментални фактор, нису довеле до статистички значајних разлика параметра снага мишићне контракције приликом теста потисак са груди.

Табела 35. Резултати т-теста за два независна узорка параметра брзина између прве (EXP1, n=25) и друге експерименталне групе (EXP2, n=25) одређени тестом потисак са груди на финалном мерењу.

Параметар (јединица)	Група	n	Mean	SD	p
Брзина (cm/s)	EXP1	25	111.08	14.03	0.32
	EXP2	25	114.4	8.45	

Легенда: **n** - Број испитаника; **Mean** - Аритметичка средина; **SD** - Стандардна девијација; **p** – Статистичка значајност т-теста за два независна узорка.

У Табели 35. приказани су резултати т-теста за два независна узорка параметра брзина приликом теста потисак са груди између прве (EXP1, n=25) и друге експерименталне групе (EXP2, n=25) на финалном мерењу. Након анализе добијених података утврђено је да не постоји статистички значајна разлика ($p > 0.05$) параметра брзина приликом теста потисак са груди. Овакав резултат показује да разлике у примењеним тренажним моделима, као експериментални фактор, нису довеле до статистички значајних разлика параметра брзина приликом теста потисак са груди.

Табела 36. Резултати т-теста за два независна узорка параметра растојање кретања оптерећења/шипке са теговима између прве (EXP1, n=25) и друге експерименталне групе (EXP2, n=25) одређени тестом потисак са груди на финалном мерењу.

Параметар (јединица)	Група	n	Mean	SD	p
Растојање кретања оптерећења/шипке са теговима (cm)	EXP1	25	27.44	3.63	0.002
	EXP2	25	24.64	1.89	

Легенда: **n** - Број испитаника; **Mean** - Аритметичка средина; **SD** - Стандардна девијација; **p** – Статистичка значајност т-теста за два независна узорка.

У Табели 36. приказани су резултати т-теста за два независна узорка параметра растојање кретања оптерећења/шипке са теговима приликом теста потисак са груди између прве (EXP1, n=25) и друге експерименталне групе (EXP2, n=25) на финалном мерењу. Након анализе добијених података утврђено је да постоји статистички значајна разлика параметра растојање кретања оптерећења/шипке са теговима приликом теста потисак са груди. Овакав резултат показује да су разлике у примењеним тренажним моделима, као експериментални фактор, довеле до статистички значајно већих вредности параметра растојање кретања оптерећења/шипке са теговима приликом теста потисак са груди код испитаника прве експерименталне групе.

Анализа добијених података свих појединачних параметара мишићне контракције приликом теста потисак са груди показала је да су разлике у примењеним тренажним моделима, као експериментални фактор, довеле до статистички значајних разлика само у параметру растојање кретања оптерећења/шипке са теговима. Вредност наведеног параметра је била статистички значајно већа код испитаника који су били укључени у посебно програмирани тренинг са оптерећењем у нестабилним условима.

Табела 37. Резултати т-теста за два независна узорка параметра једно максимално понављање између прве (EXP1, n=25) и друге експерименталне групе (EXP2, n=25) одређени тестом чучањ на финалном мерењу.

Параметар (јединица)	Група	n	Mean	SD	p
Једно максимално понављање (kg)	EXP1	25	89.2	14.27	0.45
	EXP2	25	86.2	13.71	

Легенда: **n** - Број испитаника; **Mean** - Аритметичка средина; **SD** - Стандардна девијација; **p** – Статистичка значајност т-теста за два независна узорка.

У Табели 37. приказани су резултати т-теста за два независна узорка параметра једно максимално понављање приликом теста чучањ између прве (EXP1, n=25) и друге

експерименталне групе (EXP2, n=25) на финалном мерењу. Након анализе добијених података утврђено је да не постоји статистички значајна разлика ($p > 0.05$) параметра једно максимално понављање приликом теста чучањ. Овакав резултат показује да разлике у примењеним тренажним моделима, као експериментални фактор, нису довеле до статистички значајних разлика параметра једно максимално понављање приликом теста чучањ.

Табела 38. Резултати т-теста за два независна узорка параметра сила мишићне контракције између прве (EXP1, n=25) и друге експерименталне групе (EXP2, n=25) одређени тестом чучањ на финалном мерењу.

Параметар (јединица)	Група	n	Mean	SD	p
Сила (N)	EXP1	25	685.36	169.2	0.23
	EXP2	25	734.2	106.51	

Легенда: **n** - Број испитаника; **Mean** - Аритметичка средина; **SD** - Стандардна девијација; **p** – Статистичка значајност т-теста за два независна узорка.

У Табели 38. приказани су резултати т-теста за два независна узорка параметра сила мишићне контракције приликом теста чучањ између прве (EXP1, n=25) и друге експерименталне групе (EXP2, n=25) на финалном мерењу. Након анализе добијених података утврђено је да не постоји статистички значајна разлика ($p > 0.05$) параметра сила мишићне контракције приликом теста чучањ. Овакав резултат показује да разлике у примењеним тренажним моделима, као експериментални фактор, нису довеле до статистички значајних разлика параметра сила мишићне контракције приликом теста чучањ.

Табела 39. Резултати т-теста за два независна узорка параметра снага мишићне контракције између прве (EXP1, n=25) и друге експерименталне групе (EXP2, n=25) одређени тестом чучањ на финалном мерењу.

Параметар (јединица)	Група	n	Mean	SD	p
Снага (W)	EXP1	25	736.6	195.99	0.62
	EXP2	25	713.88	117.28	

Легенда: **n** - Број испитаника; **Mean** - Аритметичка средина; **SD** - Стандардна девијација; **p** – Статистичка значајност т-теста за два независна узорка.

У Табели 39. приказани су резултати т-теста за два независна узорка параметра снага мишићне контракције приликом теста чучањ између прве (EXP1, n=25) и друге

експерименталне групе (EXP2, n=25) на финалном мерењу. Након анализе добијених података утврђено је да не постоји статистички значајна разлика ($p > 0.05$) параметра снага мишићне контракције приликом теста чучањ. Овакав резултат показује да разлике у примењеним тренажним моделима, као експериментални фактор, нису довеле до статистички значајних разлика параметра снага мишићне контракције приликом теста чучањ.

Табела 40. Резултати т-теста за два независна узорка параметра брзина између прве (EXP1, n=25) и друге експерименталне групе (EXP2, n=25) одређени тестом чучањ на финалном мерењу.

Параметар (јединица)	Група	n	Mean	SD	p
Брзина (cm/s)	EXP1	25	129.68	12.51	0.00
	EXP2	25	112.76	9.88	

Легенда: **n** - Број испитаника; **Mean** - Аритметичка средина; **SD** - Стандардна девијација; **p** – Статистичка значајност т-теста за два независна узорка.

У Табели 40. приказани су резултати т-теста за два независна узорка параметра брзина приликом теста чучањ између прве (EXP1, n=25) и друге експерименталне групе (EXP2, n=25) на финалном мерењу. Након анализе добијених података утврђено је да постоји статистички значајна разлика параметра брзина приликом теста чучањ. Овакав резултат показује да су разлике у примењеним тренажним моделима, као експериментални фактор, довеле до статистички значајних разлика параметра брзина приликом теста чучањ.

Табела 41. Резултати т-теста за два независна узорка параметра растојање кретања оптерећења/шипке са теговима између прве (EXP1, n=25) и друге експерименталне групе (EXP2, n=25) одређени тестом чучањ на финалном мерењу.

Параметар (јединица)	Група	n	Mean	SD	p
Растојање кретања оптерећења/шипке са теговима (cm)	EXP1	25	36.24	5.21	0.7
	EXP2	25	35.72	4.21	

Легенда: **n** - Број испитаника; **Mean** - Аритметичка средина; **SD** - Стандардна девијација; **p** – Статистичка значајност т-теста за два независна узорка.

У Табели 41. приказани су резултати т-теста за два независна узорка параметра растојање кретања оптерећења/шипке са теговима приликом теста чучањ између прве (EXP1, n=25) и друге експерименталне групе (EXP2, n=25) на финалном мерењу.

Након анализе добијених података утврђено је да не постоји статистички значајна разлика ($p > 0.05$) параметра растојање кретања оптерећења/шипке са теговима приликом теста чучањ. Овакав резултат показује да разлике у примењеним тренажним моделима, као експериментални фактор, нису довеле до статистички значајних разлика параметра растојање кретања оптерећења/шипке са теговима приликом теста чучањ.

Анализа добијених података појединачних параметара мишићне контракције приликом теста чучањ показала је да су разлике у примењеним тренажним моделима, као експериментални фактор, довеле до статистички значајних разлика само у параметру брзина. Вредност наведеног параметра је била статистички значајно већа код испитаника који су били укључени у посебно програмирани тренинг са оптерећењем у нестабилним условима.

