

Монографија под насловом *Вежбање на нестабилним подлогама – примена у тренингу, настави, рекреацији и рехабилитацији* представља самостално, оригинално и за теорију и праксу методике спортског тренинга значајно дело. Материјал је систематично и логично распоређен, разумљив, веома информативан и поткрепљен изузетно богатом и пажљиво одабраном литературом, сликама, графиконима и табелама. Посебно радује чињеница да се аутор овим проблемом континуирано бави, да и сам истражује и публикује у овој области. То су основни предуслови стварања монографије и на томе му треба честитати. И не само то – треба га охрабрити да у наредном периоду публикује још монографија корисних студентима, тренерима и спортистима како би усвојили и проширили знања из ове области, неопходна за њихов будући позив и квалитетан стручни рад са различитим категоријама вежбача.

Проф. др Живорад Марковић

Монографија *Вежбање на нестабилним подлогама – примена у тренингу, настави, рекреацији и рехабилитацији* представља успешан спој научне теорије и праксе, што је препоручује ширем спектру читалаца, научних радника, али и рекреативним вежбачима, радницима у образовању и спорту.

Проф. др Рајко Станковић

Рукопис под називом *Вежбање на нестабилним подлогама – примена у тренингу, настави, рекреацији и рехабилитацији* свеобухватно обрађује тему из домена спорта и физичког васпитања методолошким поступком примереним теми и прихваћеним у наведеним научним областима. У целини, рукопис представља вредан теоријски допринос изучавању ефекта вежбања на нестабилним подлогама. Несумњива вредност изнете грађе је у томе што може служити планирању адекватних програма вежбања за различите групе и појединце. Целокупна грађа и обим рукописа задовољавају све критеријуме за истраживачку монографију.

Проф. др Драган Радовановић



ФПНЈ

Вежбање на нестабилним подлогама – примена у тренингу, настави, рекреацији и рехабилитацији

Факултет педагошких наука
Универзитета у Крагујевцу, Јагодина



Александар Игњатовић

Вежбање на нестабилним подлогама – примена у тренингу, настави, рекреацији и рехабилитацији



Факултет педагошких наука Универзитета у Крагујевцу, Јагодина

Едиција
МОНОГРАФИЈЕ

Александар Игњатовић

Вежбање на нестабилним подлогама
– примена у тренингу, настави,
рекреацији и рехабилитацији



Јагодина
2020

Издавач

Факултет педагошких наука Универзитета у Крагујевцу
Милана Мијалковића 14, Јагодина

За издавача

Проф. др Виолета Јовановић

Уредник

Проф. др Марко Александровић

Рецензенти

Проф. др Живорад Марковић
Проф. др Ратко Станковић
Проф. др Драган Радовановић

Дизајн корица

Доц. мр Милош Ђорђевић

Технички уредник

Владан Димитријевић

Лектура и коректура

Мср Марија Ђорђевић

Тираж

150 примерака

Штампа

Бирограф Комп. д. о. о.
Земун

ISBN 978-86-7604-193-0

Наставно-научно веће Факултета педагошких наука Универзитета у Крагујевцу, Јагодина, одобрило је објављивање ове публикације одлуком број 01-272/1 од 24. 1. 2020.

© Александар Игњатовић. Сва права су задржана. Ова монографија је заштићена ауторским правима и не сме се ни делимично репродуковати, копирати, нити преносити у било којем облику и на било који начин без писменог допуштења аутора.



МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ,
НАУКЕ И ТЕХНОЛОШКОГ РАЗВОЈА

Издавање ове монографије финансијски је подржало Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије одлуком број 451-03-345/2020-14/2 од 8. 5. 2020.

Резултати истраживања су проистекли из рада на пројектима: III 47015 „Ефекти примењене физичке активности на локомоторни, метаболички, психосоцијални и васпитни статус популација Р. Србије”, и 179019 ОИ „Биомеханичка ефикасност врхунских српских спортиста” у оквиру пројектног циклуса Министарства просвете, науке и технолошког развоја 2011–2019.

САДРЖАЈ

ПРЕДГОВОР	7
1. ИСТОРИЈАТ ВЕЖБАЊА НА НЕСТАБИЛНИМ ПОДЛОГАМА	9
РЕФЕРЕНЦЕ	11
2. ПРИМЕНА, БЕНЕФИТИ И КОНТРОВЕРЗЕ ВЕЖБАЊА НА НЕСТАБИЛНИМ ПОДЛОГАМА	13
РЕФЕРЕНЦЕ	25
3. ЕФЕКТИ ОСМОНЕДЕЉНОГ ЕКСПЕРИМЕНТАЛНОГ ПРОГРАМА ТРЕНИНГА ОПТЕРЕЂЕЊА НА НЕСТАБИЛНИМ ПОДЛОГАМА НА ПАРАМЕТРЕ МИШИЋНЕ СНАГЕ КОД ПОТИСКА СА ГРУДИ И ЧУЧЊА НА УЗОРКУ СТУДЕНАТА	27
3.1. Увод	27
3.2. Методологија истраживања	29
3.2.1. Експериментални приступ проблему	29
3.2.2. Учесници истраживања	30
3.2.3. Инструменти мерења	31
3.2.4. Процедуре распоређивања испитаника у групе	34
3.2.5. Тренинг у стабилним и нестабилним условима	35
3.2.6. Статистичка анализа	35
3.3. Резултати	36
3.3.1. Ефекти експерименталног програма на 1РМ	36
3.3.2. Ефекти експерименталних програма на мишићну снагу	38
3.4. Дискусија	41
3.5. Закључци	46
3.6. Захвалност	47
РЕФЕРЕНЦЕ	48
4. ЕФЕКТИ ОСМОНЕДЕЉНОГ ЕКСПЕРИМЕНТАЛНОГ ПРОГРАМА ТРЕНИНГА ОПТЕРЕЂЕЊА НА НЕСТАБИЛНИМ ПОДЛОГАМА НА УСПЕШНОСТ ИЗВОЂЕЊА РАЗЛИЧИТИХ МОТОРИЧКИХ ЗАДАТАКА НА УЗОРКУ СТУДЕНТКИЊА	51
4.1. Увод	51
4.2. Методологија рада	53
4.2.1. Експериментални приступ проблему	53
4.2.2. Узорак истраживања	54
4.2.3. Процедуре евалуације и тестирања	54
4.2.3.1. Упознавање и упутства пре почетног тестирања	54
4.2.3.2. Протокол тестова за процену успешности извођења моторичких задатака	55
4.2.4. Протокол тренинга у стабилним и нестабилним условима	58

4.2.3. Статистичка анализа	62
4.3. Резултати	62
4.4. Дискусија	69
4.5. Закључци	71
4.6. Захвалност	72
РЕФЕРЕНЦЕ	73
5. УТИЦАЈ НЕСТАБИЛНИХ ПОДЛОГА НА СИЛУ И СНАГУ КОД ПРОФЕСИОНАЛНИХ СПОРТИСТА И КОД РЕКРЕАТИВАЦА	77
5.1. Увод	77
5.2. Методе	78
5.2.1. Узорак испитаника	78
5.2.2. Протокол упознавања са вежбама	79
5.2.3. Протокол тестирања 1РМ	79
5.2.4. Протокол тестирања у стабилним и нестабилним условима	80
5.2.5. Статистичке процедуре	81
5.3. Резултати	81
5.4. Дискусија	81
5.5. Закључци	84
5.6. Захвалност	84
РЕФЕРЕНЦЕ	86
6. ТРЕНИНГ СА ОПТЕРЕЂЕЊЕМ НА НЕСТАБИЛНИМ И СТАБИЛНИМ ПОДЛОГАМА КОД МЛАДИХ СПОРТИСТА	87
6.1. Увод	87
6.2. Методе истраживања	88
6.2.1. Експериментални приступ проблему	88
6.2.2. Узорак испитаника	89
6.2.3. Протокол тестирања	90
6.2.4. Статистичка анализа	92
6.3. Резултати	93
6.4. Дискусија	93
6.5. Закључци и практична примена	95
6.6. Захвалност	96
РЕФЕРЕНЦЕ	97
7. СТАВОВИ УЧЕНИКА МЛАЂЕГ ШКОЛСКОГ УЗРАСТА ПРЕМА ВЕЖБАМА СА ОПТЕРЕЂЕЊЕМ НА НЕСТАБИЛНИМ ПОДЛОГАМА	101
7.1. Увод	101
7.2. Методологија истраживања	103
7.2.1. Узорак испитаника	103
7.2.2. Одабир вежби и протокол експеримента	103
7.2.3. Инструмент истраживања	106
7.3. Резултати истраживања	106

7.3.1. Резултати истраживања на ученицима првог и другог разреда	106
7.3.2. Резултати истраживања на ученицима трећег и четвртог разреда ...	108
7.4. Дискусија	110
7.5. Закључак	112
7.6. Захвалност	112
РЕФЕРЕНЦЕ	114
БЕЛЕШКА О АУТОРУ	117

ПРЕДГОВОР

Ова монографија настала је на основу истраживања спроведених у последњих осам година, која су на неки начин проучавала ефекте вежби на нестабилним подлогама на параметре мишићне силе и снаге, успешност извођења различитих моторичких задатака, као и ставове према вежбању на нестабилним подлогама. Вежбања у којима су се користили различити видови нестабилности доспела су у фокус истраживача у области физичке културе почетком 2000-их, да би се убрзо интересовање пренело кроз средства масовног информисања на све заинтересоване спортисте, тренере и рекреативце. Другим речима, сви који су на неки начин укључени у процесе вежбања у неком облику су примењивали или размишљали о примени и укључивању вежбања на нестабилним подлогама у свој програм вежбања. И поред велике популарности и широке примене, бројна питања у вези са ефектима ових вежби остала су неразјашњена.

Отворена питања и супротстављени ставови у вези са применом тренинга са оптерећењем на нестабилним подлогама код спортиста су ме мотивисали да додатно истражујем ефекте различитих експерименталних програма. Такође, недостатак истраживања на одређеним популацијама ме је заинтригирао да спроведем сопствена истраживања у циљу проналажења одговора на ова питања. Систематским прегледом литературе и реализацијом различитих истраживања створена је база сазнања из ове области, што ме је додатно подстакло да напишем ову монографију. Актуелност теме и појединих резултата определила ме је да све ово представим у различитим облицима студентима иностраних факултета приликом студијских боравака и позивних предавања на иностраним универзитетима. У протекле три године поједини сегменти ове теме представљени су студентима и колегама на универзитетима у Јапану, Шпанији, Португалији, САД, Италији, Словачкој, Енглеској, Чешкој Републици, Немачкој и Русији.

Овако урађена монографија представља синтезу и надоградњу истраживања спроведених у претходном периоду у оквиру пројеката финансираних од стране Министарства просвете, науке и технолошког

развоја у периоду од 2011. до 2019: ОИ179019 „Биомеханичка ефикасност врхунских српских спортиста” и III 47015 „Ефекти примењене физичке активности на локомоторни, метаболички, психосоцијални и васпитни статус популација Републике Србије”.

Истраживања не би било могуће спровести без свесрдне помоћи и сарадње са колегама и рецензентима којима дугујем велику захвалност. Пре свих проф. др Драгану Радовановићу, професору, ментору, колеги и великом пријатељу, на иницијативи да се ова област истраживања покрене и у нашој земљи. Без његове покретачке снаге и ангажмана истраживање оваквог обима на ову тему вероватно не би никада било урађено. Специјалну захвалност дугујем и ментору, проф. др Ратку Станковићу, за све драгоцене савете, стална охрабривања и увек доступну помоћ приликом различитих фаза истраживања, као и подршку у свим фазама моје каријере. Велику захвалност на подршци, саветима и пре свега безграничном стрпљењу у сарадњи са мном дугујем колеги, проф. др Живораду Марковићу. Такође, без сарадње са колегом и пријатељем др Немањом Станковићем, који је учествовао у дизајну појединих истраживања, раду са испитаницима и тестирању, а у једном истраживању чак био и учесник, ова монографија не би била потпуна.

Овом приликом желим да се захвалим и свим осталим колегама који су на неки начин учествовали и омогућили квалитетно спровођење истраживања. Наравно, посебну захвалност дугујем и свим студентима, спортистима и ученицима који су одвојили своје време и учествовали у експерименталним програмима или на неки други начин помогли у реализацији истраживања. Ипак, највећу захвалност дугујем својој породици, на разумевању и стрпљењу које ми је омогућило да свој рад реализујем и преточим у овај рукопис.

1. ИСТОРИЈАТ ВЕЖБАЊА НА НЕСТАБИЛНИМ ПОДЛОГАМА

Различити облици вежбања на нестабилним подлогама стари су као и само вежбање. Вежбање на песку или снегу може се сматрати као вежбање на подлогама које производе одређену дозу нестабилности приликом сваког покрета. Померање тла под утицајем телесне масе вежбача доводи до тога да је сваки покрет другачији и да се вежбање и активност на песку или снегу може сматрати као вежбање на нестабилним подлогама.

Први организовани системи вежбања у Европи, као што су немачки и шведски систем вежбања који су настајали почетком осамнаестог века, у великој мери су користили вежбе на конопцима које би се у неким класификацијама могле сврстати под нестабилне. Извођење упора, пењања или било каквог покрета када је конопац закачен и виси слободно производи одређену дозу нестабилности и самим тим захтева ангажовање додатне мускулатуре која се не сматра агонистичком за дати покрет.

Овакве вежбе су таргетирале целокупну мускулатуру, са посебним акцентом на прегибаче и опружаче кичменог стуба. Временом, масовнијом производњом машина и справа за вежбање, све већи број вежбања је укључивао изоловане покрете, што је временом довело до недостатка адекватног активирања стабилизатора трупа (енгл. core muscles). То је довело до поновног враћања у фокус вежбе за развој мускулатуре стабилизатора трупа. Око прецизног дефинисања овог термина постоји пуно несугласица у стручним и научним круговима. Ова дефиниција је широка и умногоме зависи од аутора и интерпретације литературе (Willson et al., 2005). Поменути аутори дефинишу површинске и дубоке стабилизаторе трупа као лумбално-пелвични мишићни комплекс, који се састоји од лумбалног дела кичменог стуба, карлице и зглобова кука, као и активних и пасивних ткива која ограничавају покрете ових сегмената. Ово представља једну од најчешћих и општеприхваћених дефиниција. Такође, помиње се и регија од карличног појаса до раменог појаса са свим припадајућим ткивима (зглобовима, лигаментима, тетивама, мишићима и фасцијама) са проксималним мишићним припојима у описаном сегменту.

Први документовани организовани облици вежбања са справама или реквизитима који изазивају нестабилност приликом вежбања везују се за *физиолоиџе*, које се још називају и *џилаџес лоиџе* или *швајцарске лоиџе*. Терапеути су користили ове лопте још пре Другог светског рата за вежбање у рехабилитацији. Још је Шерингтон (Sherrington, 1910, 1925; преузето из: Behm, Drinkwater, Willardson & Cowley, 2010) забележио интересовање за овај вид вежбања код терапеута као додатак до тада уобичајеним видовима терапијских вежбања. Ове лопте, које су тада имале другачији назив – *Пези лоиџе* – користила је у терапијским програмима код новорођенчади и деце Мери Квинтон (Mary Quinton), која је радила као британски физиотерапеут на швајцарским клиникама. Управо је директор једне од швајцарских клиника, др Сузан Клајн Фогелбах (Susanne Klein-Vogelbach), укључила вежбе са овим лоптама. Осмишљен је концепт „функционалне кинетике”, који је заговарао употребе лопти за терапеутску примену код одраслих особа са ортопедским и медицинским проблемима. Нешто касније је настао и термин *швајцарска лоиџа* који се и данас користи. За то су заслужни терапеути који су из Америке дошли на усавршавање у швајцарским клиникама. Касније су у стручној литератури, примарно објављиваној у Северној Америци, терапеути ове лопте називали швајцарским лоптама, па се назив сачувао до данас (Behm, Drinkwater, Willardson & Cowley, 2010). Швајцарска лопта заправо је изум италијанског трговца играчкама Аквилина Косанија (Aquilino Cosani), који је осмислио, направио и патентирао ове лопте 1960-их година. Првобитно су биле намењене за дечију игру и скакање, и у те сврхе се и дан-данас примењују као лопте за скакање, кенгур-лопте и слично. Ипак, у терапијске сврхе први пут су коришћене у Швајцарској, па отуда и назив *швајцарске лоиџе*. У претходним деценијама ова лопта је била предмет бројних истраживања у области тренинга, рекреације и рехабилитације (Hodges & Richardson, 1997; McGill et al., 1999).

Ова велика лопта на надувавање, различитих пречника, од играчке је постала средство у терапији и организованом програму вежбања. Она омогућава ефикасно коришћење предности мултифункционалних вежби које циљају више различитих мишићних група. Нешто скорије, 1999. године, Дејвид Врек је осмислио нови фитнес реквизит под називом *БОСУ џолулоиџа*, који је у претходном периоду постао изузетно популаран и масовно коришћен. БОСУ, или у преводу „обе стране могу бити горе” (енгл. BOth Sides Up), може се поставити на обе стране и користити за вежбање у нестабилним условима. Бројна истраживања су се

бавила овим спортским реквизитом (Chulvi-Medrano, Martinez-Ballester, Masia-Tortosa, 2012; Oberacker, Davis, Haff et al., 2012; Ignjatovic, Kocic, Radovanovic, 2019).

РЕФЕРЕНЦЕ

- Chulvi-Medrano, I., Martinez-Ballester, E., Masia-Tortosa, L. (2012). Comparison of the effects of an eight-week push-up program using stable versus unstable surfaces. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 7(6), 586–594.
- Hodges, P. W., & Richardson, C. A. (1997). Feedforward contraction of transversus abdominis is not influenced by the direction of arm movement. *Experimental Brain Research*, 114(2), 362–370.
- Ignjatovic, Radovanovic, & Kocic (2019). Effects of eight weeks of bench press and squat power training on stable and unstable surfaces on 1RM and peak power in different testing conditions. *Isokinetics and Exercise Science*, vol. 27 (3), 203–212.
- McGill, S. M., Childs, A., & Liebenson, C. (1999). Endurance times for low back stabilization exercises: clinical targets for testing and training from a normal database. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 80(8), 941–944.
- Oberacker, L. M., Davis, S. E., Haff, G. G. et al. (2012). The Yo-Yo IR2 test: physiological response, reliability, and application to elite soccer. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(10), 2734–2740.
- Sherrington, C. S. (1910). Flexion-reflex of the limb, crossed extension-reflex, and reflex stepping and standing. *The Journal of Physiology*, 40(1–2), 28–121.
- Sherrington, C. S. (1925). Remarks on some aspects of reflex inhibition. *Proceedings of the Royal Society of London*, 97(686), 519–545.
- Willson, J. D., Dougherty, C. P., Ireland, M. L., & Davis, I. M. (2005). Core stability and its relationship to lower extremity function and injury. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 13(5), 316–325.

2. ПРИМЕНА, БЕНЕФИТИ И КОНТРОВЕРЗЕ ВЕЖБАЊА НА НЕСТАБИЛНИМ ПОДЛОГАМА

Нестабилне подлоге се најчешће примењују у рекреацији, спортском тренингу, рехабилитацији и наставним активностима у предшколским установама, школама и универзитетима.

Различите справе могу послужити стварању нестабилности – лопте на надувавање различитих дијаметара, полулопте као БОСУ, дискови различитих обима и чврстине, гумене купе и жежићи, различите плоче са еластичним елементима којима се производи нестабилност и слично. Ове справе су неизоставне у већини добро опремљених савремених спортских и фитнес-центра. Дијапазон употребе у рекреацији је веома широк – од јачања мускулатуре која стабилизује кичмени стуб, до смањивања потенцијалног бола који се јавља приликом покрета кичменог стуба, активације мускулатуре која је иначе у мањој мери активирана, па до једноставне промене услед монотоније настале вежбањем на стабилним подлогама.

Примена вежби које се изводе у нестабилним условима, односно на нестабилним подлогама, широко је заступљена и у спорту. Савремени трендови доводе до свакодневног и масовног ширења информација о начинима тренинга врхунских спортиста. Често се могу пронаћи информације о вежбама које најпознатији и најпопуларнији врхунски спортисти изводе на нестабилним подлогама. Ипак, у истом том мору информација могу се пронаћи и ставови против тренинга на нестабилним подлогама. Најчешћи аргумент противника тренинга на нестабилним подлогама јесте чињеница да је у оваквим нестабилним условима немогуће изводити вежбу са максималним, а веома често и са субмаксималним оптерећењем. А без максималног, односно субмаксималног оптерећења, није могуће повећање максималних вредности различитих параметара мишићне силе и снаге. Такође, периодизација и дозирање оптерећења у нестабилним условима је доста другачије због нелинеарног повећања оптерећења. Са поменутих недостацима се директно повезује и степен превенције повређивања. Наиме, јаки мишићи су неопходни да би се смањила могућност повређивања, а без вежбања са максималним оптерећењем није могуће максимално јачање мишића и

развој силе и снаге. Противници тренинга на нестабилним подлогама позивају се на принцип специфичности у тренингу (Behm & Sale, 1993; Behm, 1995). Шмитблајхер (Schmidtbleicher, 1992) тврди да се унутар-мишићна координација може развијати само покретима којима се имитирају активности које желимо да развијемо. Специфичност се заснива на физиолошким адаптацијама које се дешавају под утицајем вежбања. Сваки вид физичке активности доводи до одређених метаболичких, биохемијских и биомеханичких адаптација организма. Тако се, на пример, током вежби са циљем развоја издржљивости у мишићима повећава број капилара и митохондрија, чиме се повећава капацитет за аеробно стварање енергије, а када се жели повећати мишићна сила, током тренинга долази до повећања броја контрактилних беланчевина. Такође, уколико је циљ вежбања брзо извођење покрета, доћи ће до повећања процента мишићних влакана која имају карактеристике брзоконтрахујућих. С друге стране, уколико је циљ вежбања повећање оптерећења које се савладава приликом тренинга, а извођење покрета се одвија споро, доћи ће до повећања процента мишићних влакана која имају карактеристике спороконтрахујућих. Треба имати у виду да се ове промене догађају споро и постепено, односно након дугорочног планског и циљаног вежбања (Игњатовић, 2013). Овакви ефекти и специфичности указују да вежбање на нестабилним подлогама не треба примењивати код спортиста који желе да развијају брзе и експлозивне мишићне акције.

Вежбе које се изводе у стојећем положају на нестабилној подлози знатно су другачије од покрета неопходних за успех у највећем броју спортских дисциплина. Трчање, скакање, поскоци, доскоци, експлозивни окрети и брза промена правца имају потпуно другачији биомеханички образац мишићне активације у односу на вежбе на нестабилним подлогама које се изводе контролисаним брзином због могућности пада услед нестабилних услова.

Са друге стране, постоје бројне предности вежбања на нестабилним подлогама, међу којима се истиче ефикасност мултифункционалних вежбања којима се активирају мишићи и делови мишића који се приликом традиционалних вежби на стабилним подлогама активирају у мањој мери. Такође, са знатно мањим спољашњим оптерећењем, могуће је на нестабилним подлогама изводити вежбе које активирају поједине мишиће у већој мери него вежбе на стабилним подлогама са максималним спољашњим оптерећењем. То је нарочито значајно за мишиће стабилизаторе кичменог стуба, где је понекад контраиндиковано и ризично вежбање са већим спољашњим оптерећењем.

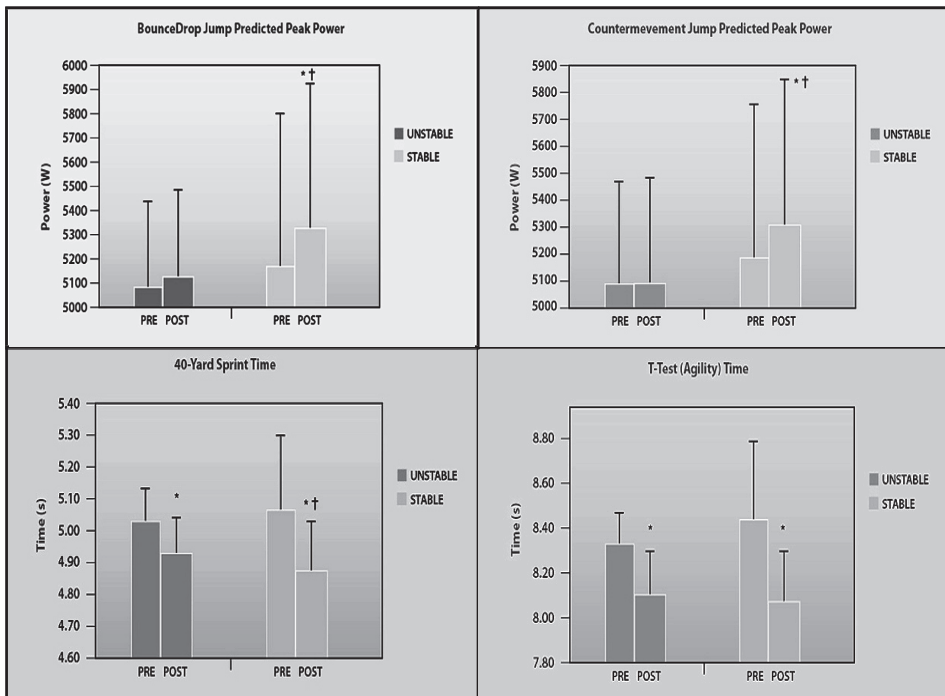
Истовремено, вежбањем на нестабилним подлогама побољшава се проприоцепција, односно способност свесног или несвесног препознавања положаја тела вежбача у простору. Захваљујући специјалним рецепторима у мишићима и зглобовима, вежбач је у стању да реагује на специфичне, али и неспецифичне ситуације и позиције у којима се налази. Проприоцептори су осетљиви на промене тонуса у мишићима, тетивама и зглобовима и те информације шаљу централном нервном систему који омогућава адекватне реакције на промене положаја сопственог тела у простору.