7.11 Унутаргрупне разлике антропометријских карактеристика између иницијалног и финалног мерења

Табела 42. Унутаргрупне разлике антропометријских карактеристика између иницијалног и финалног мерења код испитаника прве експерименталне групе (EXP1, n=25) одређене т-тестом за зависне узорке.

Варијабла (јединица)	Мерење	Mean	SD	p
Телесна висина (cm)	Иницијално	180.4	6.24	0.61
	Финално	180.5	6.2	
Телесна маса (kg)	Иницијално	76.8	6.76	0.85
	Финално	76.8	6.4	
Масно ткиво (%)	Иницијално	14.93	4.27	0.3
	Финално	14.64	3.09	

Легенда: **Mean** - Аритметичка средина; **SD** - Стандардна девијација; **p** – Статистичка значајност т-теста за зависне узорке.

У Табели 42. приказани су резултати т-теста за зависне узорке између иницијалног и финалног мерења антропометријских карактеристика код испитаника прве експерименталне групе (EXP1, n=25). Анализом добијених података утврђено је да не постоје статистички значајне разлике у антропометријским карактеристикама након посебно програмираног тренинга са оптерећењем при нестабилним условима.

Табела 43. Унутаргрупне разлике антропометријских карактеристика између иницијалног и финалног мерења код испитаника друге експерименталне групе (EXP2, n=25) одређене т-тестом за зависне узорке.

Варијабла (јединица)	Мерење	Mean	SD	p
Телесна висина (cm)	Иницијално	179.64	7.04	0.57
	Финално	179.68	7.13	
Телесна маса (kg)	Иницијално	77.28	8.17	0.86
	Финално	77.32	7.6	
Масно ткиво (%)	Иницијално	15.36	5.08	0.53
	Финално	15.27	3.18	

Легенда: **Mean** - Аритметичка средина; **SD** - Стандардна девијација; **p** – Статистичка значајност т-теста за зависне узорке.

У Табели 43. приказани су резултати т-теста за зависне узорке између иницијалног и финалног мерења антропометријских карактеристика код испитаника друге експерименталне групе (EXP2, n=25). Анализом добијених података утврђено је да не постоје статистички значајне разлике у антропометријским карактеристикама након посебно програмираног тренинга са оптерећењем при стабилним условима.

Табела 44. Унутаргрупне разлике антропометријских карактеристика између иницијалног и финалног мерења код испитаника контролне групе (KON, n=25) одређене т-тестом за зависне узорке.

Варијабла (јединица)	Мерење	Mean	SD	p
Телесна висина (cm)	Иницијално	181.44	6.13	0.57
	Финално	181.48	6.15	
Телесна маса (kg)	Иницијално	79.04	6.21	0.23
	Финално	78.78	6.06	
Масно ткиво (%)	Иницијално	15.78	4.89	0.35
	Финално	15.31	3.05	

Легенда: **Mean** - Аритметичка средина; **SD** - Стандардна девијација; **p** – Статистичка значајност т-теста за зависне узорке.

У Табели 44. приказани су резултати т-теста за зависне узорке између иницијалног и финалног мерења антропометријских карактеристика код испитаника контролне групе (KON, n=25). Анализом добијених података утврђено је да не постоје статистички значајне разлике у антропометријским карактеристикама код испитаника који нису били укључени ни у један облик тренинга са оптерећењем.

7.12 Унутаргрупне разлике параметара мишићне контракције између иницијалног и финалног мерења код експерименталних група

Табела 45. Унутаргрупне разлике параметара мишићне контракције одређене тестом потисак са груди између иницијалног и финалног мерења код испитаника прве експерименталне групе (EXP1, n=25) одређене т-тестом за зависне узорке.

Параметар (јединица)	Мерење	Mean	SD	p
Једно максимално понављање (kg)	Иницијално	81	17.62	0.004
	Финално	83.6	15.45	
Сила (N)	Иницијално	708.36	294.84	0.133
	Финално	678.32	261.7	
Снага (W)	Иницијално	491.44	93.37	0.000
	Финално	543.6	98.63	
Брзина (cm/s)	Иницијално	103.24	15.23	0.000
	Финално	111.08	14.03	
Растојање кретања оптерећења/шипке са теговима (cm)	Иницијално	25.64	3.29	0.000
	Финално	27.44	3.63	

Легенда: **Mean** - Аритметичка средина; **SD** - Стандардна девијација; **p** – Статистичка значајност т-теста за зависне узорке.

У Табели 45. приказани су резултати т-теста за зависне узорке између иницијалног и финалног мерења параметара мишићне контракције приликом теста потисак са груди, код испитаника прве експерименталне групе (EXP1, n=25). Након анализе добијених података утврђено је да постоји статистички значајна разлика у параметрима једно максимално понављање, снага, брзина и растојање кретања оптерећења/шипке са теговима. Сви побројани параметри су статистички значајно већи након посебно програмираног тренинга са оптерећењем при нестабилним условима. Код параметра сила није пронађена статистички значајна разлика ($p > 0.05$).

Табела 46. Унутаргрупне разлике параметара мишићне контракције одређене тестом чучањ између иницијалног и финалног мерења код испитаника прве експерименталне групе (EXP1, n=25) одређене т-тестом за зависне узорке.

Параметар (јединица)	Мерење	Mean	SD	p
Једно максимално понављање (kg)	Иницијално	83.8	15.5	0.000
	Финално	89.2	14.27	
Сила (N)	Иницијално	664.92	168.77	0.147
	Финално	685.36	169.2	
Снага (W)	Иницијално	650.52	212.73	0.000
	Финално	736.6	195.99	
Брзина (cm/s)	Иницијално	119	15.64	0.000
	Финално	129.68	12.51	
Растојање кретања оптерећења/шипке са теговима (cm)	Иницијално	33.56	5.17	0.002
	Финално	36.24	5.21	

Легенда: **Mean** - Аритметичка средина; **SD** - Стандардна девијација; **p** – Статистичка значајност т-теста за зависне узорке.

У Табели 46. приказани су резултати т-теста за зависне узорке између иницијалног и финалног мерења параметара мишићне контракције приликом теста чучањ, код испитаника прве експерименталне групе (EXP1, n=25). Након анализе добијених података утврђено је се да постоји статистички значајна разлика у параметрима једно максимално понављање, снага, брзина и растојање кретања оптерећења/шипке са теговима. Сви побројани параметри су статистички значајно већи након посебно програмираног тренинга са оптерећењем при нестабилним условима. Код параметра сила није пронађена статистички значајна разлика ($p > 0.05$).

Табела 47. Унутаргрупне разлике параметара мишићне контракције одређене тестом потисак са груди између иницијалног и финалног мерења код испитаника друге експерименталне групе (EXP2, n=25) одређене т-тестом за зависне узорке.

Параметар (јединица)	Мерење	Mean	SD	p
Једно максимално понављање (kg)	Иницијално	81.8	13.3	0.005
	Финално	84	12.16	
Сила (N)	Иницијално	593.24	162.33	0.113
	Финално	629.08	94.76	
Снага (W)	Иницијално	490.56	65.95	0.001
	Финално	524.64	73.94	
Брзина (cm/s)	Иницијално	117.68	16.07	0.92
	Финално	114.4	8.45	
Растојање кретања оптерећења/шипке са теговима (cm)	Иницијално	24.08	2.38	0.161
	Финално	24.64	1.89	

Легенда: **Mean** - Аритметичка средина; **SD** - Стандардна девијација; **p** – Статистичка значајност т-теста за зависне узорке.

У Табели 47. приказани су резултати т-теста за зависне узорке између иницијалног и финалног мерења параметара мишићне контракције приликом теста потисак са груди, код испитаника друге експерименталне групе (EXP2, n=25). Након анализе добијених података утврђено је се да постоји статистички значајна разлика у параметрима једно максимално понављање и снага. Ова два параметра су статистички значајно већа након посебно програмираног тренинга са оптерећењем при стабилним условима. Код параметара сила, брзина и растојање кретања оптерећења/шипке са теговима није пронађена статистички значајна разлика ($p>0.05$).

Табела 48. Унутаргрупне разлике параметара мишићне контракције одређене тестом чучањ између иницијалног и финалног мерења код испитаника друге експерименталне групе (EXP2, n=25) одређене т-тестом за зависне узорке.

Параметар (јединица)	Мерење	Mean	SD	p
Једно максимално понављање (kg)	Иницијално	84.4	15.02	0.009
	Финално	86.2	13.71	
Сила (N)	Иницијално	754.96	114.21	0.187
	Финално	734.2	106.51	
Снага (W)	Иницијално	680.92	109.32	0.000
	Финално	713.88	117.28	
Брзина (cm/s)	Иницијално	110.2	11.39	0.125
	Финално	112.76	9.88	
Растојање кретања оптерећења/шипке са теговима (cm)	Иницијално	34.6	4.92	0.005
	Финално	35.72	4.21	

Легенда: **Mean** - Аритметичка средина; **SD** - Стандардна девијација; **p** – Статистичка значајност т-теста за зависне узорке.

У Табели 48. приказани су резултати т-теста за зависне узорке између иницијалног и финалног мерења параметара мишићне контракције приликом теста чучањ код испитаника друге експерименталне групе (EXP2, n=25). Након анализе добијених података утврђено је се да постоји статистички значајна разлика у параметрима једно максимално понављање, снага и растојање кретања оптерећења/шипке са теговима. Ова три параметра су статистички значајно већа након посебно програмираног тренинга са оптерећењем при стабилним условима. Код параметара сила и брзина није пронађена статистички значајна разлика.

8 ДИСКУСИЈА

Циљ спроведеног истраживања био је утврђивање ефеката осмонедељног посебно обликованог тренинга са оптерећењем при нестабилним условима на параметре мишићне контракције. Као што је претходно у поглављу методе истраживања наведено, испитаници укључени у истраживање су одабрани тако да немају никакво претходно искуство са тренингом при нестабилним условима. Такође, испитаници нису имали ни претходно значајније искуство у тренингу са оптерећењем, прецизније, нису били укључени ни у један облик тренинга са оптерећењем у претходних девет месеци од почетка истраживања. Разлог за овакву селекцију испитаника нашли смо у резултатима истраживања које су спровели Wahl и Behm (2008), према којима особе са значајним искуством у тренингу са оптерећењем заснованом на вежбама са слободним теговима не доживљавају степен активације скелетних мишића, који се уобичајено јавља код нетренираних особа током тренинга при нестабилним условима.

У истраживању су коришћене вежбе потисак са груди и чучањ, које су извођене са шипком и теговима, јер су те вежбе саставни делови свих програма за повећање снаге и силе мишића целог тела код спортиста, независно од врсте спорта (Kraemer, Adams, Cafkrelli, Dudley, Dooly, Feigenbaum et al., 2002; Komi, 2003; Flack & Kraemer, 2004). Такође, у значајном броју објављених радова из ове области тест потисак са груди и тест чучањ су коришћени као методе истраживања (Anderson & Behm, 2005; Behm, Anderson & Cumew, 2002; Bratic, Radovanovic, Ignjatovic, Bojic & Stojiljkovic, 2012; Goodman, Pearce, Nicholes, Gatt & Fairweather, 2008; Koshida, Urabe, Miyashita, Iwai & Kagimori, 2008).

У најчешће цитираним монографијама које се баве проблематиком тренинга снаге наводи се да правилно планиран и програмиран тренинг са оптерећењем након одређеног времена узрокује адаптације које резултују повећањем способности мишића за генерисање одређене силе и снаге (Komi, 2003; Flack & Kraemer, 2004). Међутим, не постоји сагласност о томе које је оптимално оптерећење потребно за развој мишићне снаге. У једном од ранијих истраживања, у којем су узорак чинили претходно

неселектовани испитаници без тренажног искуства, оптерећење од 30% од вредности једног максималног понављања (1RM) показано је као оптимално (Wilson, Newton, Murphy & Humphries, 1993). Каснија истраживања на испитаницима који су имали претходно тренажно искуство показала су да је оптимално оптерећење за развој снаге било од 40 до 70% од 1RM (Baker, Nance & Moore, 2001; Cronin, Mcnair & Marshall, 2001; Seigel, Gilders, Staron & Hagerman, 2002). Иако се 80% од 1RM најчешће сматра неопходним да би се остварила повећања мишићне силе и снаге код тренираних особа (Kraemer, Adams, Cafkrelli, Dudley, Dooly, Feigenbaum et al., 2002), оптерећење током тренинга при нестабилним условима најчешће не испуњава овај услов (McBride, Cormie & Deane, 2006). Резултати наше претходне пилот-студије (Marinkovic, Radovanovic, & Ignjatovic, 2011) показали су да тренинг при нестабилним условима са оптерећењем од 50% од 1RM може довести до значајног повећања мишићне снаге код претходно нетренираних испитаника. За студенте Факултета спорта и физичког васпитања, који нису имали претходно искуство са тренингом при нестабилним условима, осмонедељни тренинг са оптерећењем од 50% од 1RM извођен на швајцарској и BOSU-лопти довео је до статистички значајног повећања мишићне снаге (процентуално повећање мишићне снаге је износило 11,25% тестом потисак са груди и 16,2% тестом чучањ). Овакви резултати су нам указали да је смањено оптерећење током тренинга при нестабилним условима вероватно компензовано високим нивоима активације мишића и механизмима неуролошке и неуромишићне адаптације. Такође, резултати наведене пилот-студије су нам указали да је оптерећење од 50% од 1RM за вежбе потисак са груди на швајцарској лопти и чучањ на BOSU-лопти адекватни стимулуси за иницијацију адаптације скелетних мишића код претходно нетренираних испитаника. Због тога смо се у планирању осмонедељног експерименталног програма у одговарајућим условима одлучили за оптерећење од 50% од 1RM за вежбе потисак са груди и чучањ.

Трајање експерименталног програма у дужини од осам недеља одређено је на основу времена потребног за развијање физиолошких адаптација (Komi, 2003; Flack & Kraemer, 2004; Радовановић & Игњатовић, 2009) и претходно спроведених истраживања у области којом се наше истраживање бавило (Kibele & Behm, 2009; Sparkes & Behm, 2010).

Контролна група испитаника је уврштена у истраживање да би се проверио утицај свакодневне физичке активности, одређене личним афинитетима испитаника и програмом наставе на Факултету спорта и физичког васпитања Универзитета у Нишу, на вредност параметра једно максимално понављање одређеним одговарајућим тестовима. Остали параметри мишићне контракције коришћени у истраживању (сила, снага, брзина и растојање кретања оптерећења/шипке са теговима) нису одређивани код испитаника контролне групе јер би поређења била неадекватна због чињенице да су испитаници из експерименталних група имали укупно 16 тренинга (током сваког шест серија са осам понављања сваке од вежби) у којима су вежбали са оптерећењем и на начин којим се изводе тестови за одређивање наведених параметара. Анализа добијених резултата (табеле 14 и 15) показала је да су групе биле уједначене у односу на параметар једно максимално понављање одређен тестом потисак са груди и тестом чучањ пре отпочињања експерименталног програма.

Уједначеност испитаника према антропометријским карактеристикама (табеле 4-7) пре отпочињања експерименталног поступка омогућила нам је да искључимо утицај ових варијабли, као потенцијалних детерминати испољавања мишићне силе и снаге, на потенцијалне ефекте експерименталног програма.

Одсуство статистички значајних разлика испитиваних антропометријских карактеристика између група након завршетка експерименталног поступка (табеле 19-21) и још више одсуство статистички значајних разлика унутар група (табеле 42-44) показале су да осам недеља тренинга са оптерећењем од 50% од 1RM не представља стимулус који би иницирао мишићну хипертрофију. Можемо претпоставити да ни дужина трајања експерименталног програма, нити механичко оптерећење (стрес) компоненти мишићног система са кориштеним оптерећењем, нису били довољни да би покренули сигналне протеинске механизме активације гена одговорних за стимулацију синтезе протеина који би резултовали повећањем масе безмасног ткива (Abernethy, Jurimae, Logan, Taylor & Thayer, 1994; Hortobagyi, Hill, Houmard, Fraser, Lambert & Israel, 1996; Kraemer, Fleck & Evans, 1996; Glass, 2003).

Аутори два велика прегледна истраживања (Anderson & Behm, 2005; Behm, Drinkwater, Willardson & Cowley, 2010) дошли су до закључка да краткотрајни програми тренинга са оптерећењем при нестабилним условима имају тенденцију да стимулишу неуролошку адаптацију пре него метаболичку адаптацију и хипертрофију

скелетних мишића. Пошто се тренингом при нестабилним условима постижу виши нивои мишићне активације са мањим оптерећењем, то може имати позитиван утицај на мишиће и зглобове у спортски специфичним програмима тренинга (Behm, Drinkwater, Willardson & Cowley, 2010).

Тренинг са оптерећењем при нестабилним условима треба да резултује развојем виших нивоа активације скелетних мишића преко повећаног ослањања на опште и локалне мишиће стабилизаторе. Резултати недавно спроведеног истраживања, које су спровели Sparkes и Behm (2010) показали су да тренинг претходно нетренираних особа при нестабилним условима са мањим оптерећењем може у већој мери да доведе до повећања мишићне снаге у односу на тренинг са већим оптерећењем на справама за вежбање.