Развој равнотеже је логичан бенефит тренинга на нестабилним површинама. Смањењем површине ослоња и отежаним условима за одржавање равнотеже долази до развоја ове моторичке способности. Међутим, начин одржавања равнотеже је другачији у односу на начин одржавања равнотеже приликом различитих спортских активности. Наиме, равнотежа се приликом највећег броја спортских активности одржава реакцијом са подлогом, односно испољавањем мишићне силе подлози и преношењем тежишта и враћањем изнад површине ослоња. Приликом вежбања на нестабилним подлогама (БОСУ лопта, дина диск и сл.) циљ је избегавање преласка тежишта тела изнад површине ослоња, што је потпуно другачије у односу на ситуације из реалних покрета и спортских активности. На овај начин, померање тежишта тела је минимално и стриктно ограничено на површину ослоња. Хамилтон и сарадници (Hamilton et al., 2008) нису пронашли позитивну корелацију између тестова за процену статичке равнотеже и динамичких тестова који су кључни за успешно извођење различитих моторичких задатака.

Као главни аргумент против примене вежбања на нестабилним подлогама наводи се истраживање (Cressey et al., 2007) спроведено на узорку добро утренираних спортиста. Спортисти врхунског фудбалског колеџ тима су током припремног периода подељени у две једнаке групе, експерименталну и контролну. Сви испитаници су имали претходно искуство у тренингу са оптерећењем. Обе групе су имале 98% идентичног кондиционог програма, једино је део вежбања код експерименталне групе замењен сличним вежбањима на нестабилним подлогама. У истраживању у оквиру експерименталног програма у трајању од десет недеља изведено је 2—5 серија са 5—16 понављања. Резултати овог истраживања су показали негативан ефекат тренинга на нестабилним подлогама на резултате тестова којима се процењивала експлозивна снага и брзина. Пре почетка експерименталног програма нису постојале разлике у скоку увис, док је након десет недеља вежбања само група која је вежбала

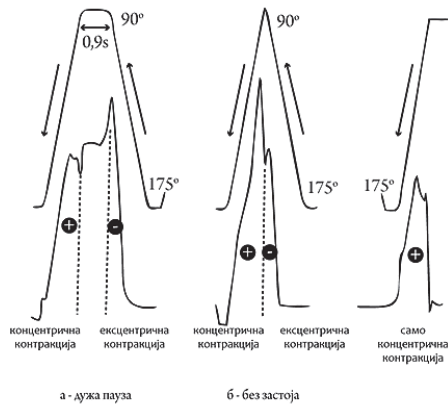
на стабилној равној подлози забележила боље резултате. Група која је вежбала на нестабилној подлози показала је слабије резултате и након теста брзине који је укључивао трчање на 40 јарди. Код овог теста трчања дошло је до одређеног побољшања резултата. Међутим, повећање је било статистички мање у односу на групу која је вежбала на равној подлози. Једино код тестова за процену агилности није било значајних разлика пре и након експерименталног програма код ових група.

Графикон 2.1. Резултати истраживања (Cressey et al., 2007) представљени графички



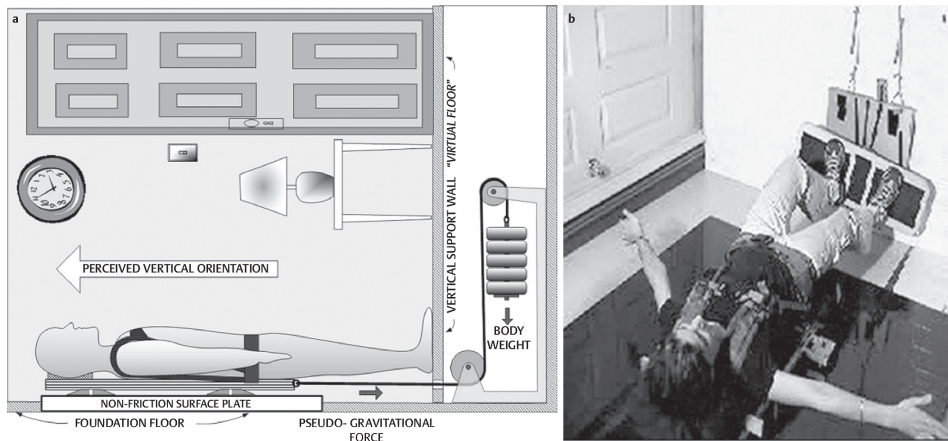
Истраживање (Cressey et al., 2007) је представљало један од главних аргумената противницима примене тренинга на нестабилним подлогама код спортиста којима су брзина и експлозивност неопходни за успех у спорту. Објашњење за неефикасност тренинга на нестабилним подлогама може се потражити и у принципу специфичности, који сугерише тренинг под условима под којима се одвија и жељена активност. Ово се посебно односи на доње екстремитете и тренинг у стојећем ставу на нестабилној подлози. Током трчања, односно спринта, подлога је

чврста и никада се не помера под утицајем телесне масе тркача. Да би се искористила велика брзина покрета и ефикасност циклуса издуживања и скраћивања, неопходна је стабилна подлога. Нестабилне подлоге не користе погодности циклуса издужења и скраћења (Stretch-Shortening Cycle – SSC) у мишићима. Еластична компонента мишића је у могућности да ускладишти енергију за време истезања (доскока), па се та енергија може користити за време контракције мишића (скраћивања, тј. одраза). Произведена сила је много већа када концентричној фази претходи ексцентрична него када се концентрична контракција врши без ексцентричне контракције, односно без претходног издуживања мишића. До ЦИС-а се дошло на основу запажања да су делови тела константно изложени утицају сила растезања. Трчање, ходање и скакање су типични примери људског кретања при којима спољашња сила (гравитације) издужује мишиће. У тој фази издуживања мишић делује ексцентрично, а после ње концентрично (скраћивање). Комбинација ексцентричне и концентричне мишићне акције чини природни облик мишићне функције, циклус издужења и скраћења — ЦИС (Stretch-Shortening Cycle – SSC) (Norman & Komi, 1979; Komi, 1974, 2000, 2003). Овај тип мишићне функције укључује и фазу преактивације. ЦИС има јасно изражену функцију повећања учинка за време финалне фазе (концентричне контракције) у поређењу са изолованом концентричном контракцијом. У случају паузе између ексцентричне и концентричне фазе еластична енергија се губи и укупна снага концентричне контракције је мања. Ово се нарочито примећује у скоковима и спринтовима. Нестабилне подлоге продужавају паузу између ексцентричне и концентричне фазе циклуса издуживања и скраћивања, тако да се испољавање силе након ексцентричне фазе значајно мења (Слика 2.1.).



Слика 2.1. Пример значаја кратке паузе између ексцентричне и концентричне фазе за јачу концентричну фазу ЦИС-а (модификовано према Коти, 2003).

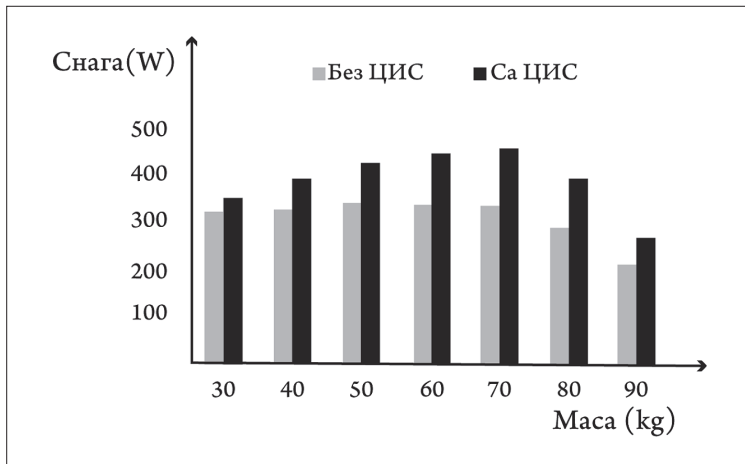
Додатна потврда утицаја циклуса издуживања и скраћивања на ефекте тренинга на нестабилним подлогама добијена је у истраживању Земкове (Zemkova, 2016). Истраживачи су проучавали ефекте четворо-недељног програма на стабилним и нестабилним подлогама покушавајући да неутралишу утицај силе Земљине теже тако што су окренули просторију за 90° (Слика 2.2.).



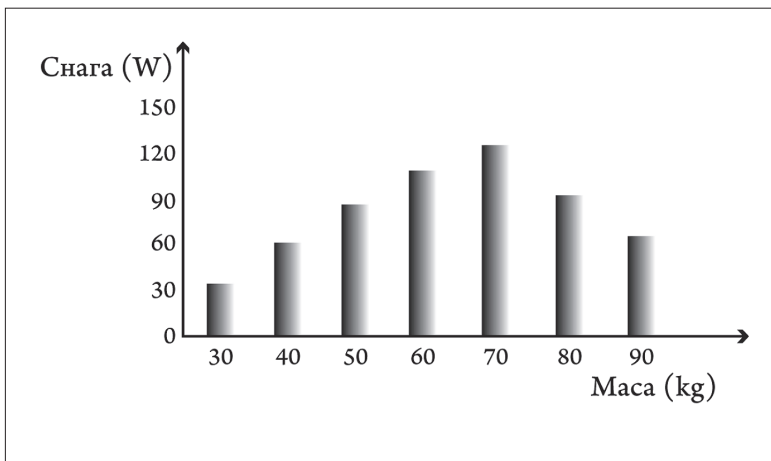
Слика 2.2. а) Просторија за вежбање окренута за 90°; б) испитаник изводи флексију и екстензију ногу на специјално дизајнираној балансној платформи (Zemkova, 2016).

Ефекти тренинга у измењеним условима мерени су изокинетичким динамометром при брзинама извођења покрета од 10 и 35 степени у секунди. Резултати су показали значајнија повећања у максималној сили (44,1%), средњим вредностима силе (58,6%), максималној снази (58,7%) и средњој вредности снаге (59,2%) при брзини од 35 степени у секунди након тренинга на стабилној подлози у поређењу са тренингом на нестабилној подлози. Међутим, у истом истраживању нису забележене статистички значајне разлике између група након експерименталног програма када су тестирани при брзини од 10 степени у секунди. Резултати овог истраживања су показали да вежбање на стабилним подлогама даје боље резултате у поређењу са вежбањем на нестабилним подлогама када је циљ брзо извођење покрета. Циљ овог истраживања је пре свега био проучавање могућности тренинга астронаута у бестежинском стању, као и потенцијалног вежбања код пацијената, а као додатно сазнање добијена је потврда да је за брзе покрете неопходна стабилна подлога, што потврђује принцип специфичности и законитости циклуса издуживања и скраћивања.

Повећањем оптерећења приликом вежбе која се састоји од ЦИС-а долази до повећања количине еластичне енергије која повећава снагу у концентричној фази покрета. Међутим, овакво повећање се дешава само до одређеног процента максималне силе, након чега долази до смањивања утицаја еластичне енергије у концентричној фази. Приликом избачаја са груди, тј. клупе (енгл. bench press), овакав механизам повећања снаге, захваљујући ускладиштеној еластичној енергији, јавља се само до оптерећења од приближно 60% од 1RM. При поменутом оптерећењу долази до повећања од око 35%. Након овог оптерећења, даљим повећавањем долази до смањивања повећања оствареног захваљујући еластичној енергији (графикони 2.2.а, 2.2.б). Разлог за ово смањивање представљају одбрамбени рефлексни механизми под утицајем Голцијевог тетивног органа (Игњатовић & Радовановић, 2013).



Графикон 2.1.а: Максимална снага са коришћењем и без коришћења предности ЦИС-а



Графикон 2.2.б: Количина еластичне енергије у зависности од оптерећења на примеру потиска са груди (bench press)

Количина ускладиштене еластичне енергије приликом вежбања на нестабилним подлогама слична је количини ускладиштене енергије приликом вежбања на стабилној подлози када је у питању потисак са груди. У истраживању (Zemkova et al., 2014) у којем су проучаване разлике између дефицита ускладиштене енергије у стабилним и нестабилним условима приликом потиска са груди нису пронађене разлике између потисака са мањим тежинама. Истраживање је проучавало утицај

оптерећења на снагу у концентричној фази потиска са груди. Деветнаест здравих утренираних испитаника је изводило потисак са клупе или потисак са швајцарске лопте и чучањ са оптерећењем на равној подлози и БОСУ полулопти. Покрети су извођени са покретима и без покрета у контрастери. Иницијално оптерећење је било 20kg, које је повећавано за 10kg и 5kg до максималних 85% од једног максималног понављања. Иако су пронађене статистички значајне разлике у појединим покушајима и условима, вредност величине учинка (effect sizes) од ≤ 0.7 указује да нема практичних разлика. Швајцарска лопта под великим оптерећењима понаша се као равна подлога. Услед великог оптерећења она губи своју еластичност и карактеристике због којих се користи у вежбању.

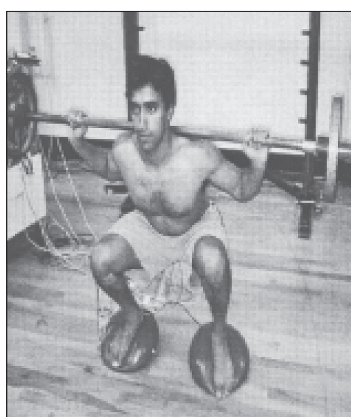
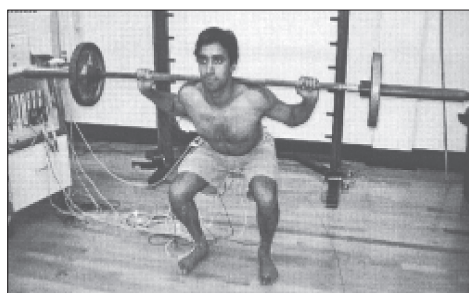
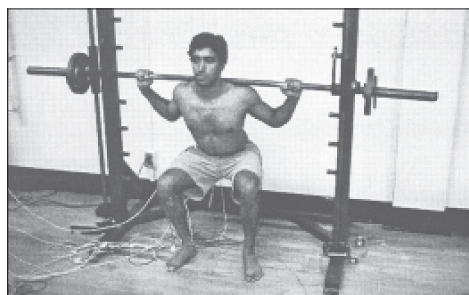
Због ових законитости, као и резултата претходних истраживања (Cressey et al., 2007; Behm et al., 2015), тренинг на нестабилним подлогама не би требало примењивати ако је циљ развој експлозивности доњих екстремитета, нарочито код спортиста који тренирају и такмиче се на стабилним подлогама. Торзо и рамени појас су делови тела који су и иначе у „нестабилном” положају, услед више различитих зглобова у кинетичком ланцу између њих и стабилне подлоге. Због чињенице да се горњи део тела налази у „нестабилним” условима, тренинг са нестабилним подлогама се препоручује за торзо и горње екстремитете.

Сама логика налаже да вежбање на подлогама које узрокују нестабилност може произвести другачије и разноврсне стимулансе који би произвели неуромишићне адаптације на вежбање. На тај начин долази до значајније и разноврсније активације мишића стабилизатора трупа који представљају неопходну мишићну групу за нормално извођење свакодневних моторичких задатака и кључан фактор у превенцији или рехабилитацији мишића лумбалног дела кичменог стуба и посредно смањивање бола у лумбалном делу кичменог стуба (Abenhaim et al., 2000). Смањивање мишићне издржљивости мускулатуре лумбалне регије директно је повезано са настанком бола у овој регији (McGill, 2001; Nourbakhsh & Arab, 2002).

Различите препоруке струковних удружења и експерата у вези са тренингом стабилизатора кичменог стуба указују на значај овог сегмента тела код различитих популација, од врхунских спортиста до старијих особа и деце (Willardson, 2004; Behm, 2012). Доза нестабилности приликом извођења вежби изазива већи стрес у неуромускуларном систему у односу на исте или сличне вежбе извођене у статичким условима (Chek, 1999; Boyle, 2004; Verstegen & Williams, 2004).

Одређена доза нестабилности којом би се повећала активност истих мишића стабилизатора тупа може се произвести на више различитих начина, различитим платформама приликом потиска са груди (Gaetz et al., 2004) или склекова (Holtzmann et al., 2004). Наравно, циљаним вежбањем са максималним или субмаксималним оптерећењем могуће је активирати жељену мишићну групу или мишић више него вежбањем на нестабилним подлогама. На пример, чучањ са оптерећењем од 80% од једног максималног понављања активира мишић *erector spinae* за 34–70% више него вежбање у нестабилним условима и на нестабилним подлогама са сопственим оптерећењем (Hamlyn et al., 2007). Такође, мишићи *m. longissimus* и *m. multifidus* активирају се у већој мери приликом вежбе мртвог дизања или чучња у односу на активацију приликом нестабилних вежби са сопственим оптерећењем (Nuzzo et al., 2008). Поред доказа о потенцијалној већој активацији одређених мишића који учествују у стабилизацији тупа, треба истаћи да су овде у питању изоловане вежбе са максималним или субмаксималним оптерећењем. Извођење вежби са великим оптерећењем код реконвалесцената, млађих или старијих особа, није увек изводљиво због потенцијалних ризика од повређивања или немогућности извођења датих покрета. Вежбе на нестабилним подлогама користе само сопствену телесну масу и без додатног оптерећења и повећаног ризика дају значајан ефекат. Забележено је и повећање мишићне активности абдоминалне мускулатуре приликом извођења склекова или чучњева на нестабилним подлогама (Marshall & Murphy, 2006a), као и приликом потиска са груди на швајцарској лопти (Marshall & Murphy, 2006b). Забележена је и повећана активност абдоминалне мускулатуре приликом вежбања на швајцарској лопти у поређењу са већином других вежбања која су укључивала вежбе за јачање абдоминалне мускулатуре на стабилним подлогама.

Једно истраживање (Anderson & Behm, 2005) је испитивало различит степен нестабилности и утицај повећане нестабилности на активацију мишића стабилизатора тупа. Испитаници су имали задатак да изводе вежбу чучња са оптерећењем у три различита услова (Слика 2.3.), односно различита нивоа стабилности. Први ниво стабилности је укључивао чучањ на стабилној подлози са додатним оптерећењем уз примену Смитове машине, односно шина које омогућавају усмерен покрет. Следећи ниво стабилности је укључивао чучањ са додатним оптерећењем на стабилној подлози. Да би се обезбедила нестабилна подлога, два диска на надувавање коришћена су као подлога на којој је стајао вежбач који изводи вежбу чучња.



Слика 2.3. Чучањ у различитим условима (Anderson & Behm, 2005)

Мишићи стабилизатори кичменог стуба имали су за 20–30% већу активацију приликом чучња извођеног у нестабилнијим условима. Највећа активност абдоминалних мишића мерена електромиографијом забележена је приликом чучња на нестабилним условима. Активност абдоминалних мишића је била за 29,6% ($p < 0.01$) мања приликом чучња на Смитовој машини и за 18,6% мања ($p < 0.05$) код чучња без Смитове машине на стабилној подлози. Такође, поред забележене веће активности мишића, забележено је и дуже време активације. Активација

мишића стабилизатора трупа, међу којима су и абдоминални мишићи, била је дужа за време стабилизационе фазе, односно приликом преласка из ексцентричне у концентричну контракцију. Наравно, стабилизациона фаза је најдуже трајала при нестабилним условима, односно на дисковима, где је активност абдоминалних мишића трајала 0,66 секунди, док је код чучња на стабилној подлози на Смитовој машини трајала 0,54 секунди, а без машине на стабилној подлози 0,51 секунду. Слична је ситуација и са електромиографском активношћу мишића опружача кичменог стуба у лумбалном делу. Највећа активност је забележена приликом чучња на нестабилним подлогама, док се код чучња на стабилној подлози смањивала за 20%, а код чучња на Смитовој машини за 22,9%. Такође, активност мишића у горњем делу кичменог стуба показала је већу активност при извођењу чучња на нестабилним подлогама у поређењу са чучњем на стабилним подлогама за 22,9%, а у поређењу са Смитовом машином за 33,8%. Сви испитаници без изузетка имали су већу мишићну активност на нестабилним подлогама. Дужина трајања активација свих осталих мишића, укључујући и главне агонисте, била је непромењена у свим испитиваним условима. Ово истраживање је потврдило значај и ефикасност вежби на нестабилним подлогама за јачу и дуготрајнију активацију мишића стабилизатора трупа, а самим тим и значај и могућност примене приликом рехабилитације.

Нестабилне подлоге и реквизити којима је могуће нарушавати нестабилност имају широке могућности примене и у настави са децом млађег и старијег школског узраста. Ови реквизити се могу употребити у реализацији различитих полигона, или приликом вежби снаге. Вежбање у нестабилним условима омогућава отклањање монотоније и подизање степена мотивисаности према вежбању код деце (Косић & Игњатовић, 2018). Уз повећану активацију разноврсних мишићних група услед нестабилних и неуобичајених положаја могуће је постићи боље и дуготрајније ефекте вежбања. Тренутно не постоје јасни докази о ефикасности примене ових вежби за побољшање спортских преформанси и резултата код младих спортиста, али преовладава став о позитивним ефектима оваквих вежби на јачање мишића стабилизатора трупа, што би могло да има дугорочне позитивне ефекте код младих организама подвргнутих константним напорима.

РЕФЕРЕНЦЕ

- Abenhaim, L., Rossignol, M., Valat, J. P., Nordin, M., Avouac, B., Blotman, F., et al. (2000). *The role of activity in the therapeutic management of back pain*. Report of the International Paris Task Force on Back Pain. *Spine (Phila Pa 1976)*, 25(Suppl. 4): 1S–33S.
- Anderson, K., & Behm, D. G. (2005). The impact of instability resistance training on balance and stability. *Sports Medicine*, 35, 43–53.
- Behm, D., Colado, J. C. (2012). The effectiveness of resistance training using unstable surfaces and devices for rehabilitation. *International Journal Sports Physical Therapy*, 7(2), 226–241.
- Behm, D. G. (1995). Neuromuscular implications and applications of resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 9(4), 264–274.
- Behm, D. G., & Sale, D. G. (1993). Velocity specificity of resistance training. *Sports Medicine*, 15(6), 374–388.
- Behm, D. G., Muelhlbauer, T., Kibele, A., Granacher, U. (2015). Effects of Strength Training Using Unstable Surfaces on Strength, Power and Balance Performance Across the Lifespan: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Medicine*, 45(12), 1645–1669.
- Boyle, M. (Ed.) (2004). Lower body strength and balance progressions. In *Functional Training for Sports*. Human Kinetics, Champaign, Ill. pp. 53–73.
- Chek, P. (1999). Physioball exercise for swimming, soccer, and basketball. *Sports Coach*, 21:30–3.
- Cressey, E. M., West, C. A., Tiberio, D. P., Kraemer, W. J., Maresh, C. M. (2007). The effects of ten weeks of lower-body unstable surface training on markers of athletic performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21, 561–567.
- Gaetz, M., Norwood, J., Anderson, G. (2004). EMG activity of trunk stabilizers during stable/unstable bench press. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 29, S48.
- Hamilton, R. T., Shultz, S. J., Schmitz, R. J., & Perrin, D. H. (2008). Triple-hop distance as a valid predictor of lower limb strength and power. *Journal of Athletic Training*, 43(2), 144–151.
- Hamlyn, N., Behm, D. G., Young, W. B. (2007). Trunk muscle activation during dynamic weight-training exercises and isometric instability activities. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(4), 1108–1112.
- Holtzmann, M., Gaetz, M., Anderson, G. (2004). EMG activity of trunk stabilizers during stable and unstable push-ups. *Canadian Journal of Applied Physiology*. 29: S55.
- Ignjatović, A. & Radovanović, D. (2013). *Fiziološke osnove treninga sile i snage* [Physiological basis of strength and power training]. Jagodina: Faculty of Education in Jagodina, University of Kragujevac.

Kocić, J., & Ignjatović, A. (2018). Children's attitudes toward various forms of resistance training. *Facta Universitatis, Physical Education and Sport*, 16 (2), 261–270.

Komi, P. V. (2003). Stretch-Shortening Cycle. In P. V. Komi (Ed.), *Strength and Power in Sport: Olympic Encyclopedia of Sports Medicine*, Vol. III, 2nd ed. Oxford: Blackwell Publishing. pp.184–203.

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.

Komi, P. V. (2000). Stretch-shortening cycle: a powerful model to study normal and fatigued muscle. *Journal of Biomechanics*, (33), 1197–1206.

Marshall, P., & Murphy, B. A. (2006b). Increased deltoid and abdominal muscle activity during Swiss ball bench press. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 745–750.

Marshall, P., & Murphy, B. A. (2006a). Changes in muscle activity and perceived exertion during exercises performed on a swiss ball. *Applied Physiology Nutrition And Metabolism*, 31(4), 376–383.

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(4), 353–359.

Norman, R. W., & Komi, P. V. (1979). Electromechanical delay in skeletal muscle under normal movement conditions. *Acta Physiologica Scandinavica*, 106, 241–248.

Nourbakhsh, M. R., & Arab, A. M. (2002). Relationship between mechanical factors and incidence of low back pain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 32(9), 447–460.

Nuzzo, J. L., McCaulley, G. O., Cormie, P., Cavill, M. J., McBride, J. M. (2008). Trunk muscle activity during stability ball and free weight exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22, 1108–1112.

Schmidtbleicher, D. (1992). Training for power events. In: *Strength and power in sport*. Edited by P.V. Komi. Blackwell, Oxford, UK. pp. 381–395.

Verstegen, M., Williams, P. (2004). Physioball routine. In: M. Verstegen, P. Williams (Eds.), *Core performance*. New York: Rodale. pp. 73–88.

Willardson, J. M. (2004). The effectiveness of resistance exercises performed on unstable equipment. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26, 70–74.

Zemková, E., & Oddsson, L. (2016). Effects of stable and unstable resistance training in an altered-G environment on muscle power. *International Journal Sports Medicine*, 37, 288–294.

Zemková, E., Jelen, M., Kováčiková, Z., Ollé, G., Vilman, T., Hamar, D. (2014). Weight lifted and countermovement potentiation of power in concentric phase of unstable and traditional resistance exercise. *Journal of Applied Biomechanics*, 30(2), 213–220.