Резултати истраживања у којем су студенти Факултета спорта и физичког васпитања, који нису имали претходно искуство са тренингом при нестабилним условима, изводили вежбе потисак са груди и чучањ са оптерећењем 70% од 1RM на швајцарској и BOSU-лопти показали су статистички високо значајно смањење мишићне снаге у односу на исте параметре при извођењу вежбе у стабилним условима (Bratic, Radovanovic, Ignjatovic, Bojic & Stojiljkovic, 2012). Аутори су разлог за тако значајно смањење мишићне снаге нашли у претпоставци да су мишићи грудног и раменог појаса, током извођења вежбе потисак са груди, прво морали да обезбеде стабилност подручја око зглоба рамена што је довело до смањења могућности за производњу силе и смањења брзине покрета. Овакво тумачење смањења мишићне снаге током извођења вежби при нестабилним условима код неискусних особа објављено је и у слично конципираним истраживањима (Behm, Anderson & Cumew, 2002; Koshida, Urabe, Miyashita, Iwai & Kagimori, 2008). Такође, при извођењу вежбе чучањ и држање шипке са теговима при нестабилним условима вероватно доводи до повећања контракција мишића стабилизатора и смањења мишићне координације што резултује значајним смањењем способности мишића за стварање силе, као и значајним смањењем брзине покрета (Anderson & Behm, 2005; Bratic, Radovanovic, Ignjatovic, Bojic & Stojiljkovic, 2012).

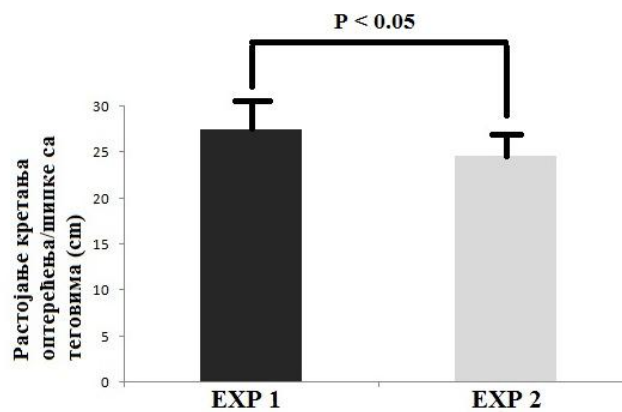
Анализа резултата спроведеног истраживања (табеле 28 и 29) показала је да не постоје статистички значајне разлике између група испитаника, односно да испитаници експерименталних група нису након тренинга са оптерећењем остварили статистички

значајно повећање параметра једно максимално понављање одређеним тестом потисак са груди и тестом чучањ у односу на испитанике контролне групе који нису били укључени ни у један облик тренинга са оптерећењем. Овакав налаз нашег истраживања јасно показује да тренинг са оптерећењем од 50% од 1RM, без обзира на услове извођења (стабилни или нестабилни услови), не представља адекватан стимулус за повећање параметра једно максимално понављање код физики активних особа које немају никакво претходно искуство са тренингом при нестабилним условима, као ни претходно значајније искуство у тренингу са оптерећењем. Због тога сматрамо да тренинг са оптерећењем од 50% од 1RM без обзира на услове извођења не може бити ефикасан метод тренинга када је циљ повећање максималне мишићне силе. Добијени резултати и наше анализе су у складу са резултатима спроведених истраживања (Goodman, Pearce, Nicholes, Gatt & Fairweather, 2008; Koshida, Urabe, Miyashita, Iwai & Kagimori, 2008). Уколико уз претходно наведене чињенице узмемо у обзир да вежбе које се изводе при нестабилним условима могу довести до анксиозности од пада код особа које немају никакво претходно искуство са тренингом при нестабилним условима, као ни претходно дуже искуство у тренингу са оптерећењем, онда тренинг са оптерећењем при нестабилним условима не може да буде препоручен као ефикаснији модел за повећање максималне мишићне силе у односу на уобичајени („традиционални“) тренинг са оптерећењем при стабилним условима.

Анализа резултата мултиваријантне анализе варијансе (табела 30) показала је да су разлике у примењеним тренажним моделима, као експериментални фактор, довеле до статистички значајних разлика у вредностима параметара мишићне контракције одређеним тестом потисак са груди. Такође, статистички значајне разлике настале су у вредностима параметара мишићне контракције одређеним тестом чучањ (Табела 31). Обе анализе су показале да је тренинг са оптерећењем при нестабилним условима довео до статистички значајно већег пораста параметара мишићне контракције приликом оба коришћена теста. Наведени резултати, уз претходно показано одсуство значајних разлика антропометријских карактеристика, показују да повећање параметара мишићне контракције не захтева увек хипертрофију мишићних влакана. Наши налази су у складу са резултатима слично конципираних истраживања спроведених током протекле деценије (Aagaard, Simonsen, Andersen, Magnusson & Dyhre-Poulsen, 2002; Aagaard, 2003). Због тога је врло вероватно да су промене неуролошких фактора, које настају у раним фазама адаптације на тренинг са

оптерећењем (Gibala, MacDougall & Tarnopolsky, 1995; Sale, 1998; Carroll, Riek & Carson, 2001), значајно утицале на повећање параметара мишићне контракције што је у складу са ранијим истраживањима.

Анализа резултата појединачних параметара мишићне контракције одређених тестом потисак са груди (табеле 32-35) показала је да су разлике у примењеним тренажним моделима, као експериментални фактор, довеле до статистички значајних разлика само у параметру растојање кретања оптерећења/шипке са теговима (Табела 36). Вредност наведеног параметра је била статистички значајно већа код испитаника који су били укључени у посебно програмирани тренинг са оптерећењем у нестабилним условима (Графикон 5).

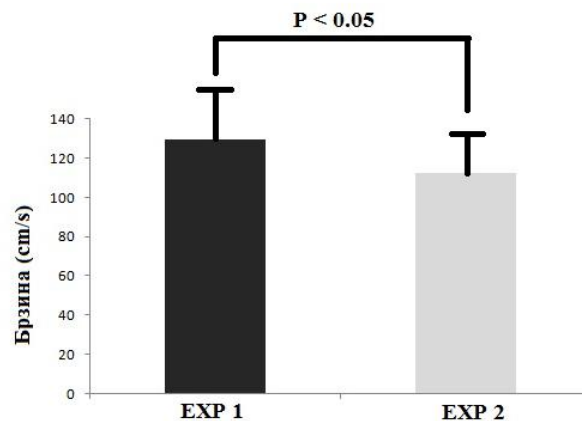


Графикон 5. Статистички значајна разлика параметра растојање кретања оптерећења/шипке са теговима између експерименталних група након експерименталног поступка.

Можемо да претпоставимо да је у почетку експерименталног третмана извођење вежбе потисак са груди на швајцарској лопти било отежано због нестабилности, што је довело до дужег трајања и смањене брзине концентричне фазе ЦИС. Такво спорије одвијање је вероватно испитаницима прве експерименталне групе дозвољавало више времена за пуну екстензију руку при враћању шипке са теговима у почетну позицију, због чега је параметар растојање кретања оптерећења/шипке са теговима био већи. Када се током осам недеља трајања тренинга, као последица неуролошких адаптација, брзина контракције повећала, то је резултовало статистички значајним повећањем вредности параметара мишићне контракције приликом финалног теста потисак са груди.

Ранији експерименти и пилот-истраживања су документовали мање брзине у концентричној фази током извођења вежбе потисак са груди (Zemkova & Namar, 2010) и већу ЕМГ активност мишића који стабилизују труп при нестабилним у поређењу са стабилним условима током потиска дворучних тегова с груди (Marshall & Murphy, 2006).

Анализа појединачних параметара мишићне контракције одређених тестом чучањ показује да је вредност параметра брзина била статистички значајно већа код испитаника који су били укључени у посебно програмирани тренинг са оптерећењем у нестабилним условима (Табела 40), док између осталих параметара нису утврђене значајне разлике (табеле 37, 38, 39 и 41). Узрок значајно већој брзини током извођења вежбе чучањ након осмонедељног тренинга са оптерећењем у нестабилним условима налазимо у вишим нивоима активације и развоју стабилизирајуће функције мишића лумбо-сакралног и горњег лумбалног дела кичме, као и дубоких абдоминалних мишића. Наведене адаптивне промене су вероватно довеле до тога да након осам недеља тренинга мишићи буду ангажовани на конзистентнији начин, што је омогућило значајно већу брзину мишићне контракције (Графикон 6).