3. ЭФЕКТИ ОСМОНЕДЕЉНОГ ЕКСПЕРИМЕНТАЛНОГ ПРОГРАМА ТРЕНИНГА ОПТЕРЕЋЕЊА НА НЕСТАБИЛНИМ ПОДЛОГАМА НА ПАРАМЕТРЕ МИШИЋНЕ СНАГЕ КОД ПОТИСКА СА ГРУДИ И ЧУЧЊА НА УЗОРКУ СТУДЕНАТА

3.1. Увод

Вежбе са оптерећењем у нестабилним условима, попут употребе нестабилних справа (швајцарска лопта, БОСУ лопта, хемисферни дискови и дискови на надувавање), стекле су популарност у последњој деценији. Резултати бројних истраживања такође указују на улогу и значај оваквог вида тренинга. Употреба нестабилног окружења за тренирање доводи до повећања специфичних ефеката повећаном активацијом стабилизатора карличног појаса и кичменог стуба (Kornecki & Zschorlich, 1994; Behm & Anderson, 2006) и стога се сматра да је кориснија од вежбања на машинама за вежбање (Anderson & Behm, 2005). Према концепту специфичности тренинга, обука у нестабилним условима може пружити нестабилност каква се може наћи у свакодневним животним, радним и атлетским окружењима, пружајући ефикаснији трансфер остварен тренингом (Behm & Anderson, 2006).

Употреба нестабилних платформи у тренингу са оптерећењем требало би да резултира развојем виших нивоа активације мишића путем већег ослањања на њихове стабилизујуће функције. Експерименталне студије су показале да је краткорочни програм тренинга помоћу швајцарске лопте ефикаснији од вежби на поду за побољшање стабилности мишића стабилизатора (Cosio-Lima, Reynolds, Winter, Paolone, & Jones, 2003; Stanton, Reaburn & Humphries, 2004). Већа нестабилност требало би да изазове неуромускуларни систем у већој мери од стабилних услова, повећавајући нивое мишићне силе и снаге који се приписују неуролошким адаптацијама (Behm, Drinkwater, Willardson & Cowley, 2010). Међутим, вероватно је да је ниво перформанси укључених испитаника пре почетка експерименталног тренинга можда утицао на величину адаптација. Вал и Бем (Wahl & Behm, 2008) нису известили о значајним променама у мишићној активности применом умерено нестабилних услова, што је указивало да употреба ових уређаја за тренирање не представља адекватне изазове неуромускуларном систему код испитаника

са претходним тренажним искуством. Стога, будући да високо утренирани појединци можда већ поседују побољшану способност стабилизације услед употребе тренинга са теговима и оптерећењем које није фиксирано, за постизање повећања ефикасности може бити потребан већи степен нестабилности. Такође, употреба нестабилног окружења предлаже се за побољшање специфичних ефеката активације мишића стабилизатора (Kornecki & Zschorlich, 1994; Behm & Anderson, 2006), па се тако сматра кориснијом од машина (Anderson & Behm, 2005). Према концепту специфичности тренинга, тренинг у нестабилним или неуравнотеженим условима може пружити нестабилност која се може догодити у свакодневним животним, радним и атлетским окружењима, пружајући ефикаснији трансфер оваквог начина тренинга (Behm & Anderson, 2006). Међутим, активности вежбања на нестабилним површинама и са нестабилним уређајима не препоручују се као основна вежба за хипертрофију, апсолутну снагу или снагу (Behm et al., 2010). Како је сила и снага мишића битна компонента у многим атлетским активностима, није неуобичајено да неке организације, попут Канадског друштва за физиологију вежбања, не одобравају у потпуности тренинге на нестабилним површинама за атлетске или спортске тренинге. Званичан став поменутог удружења (Behm et al., 2010) упозорава: „Са становишта перформанси, нестабилни уређаји не би требало да се користе када је хипертрофија, апсолутна снага или снага примарни циљ тренинга, јер стварање силе, снаге и брзине кретања нису могући на нестабилним подлогама, што онемогућава жељене адаптације, посебно код тренираних спортиста.”

Са друге стране, у највећем броју истраживања која укључују нестабилне површине, усредсређена на ефекте програма тренинга, коришћена су веома велика оптерећења (изнад 70% 1РМ) (Cowley et al., 2007; Kibele & Behm, 2009; Sparkes & Behm, 2010). Слично томе, у експерименталним истраживањима тренажних програма код здравих, добро обучених испитаника (Cressey et al., 2007) такође су коришћена велика оптерећења (5–15РМ), што недвосмислено указује на умерене брзине извођења покрета због великог спољашњег оптерећења.

У литератури се наводи да су оптерећења између 30% и 60% од максималног оптерећења (1РМ) предложена као оптерећења која производе највеће вредности мишићне снаге у потиску са груди (Newton et al., 1997; Baker et al., 2001; Izquierdo et al., 2002; Jandacka & Uchytíl, 2011) и 40–65% од 1РМ приликом извођења чучња (Izquierdo et al., 2002). Оптерећење од 50% од 1РМ треба сматрати оптималним за повећање снаге

на нестабилним површинама, што омогућује употребу правилних техника током вежби, без претераног страха од пада.

Једну од ретких студија која је испитивала брзе и експлозивне покрете на нестабилној површини спровели су Кошида и сарадници (Koshida et al., 2007). Запазили су губитак вредности максималне снаге у нестабилним условима током динамичних вежби потиска са груди, изведених са оптерећењем од 50% од 1РМ. Међутим, стопе смањења остале су релативно ниске, приближно 6% за силу и 10% за снагу и брзину.

Према принципу специфичности (Behm & Sale, 1993), активност вежбања мора да покуша да имитира блиско жељену физичку активност. Слично томе, сваки успех у спорту и другим физичким активностима које захтевају динамично деловање и одређени ниво мишићне снаге требало би постићи тренингом који се изводи са сличном брзином кретања. Штавише, свако испитивање снаге захтева максималну брзину кретања и зато је неопходно да се тренинг изводи са максималном брзином кретања коју дозвољава предметна нестабилна површина.

Сврха овог истраживања била је утврђивање ефеката експерименталног програма на мишићну снагу и силу након осам недеља стабилног и нестабилног тренинга отпора код физички активних испитаника са ограниченим искуством у организованом тренингу са спољашњим оптерећењем. Претпоставка је да ће нестабилни тренинг са оптерећењем који се изводи са максималном могућом брзином кретања током концентричне фазе кретања пружити знатно веће ефекте након тренинга.

3.2. Методологија истраживања

3.2.1. Експериментални приступ проблему

Резултати ове студије требало би да дају одговор на питање о ефикасности вежбања на нестабилним подлогама у побољшању мишићне силе и снаге. Штавише, студија ће покушати да процени ефикасност укључивања вежби са оптерећењем у нестабилним условима за субјекте који већ поседују одређен степен утренираности и физичке кондиције. У овом истраживању примењиван је потисак са клупе и швајцарске лопте и чучњеви на равной подлози и БОСУ лопти, као неке од најчешће извођених вишезглобних вежби са оптерећењем.

3.2.2. Учесници истраживања

Узорак се састојао од 72 испитаника мушког пола (старости $20,6 \pm 1,5$ година, висине $180,7 \pm 6,3$ cm, телесне масе $77,3 \pm 7,1$ kg). Сви испитаници су били студенти факултета за спорт и физичко васпитање. У време истраживања, ниједан испитаник није био професионални спортиста. Ниво њихове физичке спремности одражавао је програм студијског програма који укључује различите физичке активности, као и њихове појединачне рекреативне активности (које укључују додатне дневне физичке активности у трајању од најмање једног сата). Ниједан од учесника у овој студији није учествовао у организованом и програмираном тренингу са оптерећењем у периоду од шест месеци пре студије.

Испитаници су били подељени у три групе: група која је вежбала на нестабилној подлози (НТГ), група која је вежбала на стабилној подлози (СТГ) и контролна група (КГ). Расподела група је конципирана на такав начин да су било какве почетне разлике између група у зависним варијаблама мишићне снаге и силе сведене на минимум. Нема статистички значајних разлика између група у мерењима при потиску са груди и чучњевима.

Групу која је тренирала на нестабилним подлогама (НТГ) сачињавали су учесници који су поред уобичајених дневних физичких активности (РДА) били укључени у програмирани тренинг са оптерећењем под нестабилним условима. Група која је вежбала на стабилним подлогама (СТГ) састојала се од учесника који су поред уобичајеног ДПА били укључени у програм вежби са оптерећењем под стабилним условима. Контролну групу чинили су учесници који су се бавили искључиво свакодневним ДПА, без икаквог додатног тренинга са оптерећењем. Није било статистички значајних разлика између група у телесној висини, маси и индексу телесне масе.

Сви учесници су добровољно учествовали у истраживању. Информисани су о основним циљевима истраживања, процедурама и експерименталним ризицима, а сви су потписали пристанак о добровољном учешћу пре почетка истраживања. Представљени поступци били су у складу са етичким стандардима о експериментисању на људима. Институционални етички одбор одобрио је истраживање. Пре испитивања је урађен стандардни медицински скрининг. Нико од учесника није показао индикације о недавним повредама у својој анамнези или клиничким извештајима.

3.2.3. Инструменти мерења

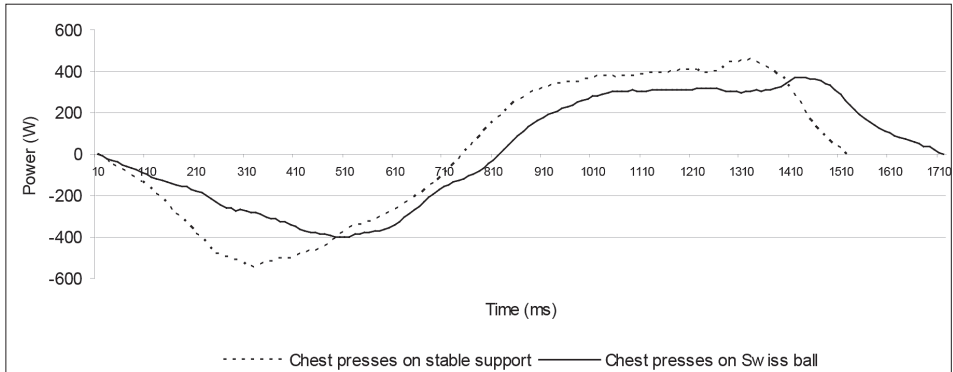
Учесници истраживања су урадили тест максималног понављања (1РМ) само на стабилној површини, јер нису били упознати са вежбањем на нестабилним подлогама, нити је било времена да се навикну на извођење покрета да би тестирање било поуздано. Пре сваког теста за 1РМ изведена су два загревања: прво са осам понављања са око 50% 1РМ, а затим са четири понављања при приближно 70% 1РМ. Затим су изведени појединачни покушаји са све већим оптерећењем, које се повећавало за по најмање 2,5kg, све док сваки учесник није постигао највећу тежину коју је једном могао подићи правилном техником. Између сваког покушаја дат је троминутни одмор. 1РМ је постигнут у року од 3–6 покушаја. Ради сигурности, приликом сваког покушаја била су присутна два инструктора. Правилна техника потиска са груди укључивала је контролисано спуштање шипке док се лагано не додирне грудни кош, након чега се шипка са теговима враћа у почетни положај са лактовима у потпуности испруженим. Током кретања шипке са теговима при потиску са груди није допуштено компензацијско кретање кукова. Чучњеве са оптерећењем учесници су изводили на стабилној површини из усправног стојећег положаја са правим ногама, до положаја у чучњу са углом у зглобу колена од 90°, држећи шипку са теговима на леђима. Учесници су надгледани како би се осигурало да су подигли шипку са теговима без значајног одступања од линије која је нормална у односу на под. Темпо сваког покушаја 1РМ није био контролисан, тако да, док год су се придржавали добре технике, испитаницима је било допуштено да користе онолико времена колико им је потребно да заврше покрет, докле год није нарушено исправно извођење покрета.

1РМ у нестабилним условима није испитиван, пошто су претходна истраживања (Goodman et al., 2008) показала да нема смањења мишићне снаге, 1РМ или било какве разлике у мишићној ЕМГ активности при вежби потиска са груди на нестабилној лопти у поређењу са стабилном равном површином. Из сигурносних разлога, попут могућих оштећења лопте при максималном оптерећењу или пада с максималним оптерећењем током тестирања, посебно током чучњева на нестабилној БОСУ кугли, одлучено је да се не изводи 1РМ на нестабилним површинама.

Вредности мишићне снаге у стабилним и нестабилним условима мерени су помоћу Фитродајн динамометра (Fitronic, Bratislava, Slovakia) према предложеном протоколу. Ваљаност и поузданост уређаја

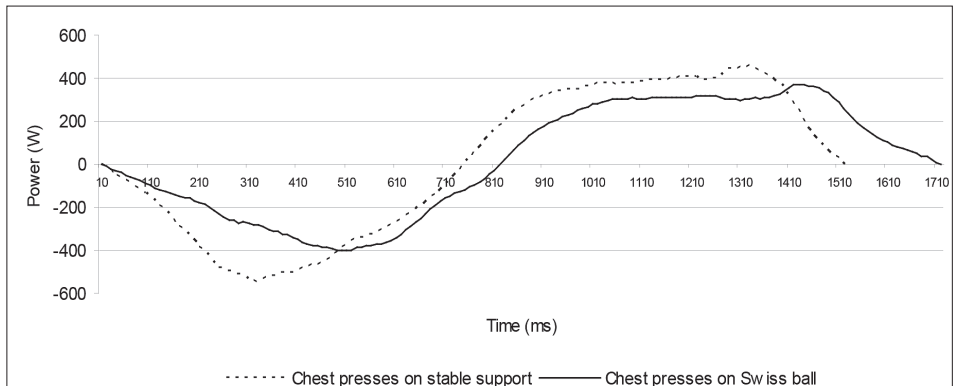
потврдили су Џенингс и сарадници (Jennings et al., 2005). Током сваког понављања испитаници су инструисани да покрет максимално убрзају у концентричној фази, током које су се параметри снаге и брзине кретања мерили уз помоћ Фитродајн динамометра повезаног за лап-топ рачунар.

Графикон 3.1. Приказ кретања промене снаге кроз време на стабилној и нестабилној подлози, мерена Фитродајн динамометром приликом потиска са груди



Легенда: Испрекидана линија представља вредности снаге на стабилној подлози; неискрекидана линија представља вредности снаге на нестабилној подлози.

Графикон 3.2. Приказ кретања промене снаге кроз време на стабилној и нестабилној подлози, мерена Фитродајн динамометром приликом чучња



Легенда: Испрекидана линија представља вредности снаге на стабилној подлози; неискрекидана линија представља вредности снаге на нестабилној подлози.

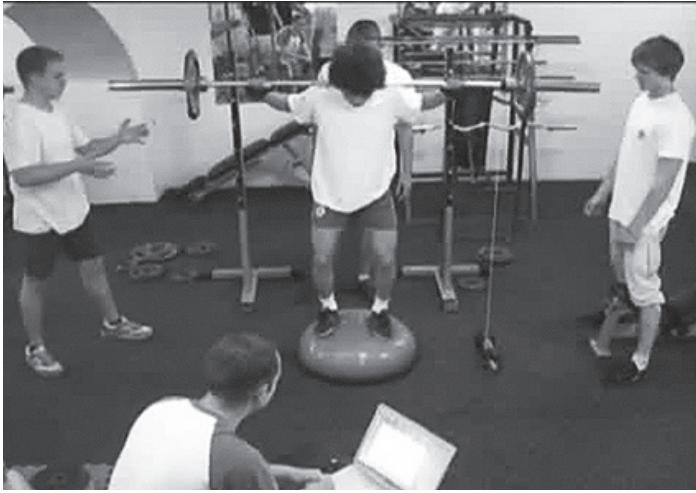
Стабилни услови су обезбеђени помоћу равне клупе, а нестабилни услови су створени коришћењем швајцарске лопте пречника 55cm и

65cm (лопта је бирана на основу висине испитаника). Лопта је постављена тако да подупре горњи део леђа са цервикалним делом или главом, док су ноге испитаника биле у контакту са равном подлогом. Пре сваког експеримента провераван је ниво надуваности лопти.



Слика 3.1. Мерење параметара снаге и силе приликом потиска са груди на нестабилним условима (са швајцарском лоптом)

Чучњеви са оптерећењем у стабилним условима (под теретане) и нестабилним условима (БОСУ лопта – BOSU; Fitness Quest, Canton, OH, USA) извођени су из усправног стојећег става до чучња са углом колена од 90° док је учесник држао шипку са теговима на леђима. Из безбедносних разлога, два испитивача су посматрала учеснике са обе стране током вежбе, а један испитивач је стајао иза учесника како би спречио могући пад. Поред тога, један испитивач је потврђивао доследност у квалитету потиска са клупе и технике чучња током тестирања. Ако у датом покушају нису поштована упутства, учесник би био замољен да направи још један покушај ради додатног прикупљања података.



Слика 3.2. Мерење праметара снаге и силе приликом чучња у нестабилним условима (са швајцарском лоптом)

3.2.4. Процедуре распоређивања испитаника у групе

Пре самог распоређивања у групе, учесници су имали два тренинга упознавања, где су добили упутства о правилној техници обе вежбе, посебно на нестабилним површинама. Нагласак је стављен на постижање угла колена од 90° током чучњева. Учесници су имали још једну сесију упознавања, посебно осмишљену за потребе тестирања, односно мерења са фитродајн динамометром. Сви учесници имали су исти број сесија упознавања пре тестирања и добили су упутства да се не баве било каквим напорним физичким вежбама у периоду од 48 сати пре тестирања. Упозорени су да се суздрже од конзумирања енергетских или кофеинских пића два сата пре тестирања. Учесницима је било дозвољено да пију напитке без кофеинске течности *ad libitum* пре тестирања.

Сва тестирања одржавала су се у спортској хали и теретани. Пре тестирања, учесници су се загревали отприлике 10–15 минута (субмаксимални аеробни интензитет на стационарним бициклима и/или степ машинама и кратке серије динамичког истезања мишића).

3.2.5. Тренинг у стабилним и нестабилним условима

Осмондељни програм обуке састојао се од два тренинга недељно. Испитаници су радили само две вежбе: потисак са груди и чучањ (под различитим условима, у зависности од групе). Сви су радили по шест серија од по шест понављања за сваку вежбу, са одмором од 90 секунди између серија. Први тренинг у недељи почео је потиском са груди, а други тренинг чучњевима. Између вежби са потиском са груди и чучњевима било је три минута одмора. Сви су испитаници наизменично мењали почетну вежбу на сваком тренингу (нпр. у понедељак су почињали потиском са груди, у четвртак почињали чучњевима). Оптерећење за сва понављања (и у стабилним и у нестабилним условима) било је 50% од претходно утврђених 1РМ у стабилним условима за обе вежбе.

Током сваког понављања, испитаници су добили инструкције да концентричну фазу покрета изводе максималном могућом брзином. У нестабилним условима, сви испитаници су изводили покрет максималном могућом брзином током концентрисане фазе, под условом да су покрет изводили правилно и без пада. У случају када би при неком покушају изгубио равнотежу, испитаник би направио паузу од 90 секунди и поновио целу серију са шест понављања.

Сва вежбања су се одвијала у јутарњим часовима два пута недељно (понедељак–четвртак; уторак–петак; среда–субота) у три различита термина (од 8 до 9, од 9 до 10 и од 10 до 11 сати). Учесници су били расподељени у групе према свом личном распореду и распореду група за вежбање, тако да су могли редовно да присуствују својим другим обавезама, као и редовним тренинзима за време експерименталног третмана. Учеснике је током обуке пратио најмање један од истраживача како би се осигурало да се у сваку серију уложен максималан напор. Из безбедносних разлога, током сваке вежбе два до три учесника су посматрала покушај, стојећи са сваке стране током подизања, а један учесник је стајао иза вежбача како би спречио евентуалан пад. Поред тога, један од истраживача потврђивао је правилност извођења потиска са груди и чучња.

3.2.6 Статистичка анализа

Дескриптивни статистички подаци израчунати су за све експерименталне податке и представљени као аритметичка средина (M) и

стандардна девијација (SD). Ефекти експерименталних програма тренинга на 1РМ и мишићне резултате тестирани су униваријантном анализом варијансе (ANOVA) са једним фактором унутар (време) и једним фактором између субјекта (група). Ниво статистичке значајности постављен је на $p < 0.05$. Ефекти тренинга у свакој групи оцењени су коришћењем т-теста за мале упарене узорке. Статистичке анализе су урађене у статистичком пакету SPSS.

3.3. Резултати

3.3.1. Ефекти експерименталног програма на 1РМ

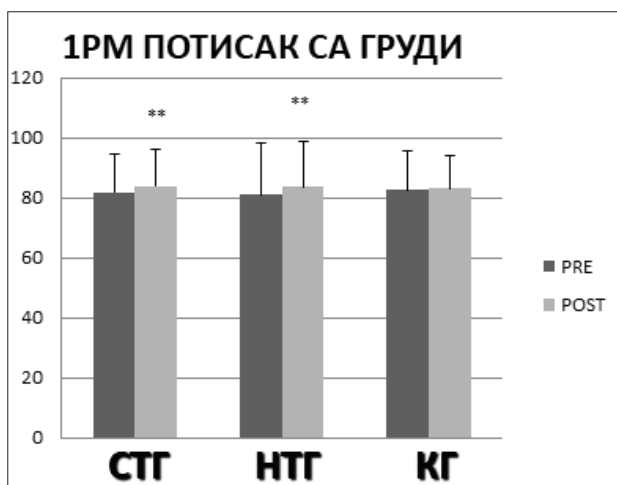
Униваријантна анализа варијансе ANOVA 3 x 2 након поновљеног мерења (групе x време) није показала значајан главни ефекат за 1РМ током вежбања $F(2,69) = 1,724$, $p = .186$. Аритметичка средина и стандардна девијација пре и после третмана приказане су у Табели 3.1. Иако су обе експерименталне групе (НТГ и СТГ) оствариле значајна повећања (иницијално и финално мерење) у 1РМ јачини притиска на штампу, није дошло до ефекта интеракције између група приликом потиска са груди.

Табела 3.1. Вредности 1РМ приликом потиска са груди и чучња пре и након експерименталног програма

Вежбања (тежина)	Група	Иницијално мерење	Финално мерење
Потисак са груди (kg)	НТГ	81 ± 17.6	83.7 ± 15.4 **
	СТГ	81.9 ± 13.1	84 ± 12.8 **
	КГ	82.5 ± 13.4	83.3 ± 11
Чучањ (kg)	НТГ	83.5 ± 14.7	89.2 ± 14.6 ** #
	СТГ	84.4 ± 15	86.2 ± 13.6 **
	КГ	85.8 ± 13.8	86.2 ± 12.4

Легенда: СТГ – група која је тренирала на стабилним подлогама; НТГ – група која је тренирала на нестабилним подлогама; КГ – контролна група која није имала тренинг; *статистички значајна разлика на нивоу од 0,05; **статистички значајна разлика на нивоу од 0,01; # интеракција између група

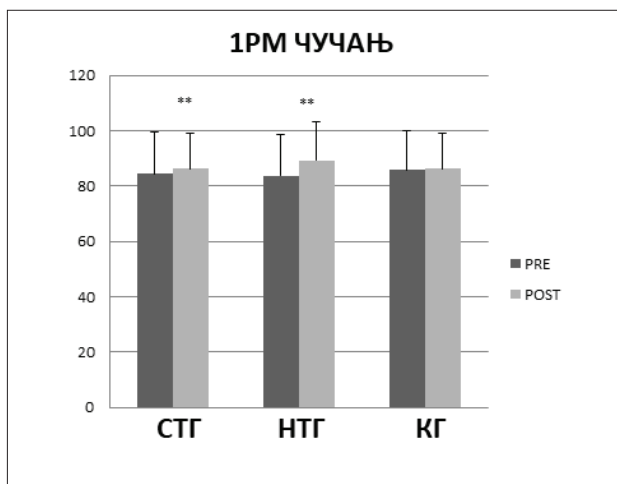
Графикон 3.3. Вредности 1РМ при потиску са груди код све три групе пре и након експерименталног програма



Легенда: СТГ – група која је тренирала на стабилним подлогама; НТГ – група која је тренирала на нестабилним подлогама; КГ – контролна група која није имала тренинг. **статистички значајна разлика на нивоу од 0,01

На Графикону 3.3. може се уочити статистички значајно повећање у вежби потиска са груди код обе експерименталне групе, СТГ и НТГ, док код контролне групе није дошло до статистички значајног повећања.

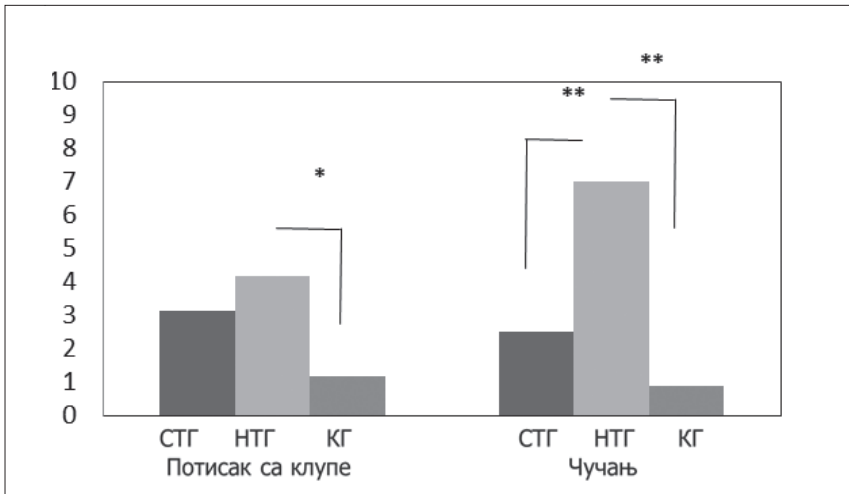
Графикон 3.4. Вредности 1РМ при чучњу код све три групе пре и након експерименталног програма



На Графикону 3.4. може се уочити статистички значајно повећање у вежби чучња код обе експерименталне групе, СТГ и НТГ, док код контролне групе није дошло до статистички значајног повећања.

Статистички значајни ефекти интеракције (групе x време) забележени су код тестирања 1РМ чучањ $F(2,69) = 10,848$, $p < .001$. Промене пре и после третмана у 1РМ у чучњевима за све три групе приказане су на Слици 3.3. Обе експерименталне групе (НТГ и СТГ) су оствариле значајна повећања снаге чучња од 1РМ ($p < 0.01$), без значајног ефекта интеракције између група. Коефицијент поузданости тест – поновно тестирање (ICC) за 1РМ тестове био је $r = 0,95-0,98$.

Графикон 3.5. Промене у тестираном 1РМ изражене у процентима



3.3.2. Ефекти експерименталних програма на мишићну снагу

Основни дескриптивни статистички параметри у виду аритметичке средине и стандардне девијације све три групе у свим условима пре и након експерименталног третмана приказани су у Табели 3.2.

Табела 3.2. Основни дескриптивни подаци мишићне снаге код вежби потиска са груди и чучња код свих испитиваних група

Вежбање (снага)	Подлога	Група	Иницијално	Финално
Потисак са груди (W)	Тестирање на стабилним подлогама	НТГ	533.75 (96.9)	550.1 (98.4)
		СТГ	523.1 (110.9)	556.1 (121.9) **
		КГ	526.3 (111.5)	532.7 (91.6)
	Тестирање на нестабилним подлогама	НТГ	556.2 (106.0)	619.7 (126.3) **
		СТГ	517.1 (95.8)	541.9 (102.4) *
		КГ	515.1 (86.8)	521.4 (91.5)
Чучањ (W)	Тестирање на стабилним подлогама	НТГ	656.4 (159.7)	691.2 (155.5) **
		СТГ	630.4 (141.7)	676.5 (147.5) **
		КГ	636.1 (103.7)	641.8 (96.3)
	Тестирање на нестабилним подлогама	НТГ	567.2 (118.5)	627.7 (135.7) **
		СТГ	561.1 (113.6)	578.2 (117.0)
		КГ	583.6 (74.9)	589.6 (79.2)

Легенда: СТГ – група која је тренирала на стабилним подлогама; НТГ – група која је тренирала на нестабилним подлогама; КГ – контролна група која није имала тренинг; *статистички значајна разлика на нивоу од 0,05; ** статистички значајна разлика на нивоу од 0,01

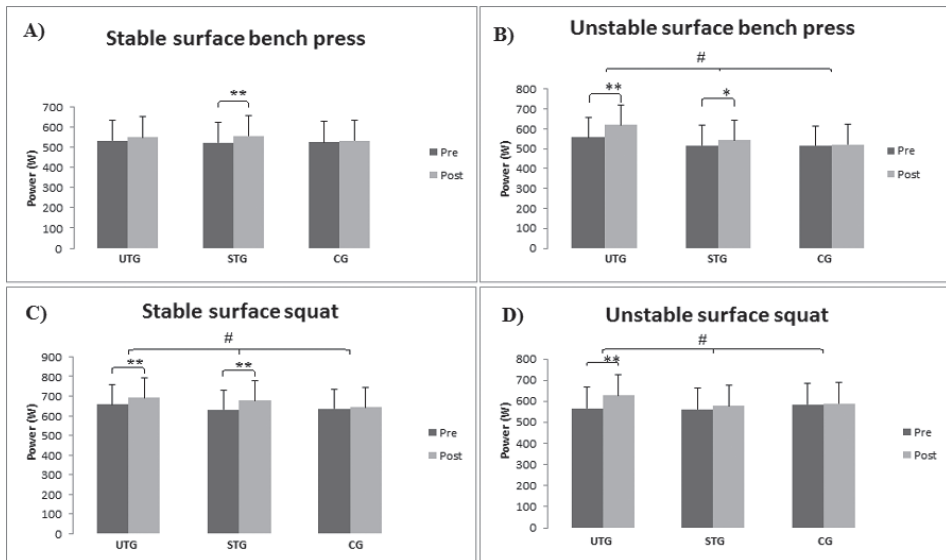
Униваријантна анализа варијансе са поновним мерењем ANOVA 3 x 2 x 2 (групе x подлога x време) показала је значајан главни ефекат на максималну снагу током потиска са груди $F(2,69) = 5.247$, $p = .008$. Није било значајне интеракције између површина и времена $F(2,69) = 2.936$, $p = .091$. Међутим, постојала је значајна интеракција између група и времена $F(2,69) = 4.600$, $p = .013$ и група и површина $F(2,69) = 5.249$, $p = .008$.

Униваријантна анализа варијансе ANOVA 3 x 2 (групе x време) на стабилној штампи није показала значајне главне ефекте уочене у тренинг групама за максималну снагу $F(2,69) = 2.340$, $p = .104$, што указује на то да није било предности тренинга снаге са 50% 1РМ на различитим површинама на тесту снаге при потиску са груди на стабилној површини. НТГ група је имала тренд пораста ($p = 0.06$, ES: 0.3) са повећањем од 5% везаним за тренинг. СТГ група, изводећи исту обуку као и у тестирању у стабилним условима, имала је статистички значајно ($p < 0.01$, ES:

0.3) побољшање од 7% вредности на финалном у односу на иницијално мерење.

У тесту потиска са груди на нестабилној подлози (лопти) дошло је до значајног $F(2,69) = 7.137$, $p = .002$ главног ефекта за време између група. Обе експерименталне групе су значајно повећале своју снагу током времена на нестабилној површини. Међутим, пораст је био већи у НТГ – 12% ($p < 0,001$, ES: 0,6), док је пораст СТГ био само 5% ($p < 0,05$, ES: 0,3).

Графикон 3.6. Промена вредности максималне снаге код свих група



Поновљена ANOVA $3 \times 2 \times 2$ (групе \times површине \times време) показала је значајан главни ефекат на максималну снагу током чучњева – $F(2,69) = 3.892$, $p = .025$. Такође, дошло је до значајне интеракције између група и времена – $F(2,69) = 4.600$, $p = .013$. Није пронађена значајна интеракција између површина и времена – $F(2,69) = .016$, $p = .900$ и група и површина – $F(2,69) = 1.855$, $p = .164$.

ANOVA 3×2 (групе \times време) за чучањ на стабилној површини показала је значајне главне ефекте опажене за максималну снагу – $F(2,69) = 4.875$, $p = .010$, што указује да постоје предности у тренингу снаге са 50% од 1PM на стабилним површинама у тесту снаге чучњева на различитим површинама. Било је статистички значајних пораста вредности

максималне снаге током чучњева на стабилној површини у обе групе (НТГ и СТГ) током тренинга у поређењу са контролном групом (Графикон 3.6.). У НТГ смо открили повећање од 5% ($p < 0,01$, ES: 0,2), а СТГ је показала повећање од 7% ($p < 0,01$, ES: 0,3) на финалном у односу на иницијално вежбање на стабилној површини.

Слично томе, постојали су значајни главни ефекти забележени код максималне снаге $F(2,69) = 5,470$, $p = .006$ у тесту снаге код чучњева након тренинга на нестабилним површинама (чучњеви на БОСУ лопти), што указује да постоје ефекти тренинга снаге са 50% 1РМ на нестабилној површини у тесту максималне снаге чучњева на различитим површинама. На нестабилној површини само је НТГ показала статистички значајно ($p < 0,01$, ES: 0,5) повећање од 12%, док је СТГ имала тренд пораста који није био статистички значајан ($p = 0,06$, ES: 0,2), са повећањем од 3% у вези са тренингом. Коефицијент поузданости тест-ретест (ICC) за тестове максималне снаге био је $r = 0,89-0,96$. Контролна група није имала значајног повећања.

3.4. Дискусија

Резултати ове студије открили су ефекте вежбања на различитим подлогама код теста једног максималног понављања (1РМ) у чучњу, показујући пренос специфичних нестабилних вежби на 1РМ код чучња. Међутим, то није био случај код 1РМ при потиску са груди. Није утврђена статистички значајна разлика приликом тренинга на различитим подлогама на потисак са груди. Оба модалитета тренинга (у стабилним и нестабилним условима) произвела су статистички значајне ($p < 0,05$) ефекте тренинга, али са врло малим порастима у распону од 3–7%. Једно од могућих објашњења ових разлика између вежби могло би се наћи у већем степену нестабилности током вежбања чучња. Током чучњева, испитаници су морали да стоје на БОСУ полулопти, док је током потиска са груди на швајцарској лопти одређен степен стабилности са ногама на земљи. Неколико истраживања (Marshall & Murphy, 2006) показало је да извођење чучњева на нестабилним површинама може повећати активацију мишића стабилизатора трупа у поређењу са чучњевима на стабилним подлогама. Андерсон и Бем забележили су већи степен нестабилности (дискови на надување > олимпијски чучањ > чучањ на Смит машини) приликом извођења чучњева у различитим

условима. Забележили су приближно 20–30% већу активацију стабилизатора трупа и постуралних мишића са повећањем нестабилности. Исти аутори (Anderson & Behm, 2005) такође су открили значајно повећање трајања активације стабилизатора трупа у нестабилним условима (0,66s за нестабилни чучањ, 0,54s за чучањ на Смитовој машини, 0,51s за слободан чучањ). Поред тога, повећана брзина кретања током вежбања на нестабилној површини, без икаквих стабилности које пружају други делови тела током вежби чучњева на БОСУ кугли, може појачати активацију стабилизатора, као и активирање мишића агониста.

Ови резултати сугериришу да је тренинг са оптерећењем на нестабилним подлогама имао извесну тенденцију да буде ефикаснији у односу на исти тренинг на стабилним подлогама у појединим вежбама. Неке од ранијих студија (Kibele & Behm, 2009; Sparkes et al., 2010) такође су показале сличну тенденцију тренинга на нестабилним површинама. У истраживању Кибела и Бема (Kibele & Behm, 2009) нису пронађене разлике између ефеката тренинга након седам недеља у стабилним и нестабилним условима, али су утврђене одређене предности тренинга на нестабилним подлогама код тестова које су испитивали одређене аспекте моторичких способности. Важно је напоменути да у овом истраживању проценат 1RM није био исти за обе групе (75% за стабилне и 50% 1RM за нестабилне вежбе). У студији Спаркса и сарадника (Sparkes et al., 2010) нису пронађени никакви ефекти тренинга, али је уочена тенденција да тренинг у нестабилним условима има већи ефекат на максималну вољну изометријску контракцију код вежби потиска са груди. Коришћен је исти релативни отпор за обе површине (10RM), али максимум понављања на нестабилној површини био је нижи у поређењу са стабилном површином, што је подразумевало да је група која је тренирала на нестабилним површинама користила мања оптерећења током вежби. У нашој студији обе експерименталне групе су имале исти спољашњи отпор (50% 1RM тестирано на стабилној површини), што је са додатном нестабилношћу резултирало повећаним интензитетом вежбања за нестабилну групу. То је можда главни разлог бољих резултата „нестабилне” тренинг групе у испитивању снаге изражене као 1RM на стабилној површини у поређењу са другим истраживањима.

Претходне студије које су испитивале утицај платформи на вредности снаге приликом потиска са груди показале су опречне резултате. Неколико студија (Behm et al., 2002; Anderson & Behm, 2004; McBride et al., 2006) показало је значајно смањење максималне силе мишића примарних агониста у нестабилним условима, док неке студије (Cowley

et al., 2007; Goodman et al., 2008; Sparkes & Behm, 2010; Uribe, 2010) нису откриле значајну разлику у активацији мишића приликом потиска са груди. Међутим, све ове студије испитивале су различите параметре мишићне силе и снаге: максималну силу у изометријским условима, брзину развијања силе, максималну силу изражену као 1РМ у различитим условима. Заједничко за поменуте студије јесте да су све користиле максимални или субмаксимални отпор при великим оптерећењима.

Истраживање које је испитивало вредности максималне снаге, силе и брзине у динамичким условима на различитим подлогама спровели су Кошида и сарадници (Koshida et al., 2008). Они су открили смањење од 10% приликом тестирања на нестабилним површинама. Резултати наше студије нису показали било какву статистички значајну разлику у максималној снази током потиска са груди у стабилним и нестабилним условима. Супротно томе, статистички незначајно веће вредности снаге добијене су у нестабилним условима у поређењу са стабилним условима. Разлози разлике између максималне снаге мишића под истим оптерећењем од 50% од 1РМ могао се пронаћи у различитим положајима током употребе лопте за вежбање. У нашој студији ослонац и контакт са лоптом је био у регијама главе и врата испитаника, као што се уобичајено препоручује у литератури (Goodman et al., 2008; Goldenberg, 2006; Compton, 2003). Гудман и сарадници (Goodman et al., 2008) претпоставили су да би различити положаји тела заузети током вежби са оптерећењем могли бити један од разлога за уочено одступање резултата. Штавише, једна додатна сесија упознавања у поређењу са студијом Кошиде и сарадника (Koshida et al., 2008) могла је резултирати бољим ефектом учења и бољом употребом еластичне енергије лопте.

Једно од најважнијих открића ове студије било је да оба програма тренинга (осам недеља тренинга на стабилним и нестабилним површинама, са оптерећењем од 50% од 1РМ) производе највеће ефекте на површини на којој се тренинг и одржавао (за обе вежбе, потисак са груди и чучањ). Тренинг потиска са груди на стабилној површини био је ефикасан само приликом тестирања на стабилној површини, без трансфера на тестирању силе и снаге у нестабилним условима. С друге стране, тренинг на нестабилној подлози је створио значајна повећања за обе подлоге, с већим повећањима на нестабилним (7%) у поређењу са стабилним условима (5%). Тренинг чучњева на стабилној површини показао је значајне ефекте у максималној снази, што указује да постоје предности тренинга снаге са 50% 1РМ на стабилним површинама на тесту снаге приликом чучњева у стабилним и нестабилним условима.

Група која је тренирала на стабилним подлогама имала је веће повећање приликом тестирања максималне мишићне снаге (7%) у стабилним условима у поређењу са нестабилним условима тестирања (5%). Међутим, тренинг је резултирао статистички значајним порастом за оба услова тестирања. Експериментална група која је тренирала у нестабилним условима (БОСУ лопта) такође је показала значајне ефекте за максималну снагу тестирану на различитим површинама. Слично као у групи са стабилним тренингом, највећи пораст примећен је при вежбању на површини на којој се тренинг одвијао. Само повећања током испитивања на нестабилној површини била су статистички значајна (12%), у поређењу са повећањима добијеним у стабилним условима (3%). Специфичност током тестирања указује на то да су ефекти тренинга делом били специфични за врсту вежбања која се користи у тренингу. Ова специфичност повећања снаге је добро позната (Behm, 1993; Flack & Kraemer, 2000) и приписана је неуронским адаптацијама које резултирају способношћу да активирају мишиће за обављање одређене врсте мишићне акције.

Највећи пораст максималне снаге догодио се након тренинга чучњева на нестабилној површини, што указује да тренинг на нестабилним површинама неће имати негативне ефекте на успешност извођења експлозивних моторичких задатака. Претходна истраживања (Cressey et al., 2007) сугеришу да тренинг на нестабилним подлогама може негативно утицати на успешност извођења експлозивних моторичких задатака, нарочито ако укључују мишиће ногу, који обично раде као затворени кинетички ланац код већине спортских покрета. Тренирајући полако и опрезно, са спорим извођењем покрета, спортиста може бити условљен да изводи покрет на исти начин када се суочи са атлетским изазовима. Активност антагониста је појачана током нестабилног тренинга, у циљу одржавања стабилности зглобова (Behm, Anderson & Curnew, 2002). Исти аутори наводе да није неразумно претпоставити да би такав ефекат тренинга могао бити штетан за оптималну брзину и максималну продукцију силе дужег тренажног периода (Cressey et al., 2007). У актуелном истраживању испитаници су упућени да изводе покрет са максималном могућом брзином кретања у тренутним условима, што доводи до значајнијих повећања приликом тренинга на нестабилним површинама у односу на тренинг у стабилним условима.

Међутим, у поређењу са другим сличним истраживањима, ефекат тренинга на нестабилним, али и стабилним подлогама, био је релативно мали (до 12% у тестирању специфичном за услове тренинга), са

максималним вредностима учинка од 0,6, што указује на мале до умерене промене. Неке претходне студије (Cowley, 2007; Kibele & Behm, 2009; Sparkes & Behm, 2010), сличног трајања (пет до осам недеља), експерименталне поставке и тестираних варијабли (клуба и чучањ), показале су да тренинг са оптерећењем на нестабилним подлогама може бити подједнако ефикасан као и традиционални тренинг са оптерећењем на стабилним подлогама. Штавише, све студије су забележиле значајнија повећања као резултат тренинга у односу на повећања забележена у овом истраживању.

У истраживању (Cowley et al., 2007) које је трајало само пет недеља, пораст 1РМ при потиску са груди је био између 15 и 19% на стабилним и нестабилним подлогама. Веће повећање након ове краће студије може се објаснити статусом испитаника (младе неутрениране жене, са иницијалним вредностима 1РМ од 32 кг и 33 кг). Експериментална студија Бема и сарадника (Kibele & Behm, 2009) такође је користила чучњеве као избор вежби (50% 1РМ на БОСУ лопти). Међутим, овај програм је резултирао повећањем од преко 30% у односу на максималних 12% забележених у актуелном истраживању. Разлози за веће повећање могу се потражити у чињеници да се њихов програм обуке састојао од неколико додатних вежби. Друга студија Бема и његових колега (Sparkes & Behm, 2010) користила је исто спољашње оптерећење (10РМ) за обе подлоге. Њихов осмонедељни програм вежби са оптерећењем на нестабилним подлогама резултирао је побољшањем у вежбама 3РМ при потиску са груди (11%) и чучњевима (14,9%). Мањи забележен пораст мишићне силе (3–7%) и снаге (3–12%) у нашем истраживању могао би се објаснити чињеницом да смо као испитанике користили рекреативно активне студенте. Иако ниједан од испитаника који су учествовали у овом истраживању није учествовао у организованом и програмираном тренингу са оптерећењем у периоду од шест месеци пре истраживања, они су и даље имали у просеку шест сати практичне наставе недељно, укључујући различите вежбе и спортске активности у оквиру наставног плана и програма на факултету. Такође, програм тренинга са само две вежбе имао је много мањи утицај од раније поменутих експерименталних програма. Коначно, недостатак преоптерећења и варијације у дизајну експерименталног програма може објаснити зашто су величине промена и у потиску са груди и у чучњу мање од очекиване. То би се могло сматрати једним од ограничења и недостатака ове студије.

Други проблем у процени максималне мишићне снаге у актуелном истраживању јесте чињеница да постоје одређена ограничења за кретање

доњег дела тела (Lake et al., 2012), која сугеришу да се процена максималне снаге не може извршити уз помоћ мерења промене кинематичких параметара додатног оптерећења или центра тежишта тела ако се жели проценити снага доњих екстремитета. Учесници су добили инструкцију да максимално убрзају извођење покрета током концентричне фазе, да не бацају шипку током потиска са груди и не скачу током чучњева због нестабилних услова, што неизоставно доводи до фазе успоравања приликом завршних делова током концентричне фазе. У супротном, потисак са груди би био бацање са груди, а чучањ би био скок.

Употреба додатних тестова којима би се процењивала успешност извођења моторичких задатака дала би јасније информације о ефектима програма и потенцицијалној употреби код спортиста. То би се могло сматрати једним од главних недостатака овог истраживања. Употреба тестова као што су бацање медицинке или скок удаљ или увис дао би бољи увид у ефикасност експерименталног програма на стабилној и нестабилној површини са 50% 1РМ на моторичким тестовима који захтевају мишићну експлозивност и брзо кретање.

Иако је нестабилан тренинг довео до значајног повећања током тестирања на нестабилним површинама и показао позитиван трансфер у 1РМ приликом чучња, неопходна су додатна истраживања како би се испитало да ли је ово повећање само резултат прилагођавања задатку тренинга или би се ефекти нестабилног тренинга могли пренети на различите моторичке задатке, нарочито оне који захтевају одређени ниво нестабилности, као и задатке који укључују брзо експлозивно кретање.

3.5. Закључци

Ово истраживање указује да би осмонедељни експериментални програм вежбања у нестабилним условима са оптерећењем од 50% 1РМ, фокусиран на максималну брзину кретања, могао бити ефикасан за повећање снаге у потиску са груди и чучњевима. Највеће повећање у вредностима максималне снаге забележено је на површини на којој се одвијао тренинг (за обе вежбе, потисак са груди и чучањ), потврђујући принцип специфичности. Највећи пораст максималне снаге забележен је након тренинга чучњева на нестабилној површини, што указује да нестабилна површина неће нужно имати негативне ефекте на успешност приликом извођења различитих моторичких задатака. Међутим,

није било јасних доказа да је тренинг у нестабилним условима ефикаснији у повећању вредности мишићне снаге у односу на традиционално вежбање у стабилним условима за сваку вежбу и свако стање.

Резултати овог истраживања такође су открили разлику у истраживаним параметрима приликом теста 1РМ код чучња између тренинг група, показујући пренос специфичних нестабилних вежби на 1РМ. Међутим, то није био случај у 1РМ потиску са груди. Повећање 1РМ код претходно утренираних испитаника је мање од очекиваног, па је стога потребно у програм тренинга на нестабилној површини укључити додатне вежбе или додатна оптерећења ако је циљ тренинга повећање максималне снаге при потиску са груди.

3.6. Захвалност

Велику захвалност за помоћ током истраживања дугујем колегама проф. др Драгану Радовановићу и проф. др Јадранки Коцић који су помогли у мерењу и организацији овог истраживања и обезбедили услове за извођење експерименталног програма и мерења. Такође, велику захвалост дугујем испитаницима који су учествовали у експерименталном програму и евалуацијама, као и у помагању и надгледању приликом тестирања других испитаника који су учествовали у истраживању.

Рад на истраживању је делимично финансиран пројектима ИИИ 47015 „Ефекти примењене физичке активности на локомоторни, метаболички, психосоцијални и васпитни статус популације Р. Србије” и ОИ 179019 „Биомеханичка ефикасност врхунских српских спортиста”.

Највећи део резултата овог истраживања објављен је у раду: Ignjatovic, Radovanovic & Kocic (2019). Effects of eight weeks of bench press and squat power training on stable and unstable surfaces on 1RM and peak power in different testing conditions. *Isokinetics and Exercise Science*, 27 (3), 203–212.

РЕФЕРЕНЦЕ

Anderson, K., Behm, D. G. (2005). The impact of instability resistance training on balance and stability. *Sports Medicine*, 35, 43–53.

Anderson, K., Behm, D. G. (2005). Trunk muscle activity increases with unstable squat movements. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 30, 33–45.

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.

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.

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.

Behm, D. G., Anderson, K. (2006). The role of instability with resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20, 716–722.

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.

Behm, D. G., Sale, D. G. (1993). Velocity specificity of resistance training. *Sports Medicine*, 15, 374–388.

Compton, J., Scott, S., Tyler, M. (2003). *Ball bearings: The complete illustrated guide to ball exercises*. Victoria, BC: Ball Bearing Book Co.

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.

Cowley, P. M., Swensen, T., Sforzo, G. A. (2007). Efficacy of instability resistance training. *International Journal of Sports Medicine*, 28, 829–835.

Cressey, E. M., West, C. A., Tiberio, D. P., Kraemer, W. J., Maresh, C. M. (2007). The effects of ten weeks of lower-body unstable surface training on markers of athletic performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21, 561–567.

Drinkwater, E. J., Pritchett, E. J., Behm, D. G. (2007). Effect of instability and resistance on unintentional squat-lifting kinetics. *International Journal of Sports Physiology Performance*, 2, 400–413.

Flack, S. J., Kraemer, W. J. (2004). *Designing resistance training programs*, 3rd edition. Champaign, IL: Human Kinetics.

Goldenberg, L. (2006). *Strength Ball Training*, 2nd edition. Champaign, IL: Human Kinetics.

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, 88–94.

Izquierdo, M., Häkkinen, K., Gonzalez-Badillo, J. J., Ibanez, J., Gorostiaoa, E. M. (2002). Effects of long-term training specificity on maximal strength and power of the upper and lower extremities in athletes from different sports. *European Journal of Applied Physiology*, 87, 264–271.

Jandacka, D., Uchytíl, J. (2011). Optimal load maximizes the mean mechanical power output during upper extremity exercise in highly trained soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25, 2764–2772.

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.

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.

Kornecki, S., Zschorlich, V. (1994). The nature of stabilizing functions of skeletal muscles. *Journal of Biomechanics*, 27, 215–225.

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.

Kraemer, W. J., Fry, A. C. (1995). Strength testing: development and evaluation of methodology. In: P. Maud, C. Foster (Eds.), *Physiological assessment of human fitness*. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 115–138.

Lake, J. P., Lauder, M. A., Smith, N. A. (2012). Barbell kinematics should not be used to estimate power output applied to the barbell-and-body system center of mass during lower-body resistance exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26: 1302–1307.

Marshall, P., Marphy, B. (2006). Changes in muscle activity and perceived exertion during exercises performed on a swiss ball. *Applied physiology nutrition and metabolism*, 31, 376–383.

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.

Newton, R. U., Kraemer, W. J., Häkkinen, K., Murphy, A. J. (1997). Influence of load and stretch-shortening cycle on the kinematics, kinetics and muscle activation that occurs during explosion upper body movements. *European Journal of Applied Physiology*, 75, 333–342.

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.

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.

Uribe, B. P., Coburn, J. W., Brown, L. E., Judelson, D. A., Khamoui, A. V., Nguyen, D. (2010). Muscle activation when performing the chest press and shoulder press on a stable bench vs. a Swiss ball. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24: 1028–1033.

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.

4. ЕФЕКТИ ОСМОНЕДЕЉНОГ ЕКСПЕРИМЕНТАЛНОГ ПРОГРАМА ТРЕНИНГА ОПТЕРЕЋЕЊА НА НЕСТАБИЛНИМ ПОДЛОГАМА НА УСПЕШНОСТ ИЗВОЂЕЊА РАЗЛИЧИТИХ МОТОРИЧКИХ ЗАДАТАКА НА УЗОРКУ СТУДЕНТКИЊА

4.1. Увод

Популарност тренинга под нестабилним подлогама је порасла током протекле деценије. Нестабилност се може изазвати уз примену више различитих уређаја: швајцарске лопте, дискова на надувавање, табли за баланс и равнотежу, пенасте платформе високе и ниске густине, као и многих других сличних справа и реквизита. Један од широко коришћених уређаја у неколико истраживања (Drinkwater, 2007; Willardson, 2009; Bratic et al., 2012; Munoz et al., 2014; Prieske et al., 2015; Ignjatovic, Kocić & Radovanović, 2019) јесу полулопте са удубљеном страном куполе и тврдом гумом на страни – БОСУ полулопте.