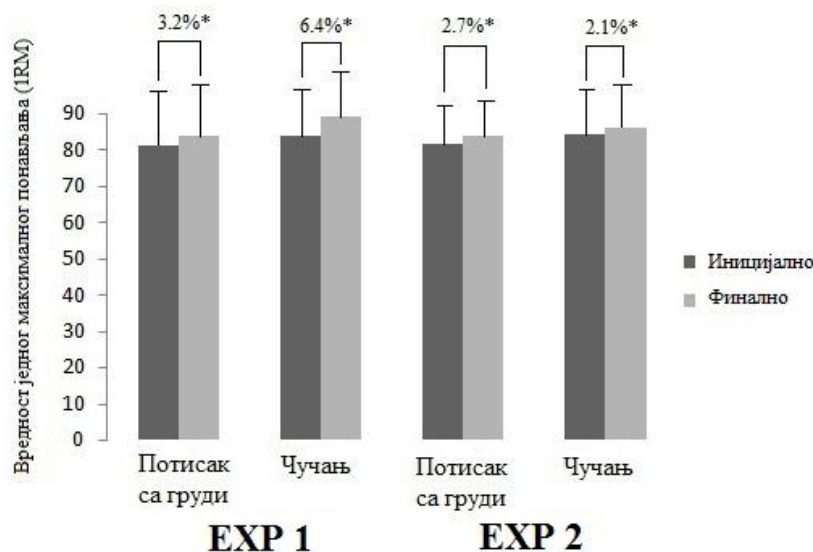


Графикон 6. Статистички значајна разлика параметра брзина између експерименталних група након експерименталног поступка.

Повећање компресивних сила између лумбалних пршљенова, учвршћење тог дела кичме и већа стабилност су могући адаптивни механизми који су допринели повећању брзине мишићне контракције. Такође, реално је претпоставити да је дошло и до побољшања у координацији активирања синергистичких и антагонистичких мишића. Основу за наведена тумачења добијених резултата дају нам резултати претходних

истраживања (Carroll, Barry & Riek, 2001; Kornecki, Keibel & Siemienski, 2001; Behm, Leonard & Young, 2003; Mcgill, Grenier, Kavcic & Cholewicki, 2003; Willardson, 2007).

Резултати нашег истраживања показују да код особа које немају никакво претходно искуство са тренингом при нестабилним условима, као ни претходно дуже искуство у тренингу са оптерећењем, осмонедељни тренинг са оптерећењем од 50% од 1RM, без обзира на услове извођења (стабилни или нестабилни услови), доводи до статистички значајног повећања вредности једног максималног понављања (1RM) одређеног тестом потисак са груди (табеле 45 и 47) и тестом чучањ (табеле 46 и 48) изведеним са теговима и шипком. Нешто већи проценат побољшања вредности 1RM настао је код испитаника који су били укључени у тренинг са оптерећењем при нестабилним условима у односу на испитанике који су исти тренинг изводили у стабилним условима. На Графикону 7. приказане су вредности повећања параметра једно максимално понављање: 3,2% повећања у односу на 2,7% повећања тестом потисак са клупе и 6,4% повећања у односу на 2,1% повећања тестом чучањ.



Графикон 7. Процентуално повећање вредности параметра једно максимално понављање код испитаника експерименталних група након осмонедељног тренинга са оптерећењем.

Међутим, резултати спроведеног истраживања не подржавају идеју да је тренинг са оптерећењем од 50% од 1RM при нестабилним условима на швајцарској и BOSU-лопти ефикаснији метод за повећање вредности параметра једно максимално понављање од уобичајеног („традиционалног“) тренинга са оптерећењем при стабилним условима, јер не постоје значајне разлике између група након осам недеља

тренинга (табеле 32 и 37). Објашњење за добијене резултате можемо наћи у чињеници да вежбе потисак са груди и чучањ изведене са теговима и шипком на стабилној подлози код особа које немају никакво претходно искуство са тренингом при нестабилним условима, као ни претходно дуже искуство у тренингу са оптерећењем, већ пружају довољни подстицај за нервни и мишићни систем. Због тога додатни стимулус који остварају нестабилне подлоге (швајцарска или BOSU-лопта) на опште и локалне мишиће стабилизаторе остаје без адаптивног одговора. Изостанак убрзања неуролошких адаптација, које би резултовале повећањем централне стабилности, вероватно је разлог због чега не постоје статистички значајне разлике између група у вредности једног максималног понављања у односу на услове тренинга са оптерећењем као експерименталног фактора. У прилог оваквом налазу нашег истраживања иду резултати студије који су показали да не постоје статистички значајне разлике у вредностима једног максималног понављања и ЕМГ активности великих мишића грудног и раменог појаса током вежбе потисак са груди на швајцарској лопти у односу на исту вежбу изведену са равне клупе (Goodman, Pearce, Nicholes, Gatt & Fairweather, 2008).

Анализа резултата иницијалног и финалног мерења параметара мишићне контракције приликом теста потисак са груди и чучањ (табеле 45 и 46) код испитаника који су били укључени у посебно програмирани тренинг са оптерећењем у нестабилним условима, потврдила је да су овакви начини извођења вежби адекватни стимулуси за покретање и успостављање механизма адаптације скелетних мишића код претходно нетренираних испитаника. Изостанак статистички значајних разлика параметра сила одређеног тестом потисак са груди и тестом чучањ потврђује да је оптерећење 50% од 1RM, чак и у нестабилним условима, недовољни стимулус за развој мишићне силе код особа које немају никакво претходно искуство са тренингом при нестабилним условима, али се редовно баве физичком активношћу.

Анализа резултата иницијалног и финалног мерења параметара мишићне контракције одређеним тестом потисак са груди и тестом чучањ (табеле 47 и 48) код испитаника који су били укључени у посебно програмирани тренинг са оптерећењем у стабилним условима, потврдила је да правилно планиран и програмиран тренинг са оптерећењем након одређеног времена узрокује адаптације које резултују повећањем неких способности мишића. Међутим, оптерећење од 50% од 1RM за вежбе потисак са груди и чучањ у стабилним условима је недовољни стимулус за значајније повећање

силе и брзине. Како овде додатних стимулуса за више нивое активације мишића није било, изостале су адаптивне промене које би створиле услове за повећање параметара мишићне контракције (Marinković, Bratić, Ignjatović & Radovanović, 2012). Сматрамо да овакви налази унутаргрупних разлика пружају додатно објашњење за претходно анализиране резултате мултиваријантне анализе варијансе која је показала да су разлике у примењеним тренажним моделима, као експериментални фактор, довеле до статистички значајних разлика у вредностима параметара мишићне контракције одређених тестом потисак са груди и тестом чучањ.

9 ЗАКЉУЧАК

Истраживање је спроведено са основним циљем да се утврде ефекти осмонедељног посебно обликованог тренинга са оптерећењем при нестабилним условима на параметре мишићне контракције.

Укупни узорак обухваћен овим истраживањем чинило је 75 испитаника, мушког пола, узраста од 19 до 22 година који су расподељени у три групе. Испитаници су одабрани тако да немају никакво претходно искуство са тренингом при нестабилним условима, као ни претходно значајније искуство у тренингу са оптерећењем. Прву експерименталну групу ($n=25$) чинили су испитаници који су поред својих уобичајених дневних физичких активности били укључени у посебно програмирани тренинг са оптерећењем при нестабилним условима. Другу експерименталну групу ($n=25$) чинили су испитаници који су поред својих уобичајених дневних физичких активности били укључени у посебно програмирани тренинг са оптерећењем при стабилним условима. Контролну групу ($n=25$) чинили су испитаници који су имали само уобичајене дневне физичких активности и нису били укључени ни у један облик тренинга са оптерећењем. Реализовани експериментални програм је трајао осам недеља (16 тренинга).

Праћено је пет параметара мишићне контракције: једно максимално понављање, сила, снага, брзина и растојање кретања оптерећења/шипке са теговима. За статистичку обраду података примењене су одговарајуће статистичке процедуре на основу којих је било могуће вршити интерпретацију добијених резултата.