Заговорници нестабилног тренинга сугеришу да нестабилност може створити веће оптерећење на живчано-мишићном систему у односу на тренинг на равним површинама (Kornecki & Zschorlich, 1994; Chek, 1999; Gambetta, 1999; Boyle, 2004; Verstegen & Williams, 2004). Тренинг под нестабилном површином сматра се ефикасним у јачању стабилизатора трупа (Behm et al., 2010), смањењу инциденције повреда (Verstegen et al., 2004; Behm et al., 2010b), као адекватно средство за рехабилитацију (Anderson & Behm, 2005), као и побољшање успешности у извођењу моторичких задатака (Anderson & Behm, 2004). Међутим, постоје неки контрадикторни налази који се тичу предности тренинга на нестабилним подлогама у односу на тренинг на стабилним подлогама. Неколико истраживања није показало предност нестабилне подлоге за успешност извођења моторичких задатака код здравих младих одраслих људи и спортиста (Cressey, 2007; Sparkes & Behm, 2007; Prieske, 2015).

У последње време све је већа популарност тренинга са оптерећењем на нестабилним подлогама у различитим популацијама. Прегледне студије (Landow, 2012; Behm, 2013) и метаанализа (Behm, 2015) наводе важност целоживотне примене вежби на нестабилним подлогама које укључују младе, одрасле и старије особе у тренингу. У овој

области је очигледан недостатак истраживања са испитаницима женског пола. По тренутном сазнању, постоји само једна студија (Coyle, 2007) која је истраживала ефекте нестабилног програма тренинга на младе жене. Међутим, поред кратког трајања (три недеље), додатно ограничење истраживања је укључивање само једне вежбе, потиска са груди, у експериментални програм и евалуацију. Такође, поставља се питање у вези са пратећим ефектима поменутног тренинга.

Изводећи идентичан програм вежби са оптерећењем, жене углавном напредују у вредностима параметара мишићне снаге истом брзином или чак брже од мушкарца (Lemmer, 2000), што би могао бити главни разлог зашто нема много истраживања која би проучавала ефекте тренинга са оптерећењем на нестабилној површини код женске популације. Међутим, регионалне разлике у скелетној мишићној маси између полова су највеће у горњем делу тела (Janssen et al., 2000; Nindl et al., 2000), па се додатна пажња мора посветити вишезглобним вежбама у горњем делу тела. Нижа количина оптерећења у нестабилном окружењу за тренинг која може изазвати додатни стрес неуромускуларном систему без високог спољашњег оптерећења могла би бити ефикаснија код жена.

Уз то, постоји евидентан недостатак истраживања која би пратила продужено дејство ефеката тренинга, односно евентуално одржавање повећања изазваног тренингом. Показано је да губитак снаге код рекреативно тренираних особа траје дуже (тј. шест недеља) због нижих почетних нивоа снаге у поређењу са високо тренираним спортистима (Kreamer, Koziris, Ratamess, 2002).

Истраживање Лемера и његових колега (Lemmer et al., 2000) показало је мало другачији образац губитка снаге након престанка тренинга код младих жена (20 до 30 година) у поређењу са другим популацијама и старосним категоријама. Наиме, испитанице у поменутом истраживању су имале незнатан губитак снаге у периоду од 12. до 31. недеље након завршетка програма тренинга. Резултати ове студије показали су да су младе жене прилично добро одржавале снагу и након престанка тренинга, чак и после 12 недеља. У сличној истраживачкој концепцији (Melnyk et al., 2009) пронађена је значајна разлика између младића и жена у попречном пресеку одређених мишићних регија након тренинга снаге и након периода без тренинга.

Стога је сврха ове студије била упоређивање ефеката тренинга на нестабилним подлогама (група која је тренирала на БОСУ полулопти),

истих вежби на стабилној површини (стабилна група) и контролне групе након осам недеља тренинга код здравих младих девојака. Поред тога, ефекти одржавања дејства ових програма биће испитивани и 12 недеља након завршетка програма. Претпостављено је да ће програм вежби на нестабилним подлогама произвести веће ефекте на параметре мишићне силе и снаге у поређењу са ефектима вежби на стабилним подлогама.

4.2. Методологија рада

4.2.1. Експериментални приступ проблему

Циљ овог истраживања био је утврђивање ефеката са додатним малим оптерећењем (бучице од 1kg и 2kg за сваку руку) приликом вежбања на различитим подлогама након осам недеља тренинга. Узорак истраживања су чиниле девојке без претходног тренажног искуства у тренингу са оптерећењем. Претпоставка је да ће тренинг са оптерећењем на нестабилној подлози који се изводи на БОСУ полулопти са малим додатним оптерећењем омогућити знатно веће ефекте тренинга и повећати резултате успешности испитиваних тестова за процену моторичких способности.

Резултати ове студије требало би да дају одговор на питање о ефектима тренинга на нестабилним подлогама код жена. Такође ће се испитати ефикасност нестабилних подлога (БОСУ лопти) и програма вежби са равној површини дванаест недеља након престанка тренинга.

Експериментални програми трајали су осам недеља (шеснаест сесија, укупно 480 минута вежбе). Испитивање снаге и успешности извођења моторичких задатака и тестова свих учесника оцењено је три пута: пре почетка експерименталног програма (пре), одмах по завршетку програма (пост) и дванаест недеља после завршетка експерименталног програма (задржавање). Комплетно истраживање, које је укључивало упознавање са процедурама тестирања, тестирање, програм обуке и период након тренинга, трајало је укупно 21 недељу. Промене у тестовима снаге и моторичким тестовима од првог до другог тестирања представљају ефекте експерименталних програма вежби; промене од другог до трећег тестирања представљају ефекте одржавања након тренинга.

4.2.2 Узорак истраживања

На почетку истраживања четрдесет шест младих испитаница добровољно се пријавило за учешће. Све испитанице су студенткиње Факултета педагошких наука у Јагодини. Учеснице су насумично распоређене у експерименталну (НТГ = 16 и СТГ = 15) или у контролну групу (КГ = 15). Из ових група, учеснице са стопом учешћа на тренинзима од преко 80% (тј. 14, 15 или 16 тренинга) учествовале су у коначној евалуацији. У анализу резултата укључено је укупно 38 учесница (НТГ = 15; СТГ = 11; КГ = 12). Четири учеснице (УТГ 1 и СТГ 3) нису успеле да учествују у постављеном броју тренинга или су одустале из личних разлога, а четири учеснице (СТГ 1; ЦГ 3) нису успеле да изврше сва тестирања. Средња вредност узраста испитаница је била 21 година. Није било значајних разлика у годинама, висини или телесној маси између група ($p > 0,05$). Испитанице нису имале тренинг са оптерећењем током шест месеци пре почетка овог истраживања. Универзитетски етички одбор одобрио је поступке коришћене у овом истраживању и све испитанице су дале пристанак и били свесне да се могу повући из истраживања у било којем тренутку.

4.2.3. Процедуре евалуације и тестирања

4.2.3.1. Упознавање и упутства пре почетног тестирања

Пре распоређивања у групе, учеснице су имале једну сесију упознавања на којој су добиле инструкције о правилној техници свих вежби на нестабилним површинама, односно вежбама на стабилној површини. Учеснице су имале још једну сесију упознавања, посебно осмишљену за поступке тестирања. Све учеснице су завршиле сесију упознавања недељу дана пре иницијалног тестирања и добиле су инструкције да се не баве исцрпљујућим вежбама током 48 сати пре тестирања. Сва тестирања одржавала су се у спортској сали. Пре тестирања, учеснице су се загревале уз приближно 10–15 минута аеробне активности субмаксималног интензитета и примену елементарних вежби обликовања. Тестови су завршени наведеним редоследом, а пет минута одмора раздвојило је сваки тест. Првог дана тестирања урађено је испитивање вредности једног максималног понављања приликом потиска са груди (1РМ), а другог дана током исте недеље изведени су и остали тестови процене

успешности извођења различитих моторичких задатака. Учеснице су упозорене да се суздрже од конзумирања енергетских или кофеинских пића два сата пре тестирања. Учесницама је било дозвољено да конзумирају пића без кофеина *ad libitum* пре тестирања.

4.2.3.2. Протокол тестова за процену успешности извођења моторичких задатака

Оцењени су следећи тестови: 1РМ потиска са груди, бацање медицинке у даљ, скок удаљ из места, претклон трупом за 30 секунди, т-тест за процену агилности и 5x5 тест агилности.

Протокол тестирања једног максималног понављања 1РМ са груди

За извођење испитивања једног максималног потиска са груди коришћен је протокол Америчког друштва физиологије вежбања (American College of Sports Medicine, 2006). Укратко, након што би испитаница заузела лежећи положај на клупи, хватала је шипку са теговима хватом нешто ширим од ширине рамена; стопала су такође била широко и чврсто постављена на под. Испитаница би затим полако спустила шипку до груди, са углом у лактовима од 90°, након чега је шипка са теговима враћана у почетни положај.

Почетно оптерећење је процењено и повећавано за око 2kg по сваком следећем понављању; 3–5 минута је одвојено за одмор између сваког понављања. Сваком субјекту су дата два покушаја са најтежим оптерећењем да би се одредио тачан 1РМ. 1РМ је добијен у 4–6 покушаја за све испитанице, по протоколу сличном истраживању које је обавио Којл са сарадницима (Cowle et al., 2007).

Бацање медицинке удаљ

Бацање медицинке удаљ изведено је коришћењем медицинке од 3kg пречника 21,5cm („Тигар”, Пирот, Србија). Све испитанице су упознате са протоколом тестирања приликом сесије упознавања са тестом. Кратак опис одговарајуће форме извођења бацања објашњен је свакој испитаници, уз објашњење идеалног угла бацања да би се постигла максимална удаљеност (Gillespie, 1987). Медицинка је била мало премазана

прахом креде (магнезијум карбонат) како би се обезбедио поуздан и јачи стисак и спречило клизање лопте са руке испитаница. Уз то, медицина је остављала траг на поду, што је омогућавало прецизно мерење удаљености бацања. Резултат је мерен од предње линије до места где је лопта слетела. Бацање је извођено из седећег положаја са опруженим ногама (БМС) – субјект је у поменутом положају на одређени знак бацао лопту свом снагом са груди. Испитанице су изводиле по три покушаја, са 1–2 минута опоравка између различитих покушаја. Резултат за сваки тест забележен је на најближих 5cm и најбољи резултат је узет за даљу анализу.

Скок удаљ из места (СУ)

Тест скока удаљ из места сматра се индексом мишићне снаге доњих екстремитета. Сви испитаници стоје са стопалима размакнутим у ширини кукова, врховима прстију постављеним непосредно иза линије. Испитаник скаче унапред што је могуће даље користећи замах рукама. Испитаник доскаче суножно тако да остане у усправном положају. Удаљеност се мери од стартне линије до ивице пете која је приближа стартној линији. Тест се изводи три пута, а бележи се бољи резултат који се користи за анализу ефеката програма. Резултат за сваки тест је забележен са прецизношћу од 1cm. Тест скока удаљ се сматра поузданим тестом за процену мишићне снаге, са вредношћу коефицијента варијације (CoV) од 2.4% (Markovic, 2004).

Тести агилности 5 x 5 (5X5)

Овај тест захтева од испитаника десет кратких спринтова са сталним променама смера. За извођење теста неопходно је обележити две линије на удаљености од 5 метара. Испитаници стоје иза почетне линије, да би након звучног сигнала почели са трчањем од почетне линије (А) до друге линије (Б). Након што стигну до линије Б, окрећу се за 180°, а затим трче нових 5 метара до стартне линије. За цео тест потребно је претрчати 50 метара. Учеснице су спровеле два извођења овог теста, са одмором од приближно 3 минута између њих. Слични тест агилности претходно се показао поузданим и валидним (Sporis et al., 2010).

Т-шест агиљности (ТТ)

Т-тест преставља један од најпримењиванијих тестова за процену агилности. Испитаници започињу тестирање са обе ноге иза почетне тачке А. Сваки испитаник креће напред од почетне тачке до тачке удаљене 9,14 m, на којој се налази маркер (висок 50 cm). Затим се окреће и креће лево 4,57 m да би левом руком додирнуо леви маркер, окреће се и креће удесно 9,14 m да би додирнуо следећи (десни) маркер, поново се окреће и креће лево 4,5 m до средишњег маркера и креће се уназад, пролазећи кроз место одакле је и кренуо. У нашем истраживању обављена су два мерења, а времена су забележена до стотинке секунде коришћењем електронског система за мерење времена (Chronojump и фотоћелије). Два сензора су постављена на стативама отприлике 0,60m изнад пода и постављена су у размаку 2 m један према другом с обе стране почетне линије. Претходно се показало да је т-тест поуздан и да се може користити за процену агилности (Kainoa, 2000).

Лежање–сед за 30 секунди (ЛС30)

Лежање–сед за 30 секунди је тест који се користи за процену снаге и издржљивости абдоминалне мускулатуре. Представља и део Еурофит батерије (Оја & Tuxworth, 1995). Испитаник треба да изведе што је већи број исправних покрета трупом у трајању од 30 секунди. Тест започиње у лежећем положају на леђима, са прстима руку спојеним иза главе, а коленима савијеним на приближно 90° и фиксираним за рипстол. Испитаници имају задатак да из лежећег положаја подигну труп до тачке када им лактови додирну колена. Након сваког седа, леђа се морају вратити да лопатицама дотакну под. Испитаницима су учвршћена стопала на поду да би се спречило клизање и подизање ногу. Испитивање је извршено само једном и укупни број исправно изведених покушаја у року од 30 секунди је забележен и коришћен као критеријум тестирања. Литература показује одличне ИСС-ове резултате поузданости (0,96) за овај тест (Pritchard, 2000).

4.2.4. Протокол тренинга у стабилним и нестабилним условима

Пре распоређивања у групе, учеснице су имале једну сесију упознавања на којој су добиле инструкције о правилној техници свих вежби на нестабилним и стабилним површинама.

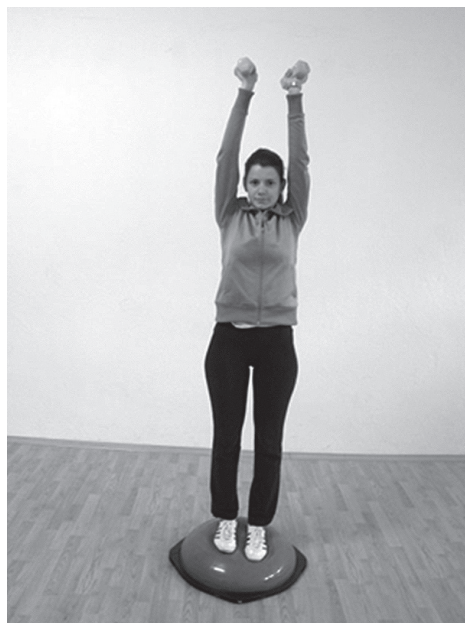
Осмонедельни програм обуке састојао се од два тренинга недељно. За све учеснице истраживања дат је избор од седам различитих термина за тренинг сваке недеље (под различитим условима, у зависности од групе). Све сесије су извођене у јутарњим или поподневним сатима. Јутарњи термини су били средом од 9 и 11 сати и петком од 10, а поподневни понедељком, уторком, четвртком и петком у 18 сати. Учеснице су сваке недеље бирале два термина у складу са својим редовним наставним плановима и распоредима.

Током експерименталног програма на нестабилним површинама, на почетку програма су неке испитанице у више наврата изгубиле равнотежу, али није било повреда. Наставиле су са вежбама одмах или након краћег одмора. Након друге недеље вежбе су извођене без икаквих проблема.

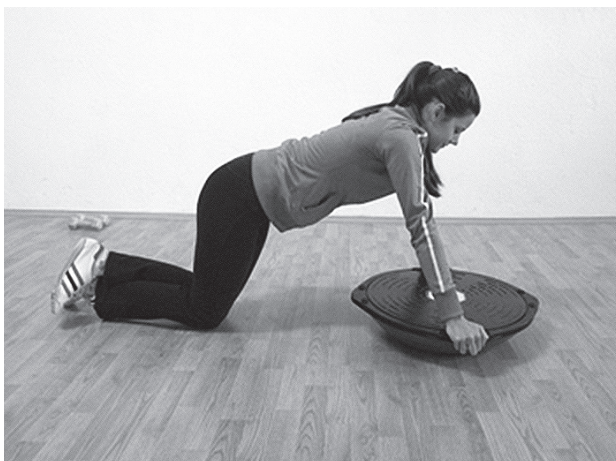
Табела 4.1. Програм експерименталног програма по недељама

Недеља	№ вежбања	Додатно оптерећење	Број серија и понављања	Укупна дужина трајања тренинг сесије
1–2 недеља	7 вежбања	Бучице од 1kg за сваку руку (2kg укупно)	3 серије по 8 понављања са 20–30 секунди одмора	30 минута
3–4 недеља	7 вежбања	Бучице од 2kg за сваку руку (4kg укупно)	3 серије по 8 понављања са 30–40 секунди одмора	40 минута
5–6 недеља	8 вежбања	Бучице од 2kg за сваку руку (4kg укупно)	3 серије по 10 понављања са 30–40 секунди одмора	45 минута
7–8 недеља	8 вежбања	Бучице од 2kg за сваку руку (4kg укупно)	3 серије по 12 понављања са 30–40 секунди одмора	50 минута

Слике вежби на нестабилним подлогама







4.2.3. Статистичка анализа

Дескриптивна статистика (средња вредност \pm стандардна девијација) дата је за вредности свих тестова за процену снаге и успешности извођења тестираних моторичких задатака. Левенов тест је коришћен за проверу хомогености одступања међу истраживаним променљивим, а нормална дистрибуција података потврђена је тестом Колмогоров–Смирнов. Урађена је ANOVA и Браун–Форсајт тест за једнакост група и на иницијалном мерењу није утврђена разлика између група (НТГ, СТГ и КГ) за тестиране варијабле. Униваријантна анализа варијансе (3×3 ANOVA) са променљивом унутар фактора (време) са три нивоа (пре интервенције, после интервенције и након периода паузе) и променљивом између фактора (групе) са три нивоа (НТГ, СТГ и КГ) коришћена је за процену ефекта интервенције на тестовима снаге и успешности извођења моторичких задатака. У случајевима у којима су откривене значајне разлике у интеракцији група и времена ($p < 0,05$), коришћен је Бонферони поступак за идентификовање групних разлика (НТГ, СТГ, КГ). Величине ефеката ($ES = \text{средња промена} / SD$) такође су израчунате и пријављене. Да бисмо одредили величину одговора на оба програма тренинга, анализирали смо величину ефекта (ES) користећи Коенове квалитативне дескриптивне параметре да укажемо на промене – мале ($< 0,41$), умерене (од $0,41$ до $0,7$) или велике ($> 0,7$). Поред овог тестирања, за сваку променљиву процентуалну разлику у резултатима промене између група од претеста до посттеста су израчунате. Сви статистички тестови изведени су помоћу програма СПСС верзије 17.0 (SPSS). Ниво статистичке значајности је постављен на $p < 0,05$.

4.3. Резултати

У Табели 4.2. приказане су средње вредности свих истраживаних параметара код свих група у свим мерењима. Подаци су дати као средња вредност и стандардна девијација.

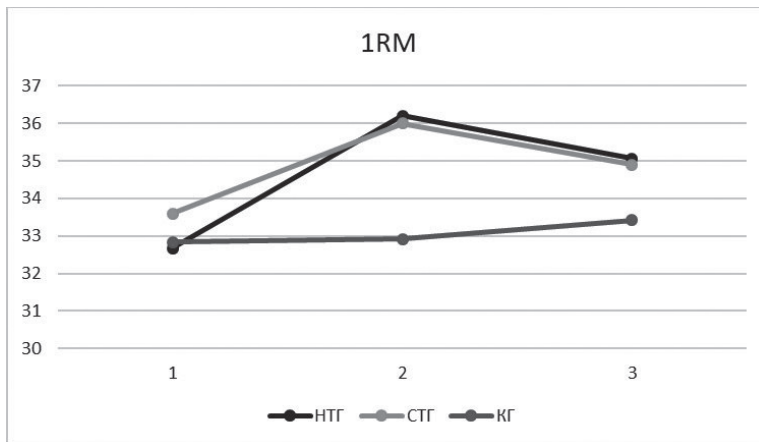
Табела 4.2. Дескриптивни подаци пре програма, после програма и после периода паузе

Тест	Група	Пре програма	После програма	После 12-недељне паузе	Ефекти програма % & Effect size	Ефекти одржавања након тренинга % & Effect size
ЛС30	UTG	19,7 (2,4)	22,5 (2,1)	21,2 (2)	+14%; ES 1.28	-6%; ES 0.66
	STG	18,5 (4,4)	20,8 (4,3)	19,7 (3,7)	+12%; ES 0.56	-5%; ES 0.24
	CG	18,2 (2,8)	18,4 (2,6)	19 (3,2)	+1%; ES 0.08	+3%; ES 0.22
СУ	UTG	146 (14,8)	162,7 (11,8)	155,4 (13,3)	+11%; ES 1.29	-4%; ES 0.60
	STG	143,4 (17,4)	150 (14,8)	146,5 (15)	+5%; ES 0.43	-2%; ES 0.25
	CG	144,7 (15,2)	145,1 (15,1)	147,5 (13,6)	+ 0%; ES 0.03	+2%; ES 0.17
ТТ	UTG	13,2 (0,7)	12,2 (0,7)	12,5 (0,7)	- 8%; ES 1.48	+2%; ES 0.44
	STG	12,7 (0,9)	12,4 (0,8)	12,5 (0,8)	-2%; ES 0.37	+1%; ES 0.13
	CG	12,6 (0,7)	12,4 (0,7)	12 (0,8)	-2%; ES 0.29	-3%; ES 0.56
5X5	UTG	20,2 (1,5)	19,9 (1,2)	20 (1,2)	-1%; ES 0.23	+1%; ES 0.09
	STG	20,6 (2,2)	19,9 (2,3)	20,2 (2,4)	-3%; ES 0.33	+2%; ES 0.13
	CG	20,4 (1,2)	20,2 (0,8)	20 (1,2)	-1%; ES 0.21	-1%; ES 0.21
1RM	UTG	32,6 (4,1)	36,2 (5,1)	35,1 (4,5)	+11%; ES 0.81	-3%; ES 0.24
	STG	33,1 (8,3)	35,6 (7,1)	34,3 (7,4)	+8%; ES 0.34	-4%; ES 0.19
	CG	32,8 (3,8)	32,9 (5,3)	33,4 (5,1)	+0%; ES 0.02	+2%; ES 0.10
БМ	UTG	265,7 (31,8)	318 (31,2)	296 (33,2)	+20%; ES 1.72	-7%; ES 0.71
	STG	298,6 (46,9)	331,8 (46,2)	318,7 (40,5)	+11%; ES 0.75	-4%; ES 0.32
	CG	283,3 (27)	280 (23,4)	297,3 (35,7)	-1%; ES 0.14	+6%; ES 0.60

Резултати једној максималној понављања 1РМ при пошиску са труди

Резултати ANOVA су показали значајну интеракцију код фактора група и времена ($F = 6.002$; $p < 0.001$; $ES = 0.3$) и за фактор време ($F = 22.746$; $p < 0.001$; $ES = 0.4$). Забележено је повећање код експерименталних група, и то код НТГ за 11%, $ES = 0,81$ и код СТГ за 8%; $ES = 0,34$. Није примећена интеракција међу групама. Није било статистички значајних разлика у било којем тренутку (пре, после експерименталног програма и након 12 недељног периода без тренинга) између било које групе.

Графикон 4.1. Средње вредности 1РМ



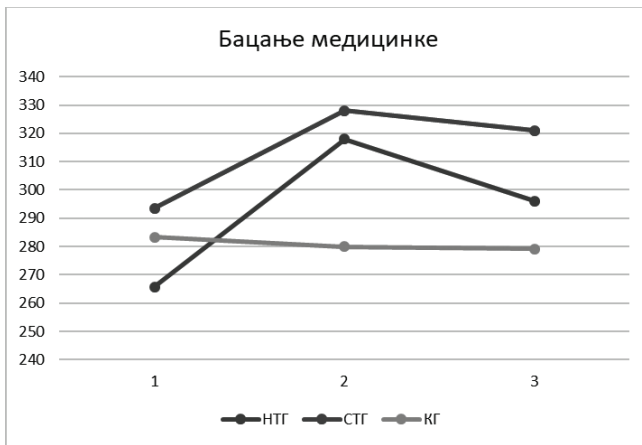
Легенда: НТГ – група која је вежбала на нестабилним подлогама; СТГ – група која је вежбала на стабилним подлогама; КГ – група која није имала експериментални програм

Резултати у шесту бацања медицинке (БМ) удаљ из седећег положаја

Анализа 3 x 3 ANOVA за БМ открила је статистички значајне разлике за интеракцију група и времена ($F = 9.068$; $p = 0.001$), за фактор време ($F = 23.937$; $p < 0.001$, $ES = 0.4$) и за фактор група ($F = 3.806$; $p = 0.032$; $ES = 0.3$). С обзиром на то да су примећене значајне разлике у термину интеракције, спроведени су једносмерни ANOVA тестови (One way ANOVA) за процену групних разлика у свим временским тачкама. Разлика између група нађена је на мерењу након тренинга ($F = 7.254$;

$p = 0.002$) и након периода праћења без тренинга ($F = 4.132$; $p = 0.024$). Накнадне анализе (Post hoc) тестова показале су да је утврђена само статистички значајна разлика између СТГ и КГ ($p = .003$) и НТГ и КГ ($p = .021$). При накнадном мерењу разлика је утврђена само између СТГ и КГ ($p = .021$).

Графикон 4.2. Средње вредности резултат бацања медицинке са груди у седећем положају



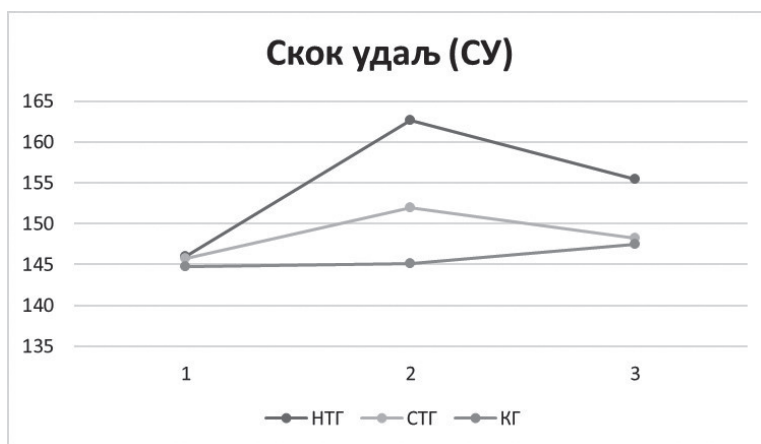
Легенда: НТГ – група која је вежбала на нестабилним подлогама; СТГ – група која је вежбала на стабилним подлогама; КГ – група која није имала експериментални програм

Резултати у шесту скок удаљ из места (СУ)

Утврђено је умерено ($ES = 0.6$) побољшање СУ за фактор време ($F = 22.071$; $p < 0.001$) и мало побољшање ($ES = 0.3$) за интеракцију групе и времена ($F = 8.073$; $p < 0.001$). Није примећена значајна интеракција између три групе ($F = 1.680$; $p = 0.201$). НТГ је после експерименталног програма забележила повећање за 11% и смањење за 4% након периода нетренирања, док је СТГ забележила повећање за 5% након експерименталног програма и смањење за 2% након периода нетренирања. С обзиром на то да су примећене значајне разлике у термину интеракције, спроведена је једносмерна анализа (One way ANOVA) за процену групних разлика у свим временским тачкама. Једино је разлика између

група утврђена на другом мерењу, односно непосредно након експерименталног програма ($F = 5.896$; $p = 0.006$). Накнадним анализама (Post hoc) је показано да је утврђена само статистички значајна разлика између НТГ и КГ ($p = .007$).

Графикон 4.3. Средње вредности скока удаљ (СУ) пре, након и 12 недеља по завршетку експерименталног програма

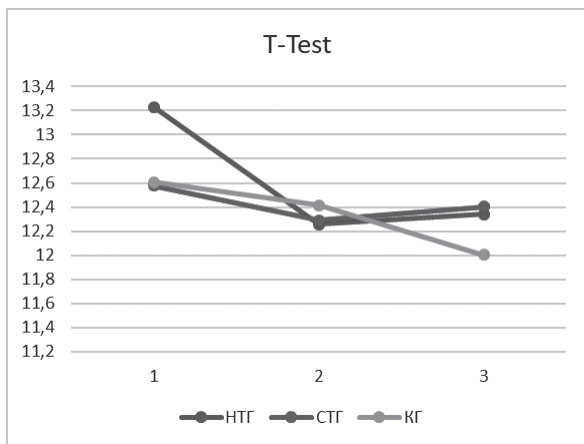


Легенда: НТГ – група која је вежбала на нестабилним подлогама; СТГ – група која је вежбала на стабилним подлогама; КГ – група која није имала експериментални програм

Резултати шестова агилности ТТ и 5 x 5

Код т-теста (ТТ) 3 x 3 ANOVA забележене су статистички значајне разлике у интеракцијама времена и група ($F = 7.912$; $p = 0.001$) и за фактор времена ($F = 29.343$; $p = 0.001$). Није примећена интеракција између група. НТГ је показала највеће побољшање у одговору на тренинг у извођењу т-теста агилности и забележила повећање за 8%; $ES = 1.48$. Остале групе, СТГ и КГ, забележиле су повећање за 2%.

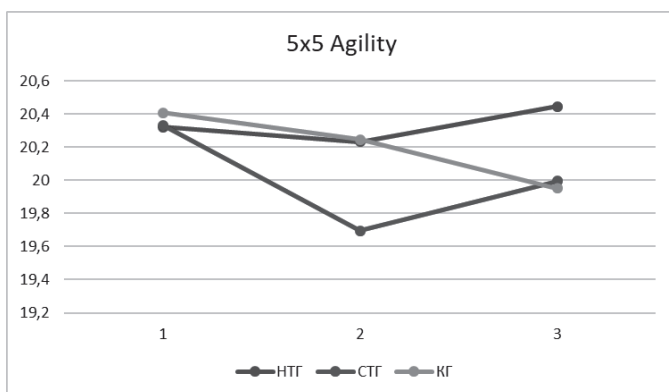
Графикон 4.4. Средње вредности т-теста пре, након и 12 недеља по завршетку експерименталног програма



Легенда: НТГ – група која је вежбала на нестабилним подлогама; СТГ – група која је вежбала на стабилним подлогама; КГ – група која није имала експериментални програм

Извођење 5 x 5 теста агилности било је значајно за фактор времена ($F = 6.680$; $p = 0.004$), али није значајно у интеракцији група и времена ($F = 7.912$; $p = 0.054$). Највеће побољшање након третмана је забележено код СТГ за 3%; $ES = 0.33$.

Графикон 4.5. Средње вредности 5 x 5 пре, након и 12 недеља по завршетку експерименталног програма

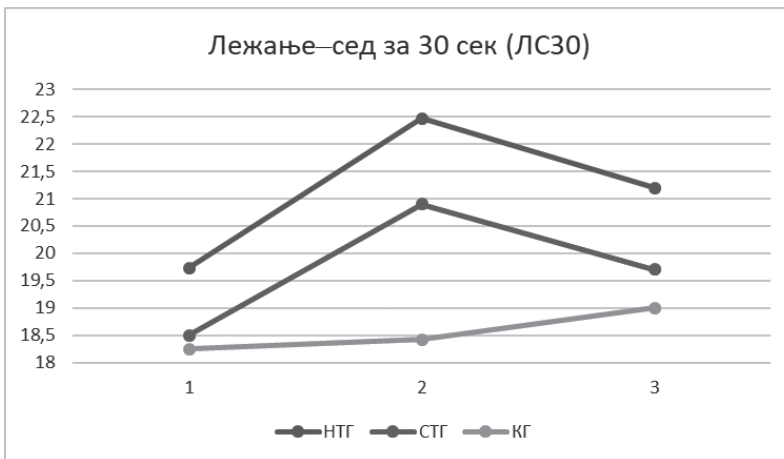


Легенда: НТГ – група која је вежбала на нестабилним подлогама; СТГ – група која је вежбала на стабилним подлогама; КГ – група која није имала експериментални програм

Резултати у шесту лежање–сед за 30 секунди (ЛС30)

Резултати 3 x 3 ANOVA показали су статистички значајна повећања код теста ЛС30 у интеракцији група и времена ($F = 7.718$; $p < 0.001$; $ES = 0.3$) и за фактор времена ($F = 25.129$; $p < 0.001$; $ES = 0.6$). Повећање код експерименталних група било је значајно – за НТГ 14%, $ES = 1,28$ и за СТГ 12%, $ES = 0.56$. Међутим, није примећена значајна разлика између ове три групе ($F = 2.566$; $p < 0.091$). С обзиром на то да су примећене значајне разлике у термину интеракције, урађена је ANOVA за процену групних разлика у свим временским тачкама. Једино је разлика између група нађена на мерењу након тренинга $F = 5.947$; $p = 0.006$. Накнадним анализама (Post hoc) је утврђена само статистички значајна разлика између НТГ и КГ ($p = .004$).

Графикон 4.6. Средње вредности теста лежање–сед за 30 секунди (ЛС30) пре, након и 12 недеља по завршетку експерименталног програма



Легенда: НТГ – група која је вежбала на нестабилним подлогама; СТГ – група која је вежбала на стабилним подлогама; КГ – група која није имала експериментални програм

4.4. Дискусија

Најзначајнији резултати овог истраживања указују на то да експериментални програм вежбања на БОСУ полулопти са додатним оптерећењем ствара позитивне ефекте код младих здравих девојака након осмонедељног тренинга у тесту лежање–сед за 30 секунди (ЛС30), експлозивној снази доњег дела тела (СУ) и тесту агилности т- тест. Нису пронађене статистички значајне разлике у побољшањима између тренинга између група приликом иницијалног тестирања силе и снаге горњег дела тела (1РМ и БМ). Међутим, након тренинга, група која је тренирала на нестабилним подлогама (НТГ) имала је тенденцију највећег побољшања у односу на СТГ, 11% у односу на 8% код теста 1РМ, а 20% код бацања медицинке са груди у односу на 11%, респективно.

Метаанализа (Behm et al., 2015) показала је да упоређивање тренинга на нестабилној подлози са тренингом на стабилној подлози резултира контрадикторним налазима код адолесцената и младих одраслих, па се стога не препоручује употреба нестабилних подлога током тренинга за развој снаге код здравих адолесцената и млађих мушкараца, ако је циљ вежбања повећање успешности извођења моторичких задатака на стабилним површинама. Прецизније, горе споменута метаанализа открила је недоследне резултате који указују да промене изазване тренинзима имају мале ефекте на максималну снагу и издржљивост мишића након тренинга у нестабилним условима.

Нека истраживања укључена у метаанализу обухватала су само учеснице (Cowley, 2007; Premkumar, 2012). Поменута истраживања нису утврдила промене у снази трбушних мишића између тренинга у нестабилним и стабилним условима. Ова испитивања су била врло кратког трајања – две, односно три недеље. Експериментална студија (Stanforth, 1998) нешто дужег трајања (десет недеља), такође укључена у метаанализу, открила је да су групе са нестабилним подлогама за тренинг знатно побољшале резултате у односу на групе које су користиле традиционалне стабилне подлоге. Резултати актуелног истраживања показали су значајно већа побољшања ЛС30 теста код НТГ у поређењу са СТГ и КГ након осам недеља. Студија (Kimble & Behm, 2008) са испитаницима оба пола (28 мушких и 12 женских испитаника) показала је предност у односу на број извршених понављања теста лежање–сед ($p = 0,03$; 8,9%) након седам недеља тренинга на нестабилним подлогама у поређењу са групом која је тренирала на стабилним подлогама.

Већа ефикасност тренинга на нестабилним подлогама на снагу трбушне мишићне мускулатуре може се објаснити већим степеном активације неуромускуларног система у поређењу са стабилним условима (Behm, 2015). Објашњење се може потражити у повећаној активности трбушних мишића и повећаном оптерећењу приликом извођења потиска са груди и чучњева на нестабилним подлогама (Marshall & Murphy, 2006a; Marshall & Murphy 2006b). Трбушни и кичмени стабилизирајући мишићи показују већу и продужену активацију под већим степеном нестабилности (Anderson & Behm, 2005). Образложење је да дестабилизирајуће окружење за тренирање може побољшати неуромускуларне адаптације, истовремено пружајући разноврснији и ефикаснији подстицај за тренинг. Активација основних мишића на БОСУ кугли могло би омогућити додатну активацију мишића коју је често тешко циљати традиционалним вежбама.

Торзо и руке су углавном сегменти тела који се налазе у највећем степену „нестабилности”, која се преноси даље кинетичким ланцем, чак и на стабилним површинама. Због тога би тренинг на нестабилним подлогама могао бити кориснији код тренирања стабилизатора карличног појаса и кичменог стуба и горњег дела тела, а не доњег дела тела (Cressey, 2007).

У покретима специфичним за спорт, већина атлетских покрета који укључују мишиће доњег дела тела одвија се великим брзинама и у већој мери укључује циклус истезања и скраћивања (ЦИС). Дуготрајна фаза амортизације кретања ЦИС-а може смањити производњу силе због губљења ускладиштене енергије из ексцентричног преднапрезања (Ignjatovic & Radovanovic, 2013). Истраживање изведено у окружењу ротираном за 90° такође је сугерисало да су се стабилни услови показали ефикаснијим у односу на нестабилније за побољшање мишићне снаге доњих екстремитета (Zemkova, 2015).

Супротно очекивањима, актуелна студија је утврдила пораст вредности снаге доњих екстремитета, тј. скока удаљ (СУ) након тренинга на нестабилним подлогама у поређењу са тренингом на стабилним подлогама (11% у НТГ и 5% у СТГ) након осам недеља интервенције. То није у складу са литературом која сугерише да не треба користити вежбе на нестабилним подлогама ако је циљ тренинга повећање снаге или брзих покрета мишића доњег дела тела. Међутим, ова интервенција је рађена са необученим младим женама, без претходног искуства у тренингу са оптерећењем или нестабилном тренингу са великим потенцијалом

за тренажне ефекте. Једино досадашње истраживање (Kimble & Behm, 2008) у коме су испитанице биле тестиране у скоку удаљ из места није установило значајне ефекте интервенције код овог теста, али су забележена побољшања код скокова десном ногом од 6,2% за групу за која је тренирала на нестабилним подлогама.

Тест једног максималног понављања (1РМ) се најчешће користио за процену ефеката тренинга на нестабилним подлогама (Coyle, 2007; Ignjatovic, 2019). Умерено побољшање без значајне разлике између експерименталних група може се објаснити врло лаганим додатним оптерећењем отпора (бучице од 1kg и 2kg). Побољшање од 11% идентично је побољшањима у ЗРМ потиску са груди у истраживању (Sparks, 2010) спроведеном на рекреативно активним мушкарцима и женама на нестабилним површинама. Није било разлике међу групама у ефектима програма, али је „нестабилна” група имала тенденцију повећања изометријске силе у потиску са груди. Веће повећање, од 14%, забележено је код неутренираних младих жена након тренинга на нестабилним подлогама након само три недеље тренинга (Coyle, 2007). Повећање снаге из поменутног испитивања (Coyle, 2007) у складу је са литературом, која показује да слични програми вежбања који укључују потиске са груди доводе до сличног повећања током сличног временског периода код неутренираних младих жена (Chilibeck et al., 1998; Abe et al., 2000).

4.5. Закључци

Истраживање је указало на потенцијалне предности тренинга са оптерећењем на нестабилној подлози, конкретније у овом случају на БОСУ лопти, код женске популације без претходног тренажног искуства. Тренажно оптерећење је било релативно мало, прилагођено способностима испитаница које су учествовале у истраживању. У синергији са повећаним оптерећењем изазваним нестабилним условима дошло је до значајнијих повећања код групе која је тренирала на нестабилним подлогама у поређењу са осталим групама. Ипак, повећања су релативно скромна и статистички значајна само за одређене вежбе.

4.6. Захвалност

Велику захвалност за помоћ током истраживања дугујем испитаницама које су учествовале у експерименталном програму и евалуацијама, као и студентима који су помагали приликом тестирања других испитаника који су учествовали у истраживању.

Рад на истраживању је делимично финансиран пројектима ИИИ 47015 „Ефекти примењене физичке активности на локомоторни, метаболички, психосоцијални и васпитни статус популација Р. Србије” и ОИ 179019 „Биомеханичка ефикасност врхунских српских спортиста”.

Планира се публикување дела резултата овог истраживања у неком од водећих међународних часописа.

РЕФЕРЕНЦЕ

- Abe, T., DeHoyes, D. V., Pollock, M. L., Garzarella, L. (2000). Time course for strength and muscle thickness changes following upper and lower body resistance training in men and women. *European Journal of Applied Physiology*, 81, 174–180.
- American College of Sports Medicine (2010). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. 8th ed. Baltimore, MD: Lippincott, Williams and Wilkins.
- Anderson, K., Behm, D. G. (2005). The impact of instability resistance training on balance and stability. *Sports Medicine*, 35, 43–53.
- Behm, D. G., Colado Sanchez, J. C. (2013). Instability resistance training across the exercise continuum. *Sports Health*, 5(6), 500–503.
- Behm, D. G., Muehlbauer, T., Kibele, A., Granacher, U. (2015). Effects of Strength Training Using Unstable Surfaces on Strength, Power and Balance Performance Across the Lifespan: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Medicine*, 45(12), 1645–1669.
- 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.
- Boyle, M. (2004). Lower body strength and balance progressions. In: *Functional Training for Sports*. Human Kinetics, Champaign, Ill, 53–73.
- 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*, 1 (8), 7–12.
- Chek, P. (1999). Physioball exercise for swimming, soccer, and basketball. *Sports Coach*, 21, 30–33.
- Chilibeck, P. D., Calder, A. W., Sale, D. G., Webber, C. E. (1998). A comparison of strength and muscle mass increases during resistance training in young women. *European Journal of Applied Physiology*, 77: 170–175.
- Cowley, P. M., Swensen, T., Sforzo, G. A. (2007). Efficacy of instability resistance training. *International Journal of Sports Medicine*, 28, 829–835.
- Cressey, E. M., West, C. A., Tiberio, D. P., Kraemer, W. J., Maresh, C. M. (2007). The effects of ten weeks of lower-body unstable surface training on markers of athletic performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21, 561–567.
- Drinkwater, E. J., Pritchett, E. J., Behm, D. G. (2007). Effect of Instability and Resistance on Unintentional Squat-Lifting Kinetics. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2, 400–413.
- Gambetta, V. (1999). Let's get physio. For swim-specific weight training, get on the ball. It's easy with our simple but effective physioball routine. *Rodale's Fitness Swimmer*, 8: 30–33.

Gillespie, J., Keenum, S. (1987). A validity and reliability analysis of the seated shot put as a test of power. *Journal of Human Movement Studies*, 13, 97–105.

Janssen, I., Heymsfield, S. B., Wang, Z. M., Ross, R. (1985). Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18-88 yr. *Journal of Applied Physiology*, 89(1), 81–88.

Kornecki, S., Zschorlich, V. (1994). The nature of stabilizing functions of skeletal muscles. *Journal of Biomechanics*, 27, 215–225.

Kraemer, W. J., Koziris, L. P., Ratamess, N. A., Hakkinen, K., Triplett-Mcbride, N. T., Fry, A. C., Gordon, S. E., Volek, J. S., French, D. N., Rubin, M. R., Gomez, A. L., Sharman, M. J., Michael Lynch, J., Izquierdo, M., Newton, R. U., Fleck, S. J. (2002). Detraining produces minimal changes in physical performance and hormonal variables in recreationally strength-trained men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16(3), 373–382.

Landow, L, Haff, G. G. (2012). Use of stability balls in strength and conditioning. *Strength and Conditioning Journal*, 34(1), 48–50.

Lemmer, J. T., Hurlbut, D. E., Martel, G. F., Tracy, B. L., Ivey, F. M., Metter, E. J., Fozard, J. L., Fleg, J. L., Hurley, B. F. (2000). Age and gender responses to strength training and detraining. *Medicine and Science in Sports and Exercises*, 32(8), 1505–1512.

Markovic, G., Dizdar, D., Jukic, I., Cardinale, M. (2004). Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18, 551–555.

Mate-Munoz, J. L., Monroy, A. J., Jimenez, P. J., Garancho-Castano, M. V. (2014). Effects of Instability Versus Traditional Resistance Training on Strength, Power and Velocity in Untrained Men. *Journal of Sports and Science in Medicine*. 13(3), 460–468.

Melnyk, J. A., Rogers, M. A., Hurley, B. F. (2009). Effects of strength training and detraining on regional muscle in young and older men and women. *European Journal of Applied Physiology*, 105(6), 929–938.

Nindl, B. C., Harman, E. A., Marx, J. O., Gotshalk, L. A., Frykman, P. N., Lammi, E., Palmer, C., Kraemer, W. J. (2000). Regional body composition changes in women after 6 months of periodized physical training. *Journal of Applied Physiology*, 88(6), 2251–2259.

Oja, P., Tuxworth, B. (Eds.) (1995). *Eurofit for Adults: Assessment of Health-Related Fitness*. Finland: Council of Europe Publishing; 1995:1-13.

Pauole, K., Madole, K., Garhammer, J., Lacourse, M., Rozenek, R. (2000). Reliability and Validity of the T-Test as a Measure of Agility, Leg Power, and Leg Speed in College-Aged Men and Women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2000, 14(4), 443–450.

Prieske, O., Muehlbauer, T., Borde, R., Gube, M., Bruhn, S., Behm, D. G., Granacher, U. (2016). Neuromuscular and athletic performance following core

strength training in elite youth soccer: Role of instability. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 26, (1), 48–56.

Pritchard, T., O'Bryant, H., Johnson, R., Everhart, B. (2001). An alternative to the full sit-up testing for middle school students. *Physical Educator*, 58, 42–50.

Santana, J. C., Vera-Garcia, F. J., McGill, S. M. (2007). A kinetic and electromyographic comparison of the standing cable press and bench press. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(4), 1271–1277.

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.

Verhagen, E., van der Beek, A., Twisk, J., Bouter, L., Bahr, R., van Mechelen, W. (2004). The effect of a proprioceptive balance board training program for the prevention of ankle sprains: a prospective controlled trial. *American Journal of Sports Medicine*, 32(6), 1385–1393.

Verstegen, M., Williams, P. (2004). Physioball routine. In: M. Verstegen, P. Williams (Eds.), *Core performance*. New York: Rodale. pp. 73–88.

Willardson, J. M., Fontana, F. E., Bressel, E. (2009). Effect of surface stability on core muscle activity for dynamic resistance exercises. *International Journal Sports Physiology Performance*, 4(1), 97–109.

Ignjatović, A. Radovanović, D. (2013). *Fiziološke osnove treninga sile i snage*. Jagodina: Faculty of Education in Jagodina, University of Kragujevac.

Zemková, E., Oddsson, L. (2016). Effects of stable and unstable resistance training in an altered-G environment on muscle power. *International Journal Sports Medicine*, 37, 288–294.

5. УТИЦАЈ НЕСТАБИЛНИХ ПОДЛОГА НА СИЛУ И СНАГУ КОД ПРОФЕСИОНАЛНИХ СПОРТИСТА И КОД РЕКРЕАТИВАЦА

5.1. Увод

Употреба уређаја за стварање нестабилности приликом вежбања је масовно прихваћена у фитнес центрима и другим местима предвиђеним за организовано рекреативно физичко вежбање. Међутим, остаје дилема да ли је употреба тренинга са справама и реквизитима који производе нестабилност добра за употребу код спортиста. Већа нестабилност може да активира неуромускуларни систем у већој мери од стабилних услова, доводећи до већих и значајнијих мишићних адаптација (Behm, Drinkwater, Willardson, Cowley, 2010). Поставља се питање немогућности извођења тренинга са максималним оптерећењем јер се под нестабилним условима смањује могућност подизања максималног оптерећења које би се могло постићи у стабилним условима. Ипак, могућност смањеног тренажног оптерећења повезаног са нестабилним вежбама може се надокнадити великом активацијом мишића и активацијом мишићних група које би иначе било теже таргетирати класичним тренингом. Међутим, поставља се и питање да ли спортисти којима је за успех у одређеној спортској дисциплини неопходна брза и есплозивна реакција доњих екстремитета треба да тренирају на подлогама на којима није могуће извести овакве реакције услед померања подлоге. Са друге стране, постоје бројни спортови и спортске дисциплине у којима се тренинг и такмичења одвијају у делимично или потпуно нестабилним условима. На пример, спортске активности које се одвијају на или у води, на снегу или на песку, захтевају од спортиста прилагођавање сваком покрету и онемогућавају идентичан образац мишићне активације какав би био на равним стабилним подлогама.

Постоје и бројни спортови у којима се од спортиста очекује да развију напредне моторичке способности и могућност прилагођавања константно променљивим условима, у поређењу са оним спортистима који увек тренирају и такмиче се под истим, непроменљивим условима. Чудо је управо један од спортова у којима се спољашњи услови константно мењају и приморавају спортисте да реагују на неочекиване

стимулансе и адаптирају се изненадним променама спољашњег оптерећења. Џудо се карактерише кратким трајањем, вештим, повременим интензивним мишићним контракцијама са циљем извођења различитих облика елементарних облика кретања као што су повлачења, гурања, подизања, хватања и захватни покрети у припреми за следећи експлозивни напор (Harrison et al., 2006). Џудо као спорт пружа изазове константне нестабилности, што захтева и специфичан и прилагођен систем и начин тренинга. Иако постоје бројни чланци који промовишу основне програме тренинга и вежбе за побољшање перформанси, без пружања снажне научне утемељности њихове ефикасности, посебно у спортском сектору, неопходно је истражити утицај различитих услова тренинга на различите спортске дисциплине. Неопходно је и одредити да ли је извођење тренинга снаге у нестабилним условима корисно за побољшање атлетских перформанси, као и да ли је реаговање утренираних спортиста који се веома често налазе у нестабилним условима другачије у односу на спортисте или рекреативце који искључиво вежбају и такмиче се у стабилним условима.

5.2. Методе

5.2.1. Узорак испитаника

Узорак се састојао од 20 мушких учесника, подељених у две групе, групу мушких џудиста и групу студената. Прву групу чинило је девет младих мушких џудиста, укључујући победнике на државним првенствима Србије и региона, са вишегодишњом спортском каријером. Сви су били чланови Џудо клуба „Кинезис” из Ниша. Испитаници су имали искуства са разним тренинзима са оптерећењем, који, између многих других, укључују вежбе потиска са груди и чучњева. Међутим, испитаници нису имали претходних искустава са тренингом на нестабилним подлогама. Другу групу су чинили студенти Факултета спорта и физичког васпитања у Нишу. У време истраживања нико од студената није био професионални спортиста. Нико од испитаника из ове групе није учествовао у организованом тренингу са оптерећењем у претходних годину дана. Сви учесници су се добровољно пријавили за учешће у истраживању. Представљене процедуре су биле у складу са етичким стандардима о експериментисању на људима. Стандардни медицински скрининг је обављен пре студија. Нико од учесника у анамнези није показао никакве доказе о недавним повредама.

5.2.2. Протокол упознавања са вежбама

Пре студије, учесници су имали две тренажне сесије на којима су се упознали са техником вежбања и тестирања, нарочито са вежбама на нестабилним подлогама. Нагласак је стављен на постизање угла колена од 90° током чучњева на БОСУ лопти. Сви испитаници су имали исти број сесија упознавања пре поступка тестирања. Такође, добили су инструкције да не учествују у интензивном вежбању током периода од 48 сати пре заказаног тестирања. Упозорени су да се уздрже од конзумирања енергетских или кофеинских напитака до два сата пре тестирања. Учесницима је било дозвољено конзумирање бескофеинског напитка пре испитивања. Сви тестови одржавали су се у физкултурној сали. Пре тестирања, учесници су имали приближно 10–15 минута за загревање, претежно аеробног карактера, субмаксималног интензитета и елементарним вежбама обликовања.