На основу статистички обрађених података и анализе добијених резултата истраживања изведени су следећи закључци:

1. На основу резултата мултиваријантне анализе варијансе којима је утврђено да разлике у примењеним тренажним моделима, као експериментални фактор, доводе до статистички значајних разлика у вредностима параметара мишићне контракције приликом теста потисак са груди и доводе до статистички значајних разлика у вредностима параметара мишићне

контракције приликом теста чучањ, закључујемо да се хипотеза X_1 , која гласи „вредности параметара мишићне контракције након тренинга са оптерећењем при нестабилним условима статистички ће се значајно разликовати у односу на вредности параметара мишићне контракције након тренинга са оптерећењем при стабилним условима“, **у потпуности може прихватити.**

2. На основу резултата т-теста за два независна узорка којима је утврђено да разлике у примењеним тренажним моделима, као експериментални фактор, не доводе до статистички значајних разлика у вредностима параметра сила мишићне контракције приликом теста потисак са груди и не доводе до статистички значајних разлика у вредностима параметра сила мишићне контракције приликом теста чучањ, закључујемо да се хипотеза $X_{1.1}$, која гласи „вредност параметра сила мишићне контракције након тренинга са оптерећењем при нестабилним условима ће се статистички значајно разликовати у односу на вредност истог параметра након тренинга са оптерећењем при стабилним условима“, **у потпуности може одбацити.**
3. На основу резултата т-теста за два независна узорка којима је утврђено да разлике у примењеним тренажним моделима, као експериментални фактор, не доводе до статистички значајних разлика у вредностима параметра снага мишићне контракције приликом теста потисак са груди и не доводе до статистички значајних разлика у вредностима параметра снага мишићне контракције приликом теста чучањ, закључујемо да се хипотеза $X_{1.2}$, која гласи „вредност параметра снага мишићне контракције након тренинга са оптерећењем при нестабилним условима ће се статистички значајно разликовати у односу на вредност истог параметра након тренинга са оптерећењем при стабилним условима“, **у потпуности може одбацити.**
4. На основу резултата т-теста за два независна узорка којима је утврђено да разлике у примењеним тренажним моделима, као експериментални фактор, не доводе до статистички значајних разлика у вредностима параметра брзина приликом теста потисак са груди, али доводе до статистички значајних разлика у вредностима параметра брзина мишићне контракције приликом теста чучањ, закључујемо да се хипотеза $X_{1.3}$, која гласи „вредност параметра брзина мишићне контракције након тренинга са оптерећењем при

нестабилним условима ће се статистички значајно разликовати у односу на вредност истог параметра након тренинга са оптерећењем при стабилним условима“, **може делимично прихватити.**

5. На основу резултата т-теста за два независна узорка којима је утврђено да разлике у примењеним тренажним моделима, као експериментални фактор, не доводе до статистички значајних разлика у вредностима параметра растојање кретања оптерећења/шипке са теговима приликом теста потисак са груди и не доводе до статистички значајних разлика у вредностима параметра растојање кретања оптерећења/шипке са теговима приликом теста чучањ, закључујемо да се хипотеза $X_{1,4}$, која гласи „вредност параметра растојање кретања оптерећења/шипке са теговима при мишићној контракцији након тренинга са оптерећењем при нестабилним условима ће се статистички значајно разликовати у односу на вредност истог параметра након тренинга са оптерећењем при стабилним условима“, **може делимично прихватити.**
6. На основу резултата т-теста за два независна узорка којима је утврђено да разлике у примењеним тренажним моделима, као експериментални фактор, не доводе до статистички значајних разлика у вредностима параметра једно максимално понављање приликом теста потисак са груди и не доводе до статистички значајних разлика у вредностима параметра једно максимално понављање приликом теста чучањ, закључујемо да се хипотеза $X_{1,5}$, која гласи „вредност параметра једно максимално понављање након тренинга са оптерећењем при нестабилним условима ће се статистички значајно разликовати у односу на вредност истог параметра након тренинга са оптерећењем при стабилним условима“, **у потпуности може одбацити.**

10 ЗНАЧАЈ ИСТРАЖИВАЊА

Употреба различитих вежби при нестабилним условима у циљу побољшања мишићне снаге, равнотеже и координације све је присутнија током последње деценије. Иако постоје резултати неколико спроведених студија који подржавају укључивање одређених вежби при нестабилним условима у програме рехабилитације, ретки су извештаји о њиховој употреби у спортском тренингу. Такође, истраживања спроведена у периоду рехабилитације се не могу применити на област спортског тренинга, због различитих захтева за испољавање мишићне снаге током свакодневних активности (мала оптерећења, спори покрети) и спортских активности (велико оптерећење, динамички покрети).

Значај овог експерименталног програма се огледа у томе што су истраживани ефекти осмонедељног посебно обликованог тренинга са оптерећењем при нестабилним условима на параметре мишићне контракције. Доскора је било тешко квантификовати позитивне ефекте тренинга са оптерећењем при нестабилним условима што је ограничавало примену таквог метода тренинга у спорту. У спроведеном истраживању кориштена је методологија мерења параметара мишићне контракције, која тренутно представља „златни стандард“ у области спортских наука.

Добијени резултати показују да је тренинг са оптерећењем при нестабилним условима ефикасније средство за повећање вредности параметара мишићне контракције у односу на исти тренинг са оптерећењем при стабилним условима. Међутим, резултати показују да се тренинг са оптерећењем од 50% од вредности једног максималног понављања при нестабилним условима не може препоручити као ефикасан метод за повећање максималне мишићне силе. Уз наведено, резултати спроведеног истраживања показују и да повећање параметара мишићне контракције не захтева увек хипертрофију мишићних влакана.

Надамо се да резултати нашег истраживања пружају корисне информације о хроничним адаптивним одговорима нервног и мишићног система при нестабилним условима у којима се тренинг спроводи, те да омогућавају успешнију практичну примену оваквих вежби у спортском тренингу. Кориштена методологија истраживања, начин организовања експерименталног поступка и добијени резултати могу служити као основ за планирање новог истраживања у овој области.

Сматрамо да је спроведено истраживање, као оригинални допринос науци, пружило прецизан одговор на питање сврсисходности и ефикасности примене тренинга са оптерећењем од 50% од вредности једног максималног понављања при нестабилним условима код младих, физички активних особа без претходног искуства са тренингом при нестабилним условима, као ни претходним значајнијим искуством у тренингу са оптерећењем.

11 РЕФЕРЕНЦЕ

1. Aagaard, P., Simonsen, E.B., Andersen, J.L., Magnusson, P., & Dyhre-Poulsen, P. (2002). Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *Journal of Applied Physiology*, 93, 1318-1126.
2. Aagaard, P. (2003). Training-induced changes in neural function. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 31, 61-67.
3. Abernethy, P.J., Jurimae, J., Logan, P.A., Taylor, A.W., & Thayer, R.E. (1994). Acute and chronic response of skeletal muscle to resistance exercise. *Sports Medicine*, 17, 22-38.
4. American College of Sports Medicine. (2002). Position stand: Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34, 364-380.
5. Anderson, K., & Behm, D. G. (2004). Maintenance of EMG activity and loss of force output with instability. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18, 637-640.
6. Anderson, K., & Behm, D.G. (2005). The impact of instability resistance training on balance and stability. *Sports Medicine*, 35 (1), 43-53.
7. Baker, D., Nance, S., & Moore, M. (2001). The load that maximizes the average mechanical power output during explosive bench press throws in highly trained athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15, 20-24.
8. Behm, D.G. (1995). Neuromuscular implications and applications of resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 9, 264-274.

9. Behm, D. G., Anderson, K. & Curnew, R.S. (2002). Muscle force and activation under stable and unstable conditions. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16, 416-422.
10. Behm, D.G., Leonard, A. & Young, W. (2003). Trunk muscle EMG activity with unstable and unilateral exercises. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 28(Suppl), S30-32.
11. Behm, D.G., Leonard, A.M., Young, W.B., Bonsey, W.A.C., & Mackinnon, S.N. (2005). Trunk muscle electromyographic activity with unstable and unilateral exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19, 193-201.
12. Behm, D. G., & Anderson, K. (2006). The role of instability with resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20, 716-722.
13. Behm, D.G, Drinkwater, E.J., Willardson, J.M., & Cowley, P.M. (2010). Canadian Society for Exercise Physiology Position Stand: The use of instability to train the core in athletic and non-athletic conditioning. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 35, 11-14.
14. Bergmark, A. (1989). Stability of the lumbar spine: A study in mechanical engineering. *Acta Orthopaedica Scandinavica*, 230(Suppl.), 20-24.
15. Boyle, M. (2004). *Functional Training for Sports*. Champaign, IL: Human Kinetics.
16. Bratic, M., Radovanovic, D., Ignjatovic, A., Bojic, I., & Stojiljkovic, N. (2012). Changes in the muscular outputs of young judoists during resistance exercises performed on unstable equipment: a case study. *Archives of Budo*, 8 (1), 7-12.
17. Carroll, T., Barry, B., & Riek, S. (2001). Resistance training enhances the stability of sensorimotor co-ordination. *Proceedings of the Royal Society of London*, 268 (1464), 221-227.
18. Carroll, T.J., Riek, S., & Carson, R.G. (2001). Neural adaptations to resistance training: implications for movement control. *Sports Medicine*, 31, 829-840.