5.2.3. Проткол тестирања 1РМ

Учесници су тестирани у једном максималном понављању (1РМ) на стабилној површини. Пре сваког теста 1РМ, изведени су покушаји са мањим оптерећењем – први са осам понављања на приближно 50% 1РМ, а затим са четири понављања при приближно 70% 1РМ. Приликом сваког следећег покушаја додавано је оптерећење од најмање 2,5kg све док сваки учесник није стигао до максималног оптерећења које је могао подићи максимално једанпут, не нарушавајући правилно извођење покрета. Одмор између покушаја је био приближно три минута. 1РМ је постигнут у оквиру 3–6 покушаја. Ради сигурности, у свако доба била су присутна два вежбача који су помагали испитаницима. Техника потиска са груди укључивала је контролисано спуштање шипке док лагано не додирне груди, након чега се шипка са теговима враћала у почетни положај. Није било дозвољено одбијање шипке са теговима од груди између ексцентричне и концентричне фазе. Ово правило се односило и на потисак са груди у нестабилним условима, тј. на лопти. Није било дозвољено ни компензаторно кретање, односно подизање кукова приликом покрета. Темпо сваког покушаја 1РМ није био контролисан, тако да све док су се испитаници придржавали исправне технике сваки испитаник је могао да одабере брзину извођења покрета која њему највише одговара.

5.2.4. Протокол тестирања у стабилним и нестабилним условима

Све тестирања су изведена са претходно утврђеним 70% 1РМ. Иако је 80% 1РМ обично потребно за побољшање снаге мишића (Kraemer et al., 2002), више од 70% 1РМ у нестабилном стању није примењено код свих испитаника јер претходна искуства показују да такви услови могу довести до пада и евентуалних повреда. За тестирање у стабилним условима била им је неопходна равна клупа за потисак са груди. Стопала учесника постављена су довољно широко како би стабилизовала тело. Угао у зглобу колена је био приближно 90°. Учесницима није било дозвољено подизање рамена или карличног појаса са клупе, као ни стопала са пода. Нестабилне услове за потисак са груди омогућила је швајцарска лопта пречника 65cm која је подупирала само горњи део леђа, а не цервикални део или главу, док су ноге учесника биле постављене на под. Чучањ са додатним оптерећењем извођен је у стабилним (под теретане) и нестабилним условима (БОСУ лопта). Чучањ је извођен из усправног стојећег положаја до чучња са углом колена од 90°. Из безбедносних разлога приликом тестирања су увек била присутна најмање три помагача – чувара. Двојица су стојала са сваке стране, а један је стајао иза учесника да спречи евентуални пад уназад. Поред тога, испитивач је потврђивао исправност технике чучњева током тестирања. Ако покушај не би био изведен правилно, од испитаника се тражило да уради још један покушај ради додатног прикупљања података. Вредности параметара мишићне силе и снаге (максимална снага и брзина покрета) за свако понављање мерени су помоћу Фитродин динамометра (Fitronic, Bratislava, Slovakia) према предложеном протоколу. Важност и поузданост уређаја су потврдили Џенингс и сарадници (Jennings, 2005), а уређај је коришћен и у сличним студијама (Jones et al., 2006; Rhea & Kenn, 2009). Током сваке од сесија, учесници су добијали инструкције да убрзају покрет што је више могуће током читавог опсега кретања током кога је мерена снага и брзина кретања, односно приликом концентричне фазе покрета. Поменути параметри су мерени помоћу лаптоп персоналног рачунара, спојеног са Фитродин динамометром који је био повезан са шипком са теговима. Сви подаци су израчунати коришћењем одговарајућег софтвера (Fitrodyne, Fitronic, Bratislava, Slovakia).

5.2.5. Статистичке процедуре

У оквиру статистичких процедура, прво је урађен тест нормалности Колмогоров–Смирнов за све променљиве. Сви подаци су нормално дистрибуирани. За упоређивање брзине кретања током концентричне фазе потиска са груди и чучња на стабилним и нестабилним подлогама урађен је т-тест. Стопе смањења максималне снаге и брзине кретања израчунате су коришћењем следеће једначине: стопе смањења (%) = $[1 - (\text{мишићни излаз у нестабилним условима} / \text{мишићни учинак под стабилним услови})] \times 100$. За упоређивање брзина смањења максималне снаге и брзине кретања између група коришћен је т-тест за независне узорке. Подаци су описани као средња вредност \pm стандардна девијација (SD). Статистичка значајност за све статистичке анализе постављена је на $p < 0,05$.

5.3. Резултати

Није било значајних статистичких разлика у антропометријским параметрима између група. Анализа добијених података за групу џудиста показала је статистички значајно смањење мишићних излаза (максимална снага и брзина) током чучњева под нестабилним условима (БОСУ полулопта). Није било статистички значајног смањења максимума мишићне снаге ($p = 0.11$) и брзине ($p = 0.68$) при потиску са груди у нестабилним условима (швајцарска лопта) у поређењу са стабилном равном клупом. Статистичка анализа добијених података за групу студентата показала је статистички значајно смањење ($p < 0.05$) максималне снаге и брзине кретања током потиска са груди у нестабилним условима (швајцарска лопта) у поређењу са потиском са равне клупе. Поред тога, у овој групи мишићни параметри (максимална снага и брзина) били су значајно нижи за време чучњева у нестабилним условима (БОСУ полулопта) у поређењу са стабилним условима (Табела 5.1.).

5.4. Дискусија

Најважнији налаз у овој студији био је недостатак статистички значајних разлика у свим испитиваним мишићним параметрима током потиска са груди под стабилним и нестабилним условима код џудиста. На основу тих резултата можемо претпоставити да џудисти успевају да

се на швајцарској лопти стабилизују и надокнаде губитак силе на почетку концентричне фазе, при субмаксималном оптерећењу. Очигледно је да су нашли начин коришћења еластичне енергије компресоване швајцарске лопте за повећање брзине кретања ($60,26\text{cm/s} \pm 11,11$) у поређењу са стабилним условима ($59,18\text{cm/s} \pm 7,21$). Као резултат тих сензомоторних способности, смањење стопа максималне снаге било је само $5,12\% \pm 2,73$. Нису забележене статистички значајне разлике у максималној снази у нестабилним условима у поређењу са стабилним условима (Табела 5.1.).

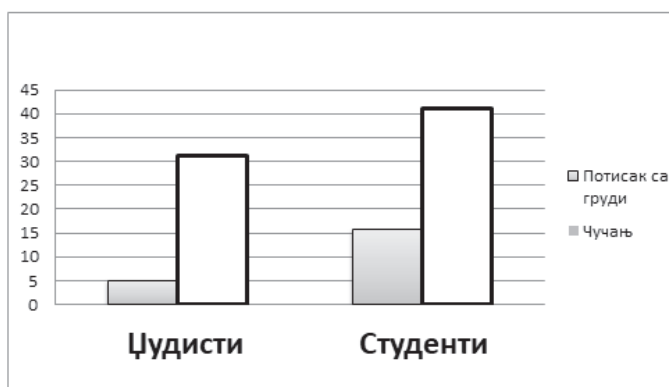
Табела 5.1. Средње вредности максималне снаге и брзине на стабилним и нестабилним подлогама код џудиста и студената

Подлога / варијабле (јединица)	Снага (W)	Брзина (cm/s)
Џудисти – стабилна подлога (равна клупа)	413.89 ± 64.97	59.18 ± 7.21
Џудисти – нестабилна подлога (швајцарска лопта)	393.44 ± 76.85	60.26 ± 11.11
Џудисти – стабилна подлога (под)	874.78 ± 77.02	100.56 ± 8.08
Џудисти – нестабилна подлога (БОСУ полулопта)	$599.11 \pm 133.57^*$	$81.67 \pm 8.53^*$
Студенти – стабилна подлога (равна клупа)	$392,64 \pm 2748$	$65,09 \pm 14,44$
Студенти – нестабилна подлога (швајцарска лопта)	$331,73 \pm 34,27^*$	$57,69 \pm 10,43^*$
Студенти – стабилна подлога (под)	$674,82 \pm 78,52$	$107,45 \pm 13,25$
Студенти – нестабилна подлога (БОСУ полулопта)	$397,27 \pm 59,04^*$	$71,09 \pm 5,11^*$

Према томе, потисак са груди као вежба са оптерећењем која се изводи на швајцарској лопти са субмаксималним оптерећењем (70% 1РМ) не може се препоручити као ефикасан модел тренинга за развој и повећање максималних вредности мишићне силе за високоутрениране џудисте. Код студената Факултета спорта и физичког васпитања, који нису имали искуства са вежбама на нестабилним подлогама, швајцарска

лопта је обезбедила довољан изазов неуромускуларном систему, што је резултирало статистички значајном разликом између параметара максималне снаге под нестабилним у поређењу са стабилним условима (Табела 5.1).

Графикон 5.1. Средње вредности стопе смањења максималне снаге при нестабилним условима у поређењу са стабилним код џудиста и студената



Једно од потенцијалних објашњења за смањење максималне снаге при потиску са груди може се потражити у чињеници да мишићи који учествују у покрету истовремено учествују у стабилизацији раменог појаса, па је већи приоритет дат стабилизацији у односу на стварање максималне силе, што је већ објављено у сличним истраживањима (Behm, Anderson, Cumew, 2002; Koshida et al., 2008). Будући да многе спортске дисциплине захтевају да се цело тело стабилизује и да се велика количина снаге може произвести координирано, за испитанике којима није циљ стварање максималних вредности мишићне силе нестабилан тренинг са оптерећењем може бити функционалан начин за побољшање снаге.

И на тренингу и током такмичења, џудисти су стално изложени неочекиваним покретима које су им наметнули противници како би их натерали да падну на меку површину (татами). Џудо захтева стварање велике количине снаге у горњем делу тела и одржавање равнотеже целог тела приликом борбе са противником. Према томе, неуромишићна координација стабилизатора кичменог стуба и горњих екстремитета можда је на доста већем нивоу код ове популације спортиста у односу на друге категорије спортиста (Dietz et al., 1993). С друге стране, у

обе групе су постојале статистички значајне разлике у свим испитаним мишићним исходима код чучњева на нестабилним подлогама у односу на стабилне услове (Графикон 5.1.). Ни џудисти ни спортисти нису навикнути на тренинг и вежбање на нестабилним подлогама када су у питању доњи екстремитети. Наиме, приликом џудо тренинга и борбе ноге су увек у стабилним условима и користе равну површину као ослонац. Највероватније је то разлог значајно слабијих резултата ове групе испитаника приликом тестирања на БОСУ лопти у односу на стабилну површину. Са једне стране, тренинг на нестабилним подлогама би могао изазвати довољне адаптације јер је оптерећење од 70% у оваквим условима велико, док се са друге стране поставља питање сврсисходности оваквог типа тренинга код спортиста код којих површина ослонаца на такмичењима није нестабилна.

5.5. Закључци

Добијени резултати указују на то да тренинг џудиста доводи до најбољих перформанси у смислу одржавања стабилног положаја горњег дела тела у свим околностима, као резултат прилагођавања соматосензорних афеката као суштинске компоненте контроле равнотеже. Због тога се код потиска са груди у стабилним условима не смањују вредности параметара силе и снаге у односу на потисак у нестабилним условима. Са друге стране, чучњеви са смањеним оптерећењем пружали су у нестабилним условима (БОСУ лопта) довољне изазове неуромускуларном систему. Џудисти су, као и студенти, постизали значајно слабије резултате на БОСУ лопти у поређењу са стабилним условима. Даља истраживања су потребна у циљу утврђивања степена и количине нестабилности при тренингу са оптерећењем код спортиста који се такмиче на стабилним подлогама.

5.6. Захвалност

Велику захвалност за помоћ током истраживања дугујем колеги проф. др Драгану Радовановићу и студентима који су помогли у мерењу и организацији овог истраживања, као и колегама које су обезбедиле услове за извођење експерименталног програма и мерења. Такође, велику захвалост изражавам испитаницима који су учествовали у евалуацијама и помагали приликом тестирања других испитаника.

Рад на истраживању је делимично финансиран пројектом ОИ 179019 „Биомеханичка ефикасност врхунских српских спортиста”.

Највећи део резултата овог истраживања објављен је у раду: 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), 1–8.

РЕФЕРЕНЦЕ

American College of Sports Medicine (2010). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. 8th ed. Baltimore, MD: Lippincott, Williams and Wilkins.

Behm, D. G., Anderson, K., Cumew, R. S. (2002). Muscle force and activation under stable and unstable conditions. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16, 416–422.

Behm, D. G., Drinkwater, E. J., Willardson, J. M., Cowley, P. M. (2010). The use of instability to train the core musculature. *Applied Physiology Nutrition and Metabolism*, 35, 5–23.

Dietz, V., Trippel, M., Ibrahim, I. K., Berger, W. (1993). Human stance on a sinusoidally translating platform: balance control by feedforward and feedback mechanisms. *Experimental Brain Research*, 93, 352–362.

Harrison, A., Moody, J. A., Thompson, K. (2006). Judo. In: E. M. Winter, J. M. Andrew, R. C. Richard-Davison, P. D. Bromley, T. H. Mercer (Eds.), *Sport and exercise physiological testing. Guidelines of British association of sport and exercise sciences*. London: Routledge.

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(4), 859–863.

Jones, R. M., Fry, A. C., Weiss, L. W. et al. (2008). Kinetic comparison of free weight and machine power cleans. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(6), 1785–1789.

Koshida, S., Urabe, Y., Miyashita, K. et al. (2008). Muscular outputs during dynamic bench press under stable versus unstable conditions. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(5), 1584–1588.

Kraemer, W. J., Adams, K., Cafkrelli, E. et al, (2002) American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 32, 364–380.

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.

6. ТРЕНИНГ СА ОПТЕРЕЋЕЊЕМ НА НЕСТАБИЛНИМ И СТАБИЛНИМ ПОДЛОГАМА КОД МЛАДИХ СПОРТИСТА

6.1. Увод

У последњих неколико деценија појавили су се докази о ефикасности и позитивним ефектима тренинга са оптерећењем код младих и деце (Ignjatovic et al., 2009; NSCA, 2009; ACSM's, 2010; Faigenbaum, 2013). Истраживања спровођена на педијатријској популацији показала су да тренинг са оптерећењем који је на одговарајући начин прописан и надгледан може имати бројне погодности на здравствени статус.

Све већи број деце и младих укључено је у организовани спортски тренинг и такмичење (Adirim, 2003; Baxter-Jones, 2007). Млади спортисти, њихови родитељи и тренери траже најбоље начине да остваре што је могуће боље спортске резултате, а како су мишићна сила и снага кључни за успех у многим спортовима, јасно је да ће јачи и снажнији млади спортисти бити успешнији и, што је још важније, развијати квалитетну основу за будући развој. Недавно, једна метаанализа (Behringer et al., 2010) је показала да је тренинг са оптерећењем ефикасна метода за побољшање одабраних моторичких способности (тј. скакања, трчања и бацања) током детињства и младости.

Тренинг са оптерећењем код младих може обухватати широк избор модалитета који укључују машине за дизање тегова (и за одрасле и за децу), слободне тегове, хидрауличке и пнеуматске машине, медицинке, еластичне траке, изометријске контракције и вежбе са сопственом телесном масом (NSCA, 2009).

У последњих неколико година у тренингу се често користе нестабилне подлоге јер се верује да нестабилно окружење ствара повећани ниво активације мишића, нарочито код мишића антагониста или синергиста (Behm & Anderson, 2002). Предлаже се умерена нестабилност која би дала оптималне резултате и могла омогућити адекватно преоптерећење великог броја мишића (Behm & Anderson 2002), што је у складу с препорукама за тренинг код деце и адолесцената (низак до умерен) (Faigenbaum, 2007). Додатна предност тренинга на нестабилним

подлогама може бити повећавање способности мишића за стабилизацију зглобова, што доводи до заштите зглобних комплекса (Behm, 2010).

Неколико аутора (Chek, 1999; Verstegen, 2004) и истраживачких студија (Behm et al., 2005; Marshall & Murphy, 2005; Marshall & Murphy, 2006) показало је да нестабилан програм вежбања даје већи ефекат на јачину мишића стабилизатора карличног појаса и кичменог стуба, што је идентификовано као предуслов за успех у неколико спортова (Nesser, 2008; Okada, 2011).

Недавни систематски преглед литературе и метаанализа (Behm et al., 2015) није показао значајне предности тренинга на нестабилним подлогама код деце, адолесцената и млађих особа, што сугерише да употреба вежби на нестабилним подлогама у поређењу са стабилним површинама током тренинга снаге неће побољшати перформансе на стабилним површинама. Лимитиран број истраживања код адолесцената (Granacher, 2014, 2015; Prieske, 2015) и недостатак истраживања са децом отежава утврђивање ефеката тренинга на нестабилним подлогама код популације деце и адолесцената.

6.2. Методе истраживања

6.2.1. Експериментални приступ проблему

Сврха овог истраживања је утврђивање ефикасности програма вежбања на стабилним и нестабилним подлогама са додатним оптерећењем код младих џудиста који нису имали претходно тренажно искуство са теговима. Претпостављено је да ће дванаестонедељни тренинг са оптерећењем на нестабилним подлогама произвести веће тренажне ефекте од тренинга на стабилним подлогама. За процену ефекта тренинга коришћени су тестови потиска са груди, чучањ, скок удаљ и тест за процену снаге трбушне мускулатуре.

Резултати би требало да дају одговор на питање о ефикасности тренинга на нестабилним подлогама код младих спортиста. Испитана је и ефикасност укључивања тренинга са додатним оптерећењем под нестабилним условима у организовани тренажни програм код деце која тренирају џудо.

6.2.2. Узорак испитаника

У истраживању је учествовало укупно 29 учесника. Сви испитаници су насумично распоређени у једну од две експерименталне групе. На почетку истраживања 15 испитаника је распоређено у групу која је тренирала на нестабилним подлогама (НТГ), а 14 испитаника у групу која је тренирала на стабилним подлогама (СТГ). Сви испитаници су били млади џудисти укључени у организоване тренинге (пет дана у недељи) и такмичења у својој узрасној категорији. Њихов просечан тренажни стаж у клубу био је 2,3 године (у распону од 1,2 до 6,5 година). Ниједан од учесника у овој студији раније није учествовао у организованом и програмираном тренингу са додатним оптерећењем. Сви испитаници су две недеље радили припремне вежбе и упознавали се са правилном техником извођења вежби потиска са груди и чучња. Подаци за анализу након финалног мерења прикупљени су на узорку од 18 испитаника (11 у НТГ и 7 у СТГ) који су прошли целокупни програм и сва тестирања. Иако су величине узорака ове две групе различите због мањег броја испитаника, проузрокованог одустајањем, у групи за тренинг са стабилним отпором, није било значајних разлика између група у односу на старост, висину и масу испитаника (независни узорци т-тест).

Експериментални програм и тестирање спроведени су у Лабораторији за мултидисциплинарне студије, сали и теретани, на Факултету за спорт и физичко васпитање Универзитета у Нишу, Србија. Испитаници са дијагностикованим повредама (2) и они који нису успели да учествују у 85% сеанси (4) били су искључени из студије. Такође, деца која нису успела да спроведу бар један тест евалуације (почетни или завршни) била су искључена из студије (5). Две мање повреде су се догодиле током периода испитивања, али ниједна није била последица интервенције. Ипак, повреде су утицале на редовне тренинге или тестирања, тако да су ова два учесника била искључена из истраживања. Због повећаних школских обавеза, акутне болести, привремених или сталних прекида редовног тренинга џудоа или из других приватних разлога, шест испитаника није учествовало у више од 85% сесија или у завршном тестирању. Сви учесници су се добровољно пријавили за учешће у истраживању. Представљене процедуре су биле у складу са етичким стандардима о експериментисању на људима. Стандардни медицински скрининг је обављен пре истраживања.

6.2.3. Протокол тестирања

Пре распоређивања у групе, сви испитаници су учествовали у сесијама (4) упознавања са правилном техником обе вежбе (клуба и чучањ). Истраживање Фигенбаума (Fiegenbaum, 2001) показује да здрава деца могу безбедно да раде тестове снаге и 1РМ, под условом да се следе одговарајући поступци. Нагласак је стављен на вежбе чучња и постизање угла колена од 90° током чучњева, правилне технике (тј. контролисаних покрета током концентричне и ексцентричне фазе), правилног држања кичме и дисања. Испитаници су добили одговоре на сва питања која су их интересовала.

Учесници су имали још једну (пету) сесију упознавања, посебно осмишљену за технике мерења (испитивање перформанси и евалуација Фитродин динамометром). Све сесије упознавања спроведене су током две недеље пре тестирања као део редовног тренинга цудоа. Сви учесници имали су исти број сесија упознавања пре поступака тестирања и добили су упутства да се не баве исцрпљујућим вежбама изван редовних тренинга током 48 сати пре тестирања. Упозорени су да се суздрже од конзумирања енергетских напитака два сата пре тестирања.

Сва тестирања одржала су се у теретани у оквиру Лабораторије за мултидисциплинарне студије. Пре тестирања, учесници су се загревали приближно 10–15 минута уз аеробне активности субмаксималног интензитета и вежбе динамичког растезања мишића.

Спроведена су следећа тестирања: испитивање трбушних мишића (АБ60), скок удаљ из места (СУ), 1РМ при потиску са груди, 1РМ у чучњу, снага и брзина током максималне брзине покрета приликом потиска са груди и чучња. Сва тестирања су спроведена у два термина у оквиру једне исте недеље, за време редовног тренинга. Сви учесници су насумично распоређени у различите групе, тако да је једна група (6–8 учесника) изводила тестирање потиска са груди и чучњева, а друга група је радила тестове СУ и трбушних мишића (АБ60).

6.2.3.1. Тестирање снаге и издржљивости трбушне мускулатуре (АБ60)

Лежање–сед у трајању од 60 секунди је тест који се често користи као показатељ снаге и издржљивости трбушне мускулатуре. Испитаник би требало да уради што је могуће више понављања за 60 секунди.

Тест започиње у лежећем положају на леђима, са прстима спојеним иза главе и ногама савијеним на приближно 90 степени у згобу колена. Од испитаника се тражи да ураде претклон трупа до седа и тачке када се лактови додирују са коленима. Пре сваком понављања, леђа се морају вратити у почетни положај, тако да дотакну под. Тестирање је извршено само једном и забележен је укупан број исправно извршених понављања за 60 секунди. Литература указује на одличне резултате поузданости (0,96) овог теста код одраслих (Pritchard, 2000). Коефицијент поузданости тест–ретест (ИСС) између почетних и крајњих мерења за АБ60 тест у овом истраживању био је само умерен ($p = 0.58$).

6.2.3.2. Тести скока удаљ из места (СУ)

Тест скока удаљ се показао као валидан и поуздан за процену мишићне снаге код деце (Ortega et al., 2015) и одраслих особа (Marković, 2004). Испитаници су радили тест на татами површини са обе ноге иза линије и према упутствима за тестирање. Савијањем колена слободним замахом руку испитаник скаче напред колико је то могуће. Удаљеност се мери од линије за одраз до пете. Обављена су три покушаја са одмором од два минута између покушаја. Најбољи резултат је узет за даљу анализу. Резултат за сваки тест је забележен са прецизношћу од једног центиметра. Коефицијент поузданости, тест–ретест (ИСС) између два најбоља резултата за СУ тестове био је $p = 0.96$.

6.2.3.3. 1РМ шест

Оптерећење за 1РМ одређено је за сваког испитаника при потиску са груди и при чучњу коришћењем протокола који је предложио Фигенбаум (Fiegenbaum et al., 2003). 1РМ је одређен као максимално оптерећење који се може савладати у целом распону покрета. Испитаници су изводили једно максимално понављање сопственим темпом. Пре покушаја 1РМ, испитаници су извели шест понављања са релативно лаганим оптерећењем, затим три понављања са тежим оптерећењем и на крају низ појединачних понављања са повећаним оптерећењем. Оптерећење се повећавало све док се задржавала исправна техника покрета. У просеку је одређиван 1РМ са седам и осам покушаја. Коефицијент поузданости тест–ретест (ИСС) између два најбоља резултата за 1РМ је био $r = 0,97$ за потисак са груди и $r = 0,88$ за чучањ.

6.2.3.4. Максимална снага и брзина приликом потиска са груди и чучња

Вредности максималне снаге и брзине приликом потиска са груди и чучња мерени су у стабилним условима помоћу Фитродајн динамометра (Fitronic, Bratislava, Slovakia) у складу са предложеним протоколом. Ваљаност и поузданост уређаја потврдило је истраживање Џенингса и сарадника (Jennings et al., 2006). Током сваког покушаја, учесници су добијали инструкције да убрзају покрете што је више могуће током централне фазе, током које су се максимална снага и брзина кретања мериле помоћу Фитродајн динамометра. Из практичних и безбедносних разлога коришћене су само шипке без додатних оптерећења (14kg и 8kg). Сваком учеснику су била омогућена три покушаја и најбољи резултат је одабран за анализу. Коефицијент поузданости тест–ретест (ICC) између два најбоља резултата за 1РМ тестове максималне снаге био је $r = 0,97$ за потисак са груди и $r = 0,98$ за чучањ. Коефицијент поузданости тест–ретест (ICC) између два мерења, почетног и коначног, за 1РМ тестове максималне снаге био је $r = 0,92$ за потисак са груди и $r = 0,84$ за чучањ.

Сви експериментални програми били су организовани у вечерњим сатима (18–19h или 19–20h) током редовних тренинга, два пута недељно. Сви учесници имали су исту недељну рутину тренинга. Једина разлика између група била је у програму додатног тренинга са оптерећењем, односно у томе да ли су вежбали на нестабилним или стабилним површинама.