19. Carter, J.M., Beam, W.C., McMahan, S.G., Barr, M.L., & Brown, L. (2006). The effects of stability ball training on spinal stability in sedentary individuals. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20, 429-435.
20. Chek, P. (1999). Swiss ball exercises for swimming, soccer and basketball. *Sports Coach*, 21 (4), 12-13.
21. Cosio-Lima, L.M., Reynolds, K.L., Winter, C., Paolone, V., & Jones, M.T. (2003). Effects of physioball and conventional floor exercise on early phase adaptations in back and abdominal core stability and balance in women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17, 721-725.
22. Cronin, J., McNair, P. J., & Marshall, R. N. (2001). Developing explosive power: A comparison of technique and training. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 4, 59-70.
23. Danneels, L., Vanderstraeten, G., Cambier, D., Witvrouw, E., Stevens, V., & De Cuyper, H. (2001). A function subdivision of hip, abdominal, and back muscles during asymmetric lifting. *Spine*, 26 (6), 114-121.
24. Danoff, J. V. (1978). Power produced by maximal velocity elbow flexion. *Journal of Biomechanics*, 11, 481-486.
25. Finni, T., Ikegawa, S. & Komi P.V. (2001). Concentric force enhancement during human movement. *Acta Physiologica Scandinavica*, 173, 369-377.
26. Fitzgerald, G.K., Ake, M.J., & Snyder-Mackler, L. (2000). The efficacy of perturbation training in nonoperative anterior cruciate ligament rehabilitation programs for physically active individuals. *Physical Therapy*, 80, 128-140.
27. Flack, S.J., & Kraemer, W.J. (2004). *Designing Resistance Training Programs, 3rd edition*. Champaign, IL: Human Kinetics.
28. Gantchev, G. & Dimitrova, D. (1996). Anticipatory postural adjustments associated with arm movements during balancing on unstable support surface. *International Journal of Psychophysiology*, 22 (1-2), 117-22.

29. Gibala, M.J., MacDougall, J.D., & Tarnopolsky, M.A. (1995). Changes in human muscle ultrastructure and force production after acute resistance exercise. *Journal of Applied Physiology*, 78, 702-708.
30. Goodman, C.A., Pearce, A.J., Nicholes, C.J., Gatt, B.M. & Fairweather, I.H. (2008). No difference in 1RM strength and muscle activation during the barbell chest press on a stable and unstable surface. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22 (1), 88-94.
31. Glass, D.J. (2003). Molecular mechanisms modulating muscle mass. *Trends in Molecular Medicine*, 9, 344-350.
32. Guyton, A.C. & Hall, J.E. (2008). *Medicinska fiziologija, 11. izdanje*. Beograd: Savremena administracija.
33. Hamar, D. (2008). Monitoring power in the weight room. In W. Kraemer, & S. Flack (Eds), *6th International Conference on Resistance Training* (pp. 355-359). Colorado Spring: NSCA.
34. Hortobagyi, T., Hill, J.P., Houmard, J.A., Fraser, D.D., Lambert, N.J., & Israel, R.G. (1996). Adaptive responses to muscle lengthening and shortening in humans. *Journal of Applied Physiology*, 80, 765-772.
35. Ignjatovic, A., Radovanovic, D., Stankovic, R., Markovic, Z., & Kocic J. (2011). Influence of resistance training on cardiorespiratory endurance and muscle power and strength in young athletes. *Acta Physiologica Hungarica*, 98 (3), 305-312.
36. Jarić, S., & Kukulj, M. (1996). Sila (jačina) i snaga u pokretima čoveka. *Fizička kultura*, 50 (1-2), 15-28.
37. Jennings, C.L., Viljoen, W., Durandt, J., & Lambert, M.I. (2005). The reliability of the FitroDyne as a measure of muscle power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19, 859-863.
38. Jones, R.M., Fry, A.C., Weiss, L.W., Kinzey, S.J., & Moore, C.A. (2008). Kinetic comparison of free weight and machine power cleans. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22, 1785-1789.

-
39. Kibele, A., & Behm, D.G. (2009). Seven weeks of instability and traditional resistance training effects on strength, balance and functional performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23, 2443-2250.
40. Kollmitzer, J., Ebenbichler, G. & Sabo, A. (2000). Effects of back extensor strength training versus balance training on postural control. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32 (10), 1770-1776.
41. Komi, P.V. (1984). Physiological and biomechanical correlates of muscle function: Effects on muscle structure and stretch-shortening cycle on force and speed. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 12, 81-121.
42. Komi, P.V. (2000). Stretch-shortening cycle: a powerful model to study normal and fatigued muscle. *Journal of Biomechanics*, 33, 1197-1206.
43. Komi, P.V., editor. (2003). *Strength and power in sport, 2nd edition*. London: Blackwell Science; 2003.
44. Kornecki, S., Keibel, A., & Siemienski, A. (2001). Muscular cooperation during joint stabilization, as reflected by EMG. *European Journal of Applied Physiology*, 85 (5), 453-461.
45. Koshida, S., Urabe, Y., Miyashita, K., Iwai, K., & Kagimori, A. (2008). Muscular outputs during dynamic bench press under stable versus unstable conditions. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22, 1584-1588.
46. Kováčiková, Z., Zemková, E., & Hamar, D. (2010). Power in concentric phase of chest presses while lifting different weights under stable and unstable conditions. In D. Hamar (Ed.), *7th International Conference on Strength Training* (pp.231-232) . Bratislava: Faculty of Physical Education and Sport.
47. Kraemer, W.J., Fleck, S.J., & Evans, W.J. (1996). Strength and power training: physiological mechanisms of adaptation. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 24, 363-397.
48. Kraemer, W.J., Adams, K., Cafkrelli, E., Dudley, G.A., Dooly, C., Feigenbaum, M.S., et al. (2002). American College of Sports Medicine position stand. Progression

-
- models in resistance training for healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32, 364-380.
49. Marinković, M. (2011). Muscle strength in unstable conditions. *Acta Medica Mediana*, 50 (2), 53-56.
50. Marinković, M., Radovanović, D., & Ignjatović, A. (2011). Eight weeks of instability resistance training effects on muscular outputs. *Facta Universitatis Series: Physical Education and Sport*, 9 (3), 321-327.
51. Marinković, M., Bratić, M., Ignjatović, A., & Radovanović, D. (2012). Effects of 8 weeks instability resistance training on maximal strength in inexperienced young individuals. *Serbian Journal of Sport Science*, 6 (1), 17-21.
52. Marshall, P. W., & Murphy, B. A. (2006). Increased deltoid and abdominal muscle activity during Swiss ball bench press. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20, 745-750.
53. McBride, J. M., Cormie, P., & Deane, R. (2006). Isometric squat force output and muscle activity in stable and unstable conditions. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20, 915-918.
54. McCurdy, K.W., Langford, G.A., Doscher, M.W., Wiley, L.P., & Mallard, K.G. (2005). The effects of short-term unilateral and bilateral lower-body resistance training on measures of strength and power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19, 9-15.
55. McGill, S.M., Grenier, S., Kavcic, N., & Cholewicki, J. (2003). Coordination of muscle activity to assure stability of the lumbar spine. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 13, 353-359.
56. Nouillot, P., Bouisset, S. & Do, M. (1992). Do fast voluntary movements necessitate anticipatory postural adjustments even if equilibrium is unstable? *Neuroscience Letter*, 147 (1), 1-4.
57. Panjabi, M.M. (1992). The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *Journal of Spinal Disorders*, 5, 383-389.

-
58. Paterno, M.V., Myer, C.D., Ford, K.R., & Hewett, T.E. (2004). Neuromuscular training improves single-limb stability in young female athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34, 305-16.
59. Radovanović, D. (2009). *Fiziologija za studente Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja*. Niš: Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja.
60. Radovanović, D., & Ignjatović, A. (2009). *Fiziološke osnove treninga sile i snage*. Niš: Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja.
61. Radovanović, D., & Marinković, M. (2010). Trening centralne stabilnosti kao specifični trening snage u sportu. U R. Stanković (Ur), *Zbornik radova XIV Međunarodnog naučnog skupa „FIS Komunikacije 2010“* (pp.357-361). Niš: Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja.
62. Rhea, M.R., Peterson, M.D., Oliverson, J.R., Ayllón, F.N., & Potenziano, B.J. (2008). An examination of training on the VertiMax resisted jumping device for improvements in lower body power in highly trained college athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22, 735-740.
63. Rhea, M.R., & Kenn, J.G. (2009). The effect of acute applications of whole-body vibration on the iTonic platform on subsequent lower-body power output during the back squat. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(1), 58-61.
64. Ruiz, R., & Richardson, M.T. (2005). Functional balance training using a domed device. *Strength and Conditioning Journal*, 27, 50-55.
65. Rutherford, O.M., & Jones, D.A. (1986). The role of learning and coordination in strength training. *European Journal Applied Physiology* 55, 100-105.
66. Sale, D.G. (1998). Neural adaptation to resistance training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 20(Suppl 1), 135-145.
67. Seigel, J. A., Gilders, R. M., Staron, R. S., & Hagerman, F. C. (2002). Human muscle power output during upper- and lower-body exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16, 173-178.

-
68. Sheth, P., Yu, B., Laskowski, E., & An, K.N. (1997). Ankle disk training influences reaction times of selected muscles in a simulated anklesprain. *American Journal of Sports Medicine*, 25 (4), 538-543.
69. Siff, M. (1991). The functional mechanics of abdominal exercise. *South African Journal of Sports Medicine*, 6, 15-9.
70. Sparkes, R., & Behm, D.G. (2010). Training adaptations associated with an 8-week instability resistance training program with recreationally active individuals. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24, 1931-1941.
71. Stanforth, D., Stanforth, P. & Hahn, A. (1998). A 10-week training study comparing resistaball and traditional trunk training. *Journal of Dance Medicine and Science*, 2 (4), 134-140.
72. Stanton, R., Reaburn, P.R., & Humphries, B. (2004). The effect of short-term Swiss ball training on core stability and running economy. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18, 522-528.
73. Stokes, I. & Gardner-Morse, M.(2002). Strategies used to stabilize the elbow joint challenged by inverted pendulum loading. *Journal of Biomechanics*, 33 (6), 737-743.
74. Vera-Garcia, F.,J., Grenier, S.G. & McGill S.M. (2000). Abdominal muscle response during curl-ups on both stable and labile surfaces. *Physical Therapy*, 80, 564-569.
75. Verstegen, M., & Williams, P. (2004). *Core Performance*. New York: Rodale Inc.
76. Wahl, M.J., & Behm, D. G. (2008). Not all instability training devices enhance muscle activation in highly resistance-trained individuals. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22, 1360-1370.
77. Wester, J., Jespersen, S., Nielson, K., & Neumann, L. (1996). Wobble board training after partial sprains of the lateral ligaments of the ankle: a prospective random study. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 23 (5), 332-336
78. Wilk, K., Voight, M., Keirns, M., Gambetta, V., Andrews, R. & Dillman C. (1993). Stretch-shortening drills for the upper extremities: theory and clinical application. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 17 (5), 225-239.

-
79. Willardson, J.M. (2004). The effectiveness of resistance exercises performed on unstable equipment. *Strength and Conditioning Journal*, 26, 70-74.
80. Willardson, J.M. (2007). Core stability training: Applications to sports conditioning programs. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21, 979-985.
81. Wilson, G. J., Newton, R. U., Murphy, A. J., & Humphries, B. J. (1993) The optimal training load for the development of dynamic athletic performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25, 1279-1286.
82. Yaggie, J.A., & Campbell, B.M. (2006). Effects of balance training on selected skills. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20, 422-428.
83. Zatsiorsky, V. M., & Kreamer, W. J. (2006). *Science and practice of strength training, 2nd edition*. Champaign, IL: Human Kinetics.
84. Zemková, E. (2010). Muscular power in traditional and instability resistance exercises. In R. Stanković (Ed.), *XIV International Conference of Sport and Physical Education "FIS Communication 2010"* (pp.17-27). Niš: Faculty of Sport and Physical Education.
85. Zemková E, Hamar D. (2010). Unstable support base compromises power output in concentric phase of resistance exercise. . In D. Hamar (Ed.), *7th International Conference on Strength Training* (pp.243-244) . Bratislava: Faculty of Physical Education and Sport.

12 ПРИЛОГ

План извођења тренинга за испитанике експерименталних група:

Уводни део тренинга

- Вежбе за растезање мишића и повећање покретљивости зглобова.

Главни део тренинга

- Шест серија по осам понављања вежбе потисак са груди, са шипком и теговима уз оптерећење од 50% од претходно одређене вредности једног максималног понављања. Одмор између серија два минута.

Одмор 5 минута након последње серије вежбе потисак са груди.

- Шест серија по осам понављања вежбе чучањ са шипком и теговима уз оптерећење од 50% од претходно одређене вредности једног максималног понављања. Одмор између серија два минута.

Завршни део тренинга

- Вежбе растезања мишића.

13 САЖЕТАК

Циљ истраживања је био да се утврде ефекти осмонедељног посебно обликованог тренинга са оптерећењем при нестабилним условима на параметре мишићне контракције. Узорак је чинило 75 испитаника мушког пола расподељених у три једнаке групе. Испитаници су одабрани тако да немају никакво претходно искуство са тренингом при нестабилним условима, као ни претходно значајније искуство у тренингу са оптерећењем. Прву експерименталну групу чинили су испитаници који су поред својих уобичајених дневних физичких активности (ДФА), били укључени у посебно програмирани тренинг са оптерећењем при нестабилним условима. Другу експерименталну групу чинили су испитаници који су поред својих уобичајених ДФА, били укључени у посебно програмирани тренинг са оптерећењем при стабилним условима. Контролну групу чинили су испитаници који су имали само уобичајене ДФА и нису били укључени ни у један облик тренинга са оптерећењем. У истраживању су кориштене вежбе потисак са груди и чучањ, извођене са теговима и шипком, са претходно утврђеним оптерећењем од 50% вредности једног максималног понављања. Нестабилни услови при тренингу са оптерећењем обезбеђени су извођењем вежбе потисак са груди на Швајцарској лопти и вежбе чучањ на BOSU-лопти. Праћено је пет параметара мишићне контракције: једно максимално понављање, сила, снага, брзина и растојање кретања оптерећења/шипке са теговима. Добијени резултати показују да је тренинг са оптерећењем при нестабилним условима ефикасније средство за повећање вредности параметара мишићне контракције у односу на исти тренинг са оптерећењем при стабилним условима. Међутим, резултати показују да се тренинг са оптерећењем од 50% од вредности једног максималног понављања при нестабилним условима не може препоручити као ефикасан метод за повећање максималне мишићне силе.

Кључне речи: *тренинг, нестабилна подлога, оптерећење, мишићна снага, контракција.*

14 SUMMARY

The aim of this research was to evaluate the effects of eight weeks of specifically designed resistance training in unstable conditions on the parameters of muscle contraction. The sample consisted of 75 male subjects divided into three equal groups. The recruited participants had no previous experience with training in unstable conditions, as well as significant experience in previous resistance training. The first experimental group consisted of participants who in addition to their usual daily physical activities (DPA) were involved in programmed resistance training in unstable conditions. The second experimental group consisted of participants who in addition to their usual DPA were involved in resistance training in stable conditions. The control group consisted of participants who only took part in their usual DPA without any form of resistance training. The research included bench press and squat exercises, performed with a barbell, with a previously established load of 50% of one repetition maximum (1RM). The unstable conditions were enabled by a Swiss ball for the bench press, while barbell squats were performed on a BOSU ball. The five parameters of muscle contraction were evaluated: one-repetition maximum, force, power, velocity and distance of movement of the barbell. The results show that resistance training in unstable conditions is more efficacious tool for increasing values of the parameters of muscle contraction in relation to resistance training in stable conditions. However, resistance training with a previously established 50% of 1RM in unstable conditions cannot be recommended as an effective method for increasing maximum muscle force.

Key words: *training, unstable conditions, resistance, muscle power, contraction.*

15 БИОГРАФИЈА

Марјан Маринковић је рођен у Врању 4.3.1981. године. Основну и средњу школу завршио је Врању као одличан ученик. Факултет физичке културе Универзитета у Нишу завршио је 28.2.2006. године одбранивши дипломски рад са темом „Физиолошка адаптација на тренинг снаге“. Основне студије завршио је са просечном оценом 8,39 и оценом 10 на дипломском. Докторске академске студије на истом факултету уписао је школске 2008/2009. године. Све планом и програмом предвиђене испите положио је успешно са просечном оценом 8,20.

Од 2006. године ради као наставник на Катедри за физичку културу Војне академије Министарства одбране у Београду. У периоду од 2006. до 2009. године био је тренер војне пентатлон репрезентације, са којом је прво остварио норму, а потом и учествовао на Четвртој војној олимпијади одржаној у Хајдерабаду - Индија 2007. године. Поред тога остварио је запажене успехе као тренер репрезентације на регионалним такмичењима у војном пентатлону: 2. место 2007. године и 3. место 2008. године, оба у Випави - Словенија.

У периоду од 2007. до 2010. године учествовао је у организацији Београдског maratона. Учесник је у организацији 25. летње универзијаде у Београду 2009. године. На Трећем спортском првенству Војске Србије 2010. године био је технички руководиолац дисциплине војни вишебој. На Првим војним кадетским играма одржаним у Анкари - Турска 2010. године обављао је улогу шефа спортског тима.

Поседује знање енглеског језика, рада на рачунару и сертификате о завршеном курсу прве помоћи Црвеног крста Србије, дидактичко-методичком и ECDL курсу на Војној академији у Београду. Аутор је више научних и стручних радова објављених у међународним и националним научним часописима. Учесник је бројних конгреса и конференција из области спорта и физичког васпитања.