6.2.4. Статистичка анализа

Дескриптивна статистика (средња вредност \pm стандардна девијација) је добијена за све истраживане варијабле. Нормална расподела података потврђена је тестом Колмогоров–Смирнов. Извршена је ANOVA и Браун–Форшајтов тест за једнакост аритметичких средина. Анализа варијације са поновљеним мерама (2 x 2 ANOVA) са променљивом унутар фактора (време) и са два нивоа (пре и после интервенције) и променљивом између фактора (група) са два нивоа (НТГ и СТГ) коришћена је за процену ефеката интервенције на тестове снаге и перформанси. У случајевима када су откривене значајне разлике у интеракцији група x време ($p < 0,05$), коришћен је Бонферони поступак за идентификовање групних разлика. Да бисмо одредили величину ефекта на оба програма тренинга, анализирали смо величину ефекта (ES) користећи Коенове

(Cohen) квалитативне дескрипторе да укажемо на промене – мале ($< 0,419$), умерене ($0,41-0,7$) или велике ($> 0,7$). Поред овог тестирања, за сваку променљиву израчунате су процентуалне промене. Сви статистички тестови изведени су помоћу програма СПСС верзије 17.0 (SPSS, Chicago). Значај је постављен на $p < 0,05$.

6.3. Резултати

Понављање мере 2×2 ANOVA није показало значајан главни ефекат за 1RM ни код потиска са груди ни код чучња. Међутим, код обе вежбе пронађени су статистички значајни ефекти за време. Код потиска са груди било је значајних ефеката за време, $F = 29,976$, $p = .000$ код потиска са груди и $F = 15.075$, $p = 0.001$ код чучња. Обе групе су имале и статистички значајне промене између иницијалног и финалног мерења код чучња, док је само група која је вежбала на нестабилним подлогама забележила повећање при тестирању потиска са груди, $p < 0.05$.

Слични резултати су добијени и код варијабле максимална снага. Статистички значајан ефекат није пронађен ни код потиска са груди нити код чучња. Значајни ефекти за време (иницијално и финално мерење) су забележени само при потиску са груди код обе експерименталне групе.

Једино су код теста за процену снаге и издржљивости трбушне мускулатуре забележени значајни главни или ефекти интеракције (групе \times време) за АБ60 ($F(1,16) = 7.024$, $p = .017$), као и за фактор време ($F = 77.665$; $p < 0.001$). Обе експерименталне групе (УРТ и СРТ) постигле су значајна повећања перформанси у АБ60 након експерименталних програма ($p < 0,01$).

За СУ није примећен значајан главни ефекат (групе \times време), али јесте за време, $F = 17.463$; $p < 0.001$. Обе експерименталне групе (НТГ и СТГ) постигле су значајна повећања резултата код скока удаљ након експерименталног програма – $p < 0,010$ и $p = 0,031$, респективно.

6.4. Дискусија

Најважнији резултати овог истраживања показали су да оба програма вежби са оптерећењем доводе до значајних побољшања у испитиваним

способностима код младих спортиста укључених у организовани чудо тренинг. Дванаестонедељни програм тренинга резултирао је побољшањем снаге и издржљивости трбушних мишића (АБ60), експлозивне снаге доњих екстремитета (СУ), 1РМ при потиску са груди, 1РМ при чучњу и максималне снаге током потиска са груди (РmaxВ). Нису пронађене значајне разлике код обе тренажне групе након тренинга у максималној снази приликом чучња (РmaxS).

Статистички значајне разлике у побољшањима између тренинг група након тренинга забележене су само у тесту АБ60. Забележене разлике су биле у корист групе која је тренирала у нестабилним условима (НТГ). Већа ефикасност нестабилног тренинга снаге трбушних мишића може се објаснити већим опсегом активације трбушних и параспиналних мишића у нестабилним у поређењу са стабилним условима (Behm, 2010, 2015). Истраживања показују повећану активност трбушних мишића и повећан перципирани напор приликом извођења потиска са груди и чучњева на швајцарској лопти (Marshall & Murphy, 2006a, 2006b). Већи степен нестабилности приликом извођења чучњева резултирао је 20–30% већом и продуженом активацијом трбушних и параспиналних мишића (Anderson & Behm, 2005). Фриман и сарадници (Freeman et al., 2006) су показали да балистички динамични потисак са груди захтева већу активацију мишића и оптерећење мишића стабилизатора карличног појаса и стабилизатора кичменог стуба када се потисак изводи на швајцарским лоптама (нестабилним подлогама). Бројни докази сугеришу да вежбање на нестабилним подлогама може пружити већи стимуланс за тренинг и активацију мишића стабилизатора, чак и при вежбању са мањим оптерећењем. Уз то, оваква вежбања би могла пружити додатну активацију основних мишића које је често тешко циљати традиционалним вежбама.

Нека претходна истраживања су у одређеној мери имала контрадикторне резултате у вези са ефектима тренинга у нестабилним условима на снагу трбушних мишића. Неколико студија није успело да утврди предности нестабилног програма на снагу код женске популације (Stanforth, 1998; Cowley, 2007). Прво истраживање (Stanforth, 1998) је као експериментални програм имало тренинг целог тела на стабилним и нестабилним подлогама који је резултирао сличним побољшањима након десет недеља тренинга. Друго истраживање (Cowley, 2007) укључивало је вежбе искључиво горњег дела тела у трајању од само три недеље.

С друге стране, Кимбл и Бем (Kimble & Behm, 2008) указали су на пораст (8,9%) у броју понављања вежбе трбушњака као резултат седмо-недељног тренинга у нестабилним условима у односу на тренажну групу која је тренирала у стабилним условима. Актуелно истраживање довело је до још већег побољшања (НТГ 37% према СТГ 17%) код теста трбушне снаге и издржљивости АБ60 након нешто дужег трајања тренинга (12 недеља), који је укључивао потисак са груди и чучањ са додатним оптерећењем на нестабилним површинама. Ови подаци указују да би дужи експериментални програм који утиче на основне мишиће вежбањем и горњег и доњег дела тела у нестабилним условима могао бити ефикасан за повећање снаге трбушних мишића и издржљивости. Међутим, с обзиром на једини умерени параметар поузданости ICC теста (.58), посебно у поређењу са другим тестовима из овог истраживања, такође је могуће да велико значајно повећање АБ60 делимично одражава грешку мерења, или неке друге факторе који су можда утицали на резултате.

Препорука је да се употреба тренинга на нестабилним подлогама са додатним оптерећењем код младих спортиста може у одређеној мери користити. Неопходна су даља истраживања како би се утврдила ефикасност употреба нестабилних површина током тренинга са оптерећењем код младих спортиста у поређењу са контролном групом како би се ефекти тренинга одвојили од ефеката раста и развоја.

6.5. Закључци и практична примена

Иако је научна литература показала да редовно вежбање цудоа повећава мишићну снагу код деце и адолесцената, добијени резултати указују на то да би додатни тренинзи са оптерећењем могли бити укључени у програме тренинга како би се побољшала максимална снага и други параметри успешности извођења моторичких задатака. Наиме, вежбање са оптерећењем на нестабилним подлогама може се препоручити као ефикасан модел за побољшање снаге трбушних мишића. Међутим, тренери би требало да пронађу оптималну комбинацију вежби са оптерећењем на нестабилној површини код младих цудиста јер они веома брзо усвајају стратегије одржавања нестабилног положаја у променљивим условима.

6.6. Захвалност

Велику захвалност за помоћ током истраживања дугујем колеги Немањи Станковићу који водио организацију мерења и тренинга и обезбедио услове за извођење експерименталног програма и мерења. Такође, велику захвалост дугујем испитаницима који су учествовали у експерименталном програму и евалуацијама.

Рад на истраживању је делимично финансиран пројектима ИИИ 47015 „Ефекти примењене физичке активности на локомоторни, метаболички, психосоцијални и васпитни статус популација Р. Србије” и ОИ 179019 „Биомеханичка ефикасност врхунских српских спортиста”.

Планира се публиковање дела резултата овог истраживања у неком од водећих међународних часописа.

РЕФЕРЕНЦЕ

Adirim, T. A., Cheng, T. L. (2003). Overview of injuries in the young athlete. *Sports Medicine*, **33**, 75–81.

American College of Sports Medicine (2006). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. 7th ed. Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins.

American College of Sports Medicine (2010). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. 8th ed. Baltimore, MD: Lippincott, Williams and Wilkins.

Baxter-Jones, A., Mundt, C. (2007). The young athlete. In: N. Armstrong (Ed.), *Pediatric Exercise Physiology 1st Edition Advances in Sport and Exercise Science Series*. Philadelphia: Churchill Livingstone Elsevier, 299–324.

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.

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.

Behm, D. G., Faigenbaum, A. D., Falk, B., Klentrou, P. (2008). Canadian Society for Exercise Physiology position paper: resistance training in children and adolescents. *Applied Physiology Nutrition And Metabolism*, **33**, 547–561.

Behm, D. G., Leonard, A. M., Young, W. B., Bonsey, W. A., MacKinnon, S. N. (2005). Trunk muscle electromyographic activity with unstable and unilateral exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*, **19**(1), 193–201.

Behm, D. G., Muehlbauer, T., Kibele, A., Granacher, U. (2015). Effects of strength training using unstable surfaces on strength, power and balance performance across the lifespan: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, **45**, 1645–1669.

Behringer, M., Vom Heede, A., Yue, Z., Mester, J. (2010). Effects of resistance training in children and adolescents: a meta-analysis. *Pediatrics*, **126**(5), 1199–1210.

Cowley, P. M., Sforzo, G. A., Swensen, T. (2007). Efficacy of instability resistance training. *International Journal of Sports Medicine*, **10**, 829–835.

Faigenbaum, A. (2007). Resistance training for children and adolescents: Are there health outcomes? *American Journal of Lifestyle Medicine*, **1**, 190–200.

Faigenbaum, A. D., Lloyd, R. S., Myer, G. D. (2013). Youth resistance training: past practices, new perspectives, and future directions. *Pediatric Exercise Science*, **25**, 591–604.

Faigenbaum, A., Loud, R., O'Connell, J., Glover, S., Westcott, W. L. (2001). Effects of different resistance training protocols on upper body strength and

endurance development in children. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15, 459–465.

Freeman, S., Karpowicz, A., Gray, J., McGill, S. (2006). Quantifying muscle patterns and spine load during various forms of the push-up. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38(3), 570–577.

Granacher, U., Prieske, O., Majewski, M., Burch, D., Muehlbauer, T. (2015). The role of instability with plyometric training in sub-elite adolescent soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 36, 386–394.

Granacher, U., Schellbach, J., Klein, K., Prieske, O., Baeyens, J. P., Muehlbauer, T. (2014). Effects of core strength training using stable versus unstable surfaces on physical fitness in adolescents: a randomized controlled trial. *BMC Sports Science and Medicine in Rehabilitation*, 6: 40.

Ignjatović, A., Stanković, R., Radovanović, D., Marković, Ž., Cvečka, J. (2009). Resistance training for youth. *Facta Universitatis Series Physical Education and Sport*, 7(2), 57–66.

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, 2443–2450.

Markovic, G., Dizdar, D., Jukic, I., Cardinale, M. (2004). Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18, 551–555.

Marshall, P., Murphy, B. A. (2006b). Increased deltoid and abdominal muscle activity during Swiss ball bench press. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 745–750.

Marshall, P., Murphy, B. A. (2006a). Changes in muscle activity and perceived exertion during exercises performed on a swiss ball. *Applied Physiology Nutrition And Metabolism*, 31(4), 376–383.

National Strength and Conditioning Association. (2009). Youth resistance training: updated position statement paper. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(5 Suppl), 60–79.

Nesser, T. W., Huxel, K. C., Tincher, J. L., Okada, T. (2008). **The relationship between core stability and performance in division I football players.** *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22, 1750–1754.

Okada, T., Huxel, K. C., Nesser, T. W. (2011). **Relationship between core stability, functional movement, and performance.** *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25, 252–261.

Ortega, F. B., Cadenas-Sánchez, C., Sánchez-Delgado, G., Mora-González, J., Martínez-Téllez, B., Artero, E. G., Castro-Piñero, J., Labayen, I., Chillón, P., Löf, M., Ruiz, J. R. (2015). Systematic review and proposal of a field-based physical fitness-test battery in preschool children: the PREFIT battery. *Sports Medicine*, 45(4), 533–555.

Prieske, O., Muehlbauer, T., Borde, R., Gube, M., Bruhn, S., Behm, D. G., Granacher, U. (2016). Neuromuscular and athletic performance following core strength training in elite youth soccer: role of instability. *Scandinavian Journal Medicine Science Sports*, 26, 48–56.

Pritchard, T., O'Bryant, H., Johnson, R., Everhart, B. (2001). An alternative to the full sit-up testing for middle school students. *Physical Educator*, 58, 42–50.

Stanforth, D., Stanforth, P. R., Hahn, S. R., Phillips, A. R. (1998). A 10-week training study comparing resistaball and traditional trunk training. *Journal of Dance Medicine & Science*, 2, 134–140.

7. СТАВОВИ УЧЕНИКА МЛАЂЕГ ШКОЛСКОГ УЗРАСТА ПРЕМА ВЕЖБАМА СА ОПТЕРЕЋЕЊЕМ НА НЕСТАБИЛНИМ ПОДЛОГАМА

7.1. Увод

Физичка неактивност деце и адолесцената је у константном порасту. Познато је и да је физичка неактивност један од узрока све веће појаве гојазности код деце. Истовремено долази и до лоше физичке спремности, недовољног нивоа мишићне снаге и слабе моторике (Cohen et al., 2011; D'Hondt et al., 2013; Lloyd et al., 2016). Неколико стручњака је предложило тренинг са оптерећењем као адекватан начин вежбања код гојазне деце и адолесцената (Ignjatović, Stanković, Radovanović, Marković & Cvečka, 2009; Faigenbaum, Lloyd & Myer, 2013; Lloyd et al., 2016; Ignjatovic & Radovanovic, 2013; Radovanovic & Ignjatovic, 2016). Вежбање са додатним оптерећењем примарно побољшава мишићну силу, снагу и издржљивост. Током вежби са оптерећењем неки делови тела или цело тело супротстављају се оптерећењу или савладавају оптерећење које се може произвести на различите начине: сопственом телесном масом, силом гравитације, еластичним тракама, теговима и бучицама и слично.

Употреба различитих облика вежбања са оптерећењем већ је била актуелна тема у прошлости. Расправљало се о томе да ли деца и адолесценти треба да учествују у програмима који укључују вежбе са оптерећењем или не.

Упркос уверењу које је владало у прошлости да је тренинг са оптерећењем неефикасан, опасан и уопште неадекватан за децу, данас су предности оваквог начина вежбања, његова безбедност и ефикасност потврђене и добро документоване (Lloyd et al., 2016). Позитивни резултати бројних истраживања (Ignjatovic et al., 2009; Ignjatovic et al., 2011; Ignjatovic, Markovic & Radovanovic, 2013; Figenbaum et al., 2013), као и званични ставови водећих организација (American Academy of Pediatrics, 2001; British Association of Sport and Exercise Science, 2004; American College of Sports Medicine, 2006; Canadian Society for Exercise Physiology, 2008; National Strength and Conditioning Association, 2009; British Journal of Sport Medicine, 2014) током протеклих деценија јасно су показали предности оваквог типа вежбања код деце и адолесцената.

У складу са тим, неколико истраживача је објавило резултате програма који имају за циљ повећање физичке активности као методе смањења гојазности код деце (Shabi et al., 2006; Benson, et al, 2008). Поред ефикасности неких облика програма тренинга са додатним оптерећењем на децу и адолесценте, овај облик вежбања омогућава учесницима да се не осећају инфериорно и лоше, као што се најчешће дешава са неким другим облицима физичке активности који подразумевају сталне напоре које ова деца и адолесценти нису у стању да издрже. Вољна партиципација гојазне деце и адолесцената у различитим облицима програма тренинга отпорности може се објаснити чињеницом да тренинг са оптерећењем обично карактеришу кратки периоди физичке активности испреплетени са кратким периодима одмора између серија и вежби, што је више у складу са начином рада, кретања и играња младих и, изнад свега, омогућава особама са прекомерном телесном масом да у потпуности учествују, без присиљавања да не одустану као у већини осталих вежби које укључују различите видове физичке активности и спортске игре.

Различите врсте програма тренинга са оптерећењем су веома популарне међу мушкарцима и женама различитих старосних категорија. Тренинг оптерећења са теговима и справама за вежбање могао би се сматрати класичним и најчешће се користи у истраживањима. У последње време у фокус долазе и други облици тренинга са оптерећењем. Тренинг са медицинком стари је облик вежбања који је у последњој деценији добио нови живот и један је од облика тренинга који се најчешће користе код младих испитаника (Davis et al., 2008; Ignjatovic et al., 2012). Плиометријски тренинг се у последњој деценији такође често користио у истраживањима која су укључивала младе. Након ранијих ставова да плиометријски тренинг није погодан за децу, неколико препорука струковних и стручних удружења (National Strength and Conditioning Association, 2009) подстичу истраживаче да наставе са истраживањима. Међутим, многи облици тренинга који се широко користе код одраслих спортиста, као и код реконвалесцената и старијих особа, нису истражени код деце и адолесцената. Постоји неколико студија које су укључивале различите облике тренинга отпорности: вежбе на нестабилној подлози (Marinkovic, Radovanovic, & Ignjatovic, 2011; Bratic, Radovanovic, Ignjatovic, Vojic, & Stojiljkovic, 2012; Radovanovic, Bratic, Marinkovic & Ignjatovic, 2013; Ignjatovic, Kocic & Radovanovic, 2019), вежбе са пилатес лоптом (Ignjatovic et al., 2008) и вежбе са врећама за ударање (Ignjatovic et al., 2007).

Упркос томе што је већина различитих вежби отпорности пружала значајне користи учесницима, још увек је мало података о ефектима различитих модалитета тренинга отпорности код младих. Штавише, потреба за истраживањем ставова младих према различитим врстама тренинга отпорности је још израженија.

7.2. Методологија истраживања

Циљ овог истраживања био је да испита ставове деце према различитим облицима вежби са оптерећењем у које су претходно била укључена на часу физичког. Ови подаци би могли послужити као усмерење и подстицај наставницима, родитељима и тренерима за развијање програма који је у складу са жељама и потребама деце и адолесцената са којима раде. Истраживачка питања која су се нашла у упитнику односила су се на ставове деце према вежбама са оптерећењем, односно различитим облицима тренинга са оптерећењем, као и на избор омиљених типова вежби.

7.2.1. Узорак испитаника

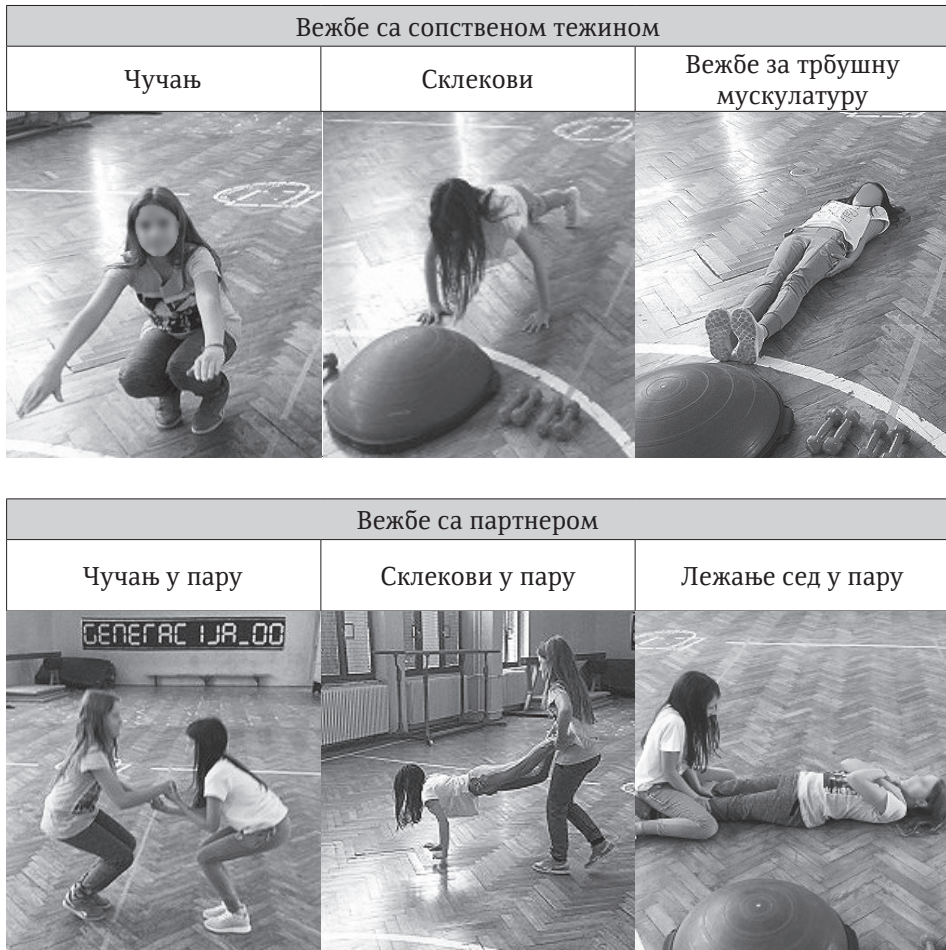
Сви испитаници су били деца млађег школског узраста која су похађала редовну наставу физичког васпитања у својој школи – ученици од првог до четвртог разреда, узраста 6–11 година. Истраживањем је укупно обухваћено 192 испитаника, и то: први разред – 44, други разред – 48, трећи разред – 50 и четврти разред – 50 испитаника. У овом узорку је укупно било 95 дечака и 97 девојчица. Узорак је подељен на субузорке: а) млађи разреди (први и други) и б) старији разреди (трећи и четврти).




7.2.2. Одабир вежби и протокол експеримента

Сви испитаници који су попунили упитник претходно су учествовали у вежбању на часу физичког које је укључивало различите типове вежби са оптерећењем. Вежбе са оптерећењем су обухватале пет различитих типова: вежбе са сопственим оптерећењем, вежбе са теговима (бучице масе 1kg), вежбе са еластичним тракама (жута еластична трака), вежбе са партнером и вежбе сопственим оптерећењем на нестабилној подлози (БОСУ лопта). За сваки тип вежбања изведене су три различите вежбе: вежба за мишиће ногу – чучањ, вежба за трбушне мишиће

– трбушњаци и вежба за горњи део тела – склекови (за девојчице модификовани склекови са ослонцем на коленима). Како би се представиле основе различитих модалитета тренинга отпора, за демонстрацију су одабране три основне вежбе: чучањ, склекови и трбушњаци. Ове вежбе су већ познате деци, циљају различите мишићне групе и омогућавају велики број варијација (нпр. у пару, са гуменом траком, бучицама или на нестабилним површинама). Све вежбе су деца демонстрирала и изводила у пет различитих модалитета: сопственом телесном масом, у пару, са бучицама, еластичним тракама и на нестабилној површини (БОСУ лопта).

Слика 7.1. Вежбе у пет различитих модалитета



Вежбе са теговима (1kg)		
Чучањ са бучицама	Потисак са груди бучицама	Лежање сед са бучицама
		

Вежбање на нестабилним подлогама (БОСУ лопта)		
Чучањ на БОСУ полулопти	Склекови на БОСУ лопти	Лежање сед на полулопти
		

Вежбе са еластичним тракама		
Чучањ са ластичном траком	Предручење са еластичном траком	Лежање сед са еластичним тракама
		

7.2.3. Инструмент истраживања

Након што су испробали свих пет различитих модалитета вежбања са оптерећењем, ученици су испунили анкету. Сарадници у истраживању су били задужени за прикупљање података и административне послове. Млађим ученицима је била неопходна помоћ и асистенција приликом попуњавања анкете.

У упитнику су објашњени циљеви истраживања; коришћена су питања који се односе на разред и пол, мотивацију према различитим модалитетима вежби са оптерећењем и поређење различитих модалитета вежбања са оптерећењем. Упитник је укључивао петостепену Ликертову лествицу са одговорима од 1 (Потпуно се слажем) до 5 (У потпуности се не слажем), који је коришћен у сличним претходним истраживањима (Wetton, Radley, Jones & Pearce, 2013; Ignjatovic, Markovic & Jankovic, 2015) како би се идентификовали ставови и степен мотивације према различитим модалитетима тренинга отпора и њихова употреба на часовима физичког васпитања. Пре истраживања спроведено је пилот-тестирање на сличном узорку ($n = 16$ ученика) ради провере језичке јасноће питања, значења и поузданости. Ставке са ниским степеном поузданости су или преправљене или елиминисане из упитника. За уношење и обраду података коришћен је статистички пакет СПСС 17. За поређење ставова ученика коришћен је независни узорак т-теста са постављеном вредношћу статистичког значаја испод 0,05.

7.3. Резултати истраживања

7.3.1. Резултати истраживања на ученицима првог и другог разреда

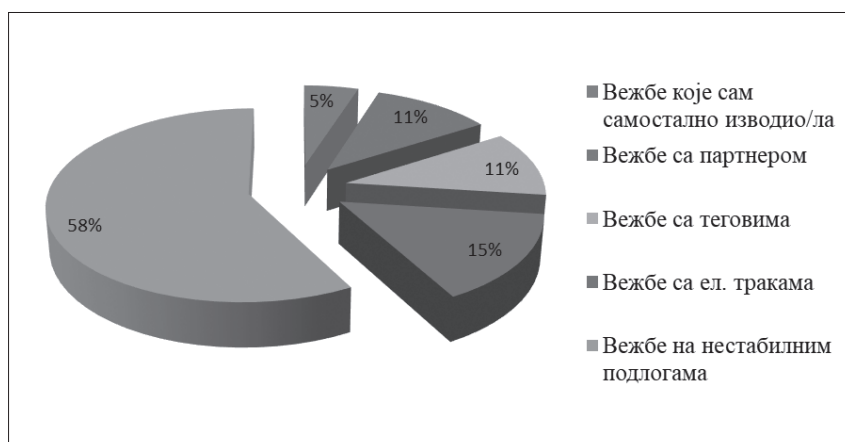
Да би се упоредио однос према различитим модалитетима вежби са оптерећењем, одговори су груписани према модалитету вежбања (видети Табелу 7.2.). Примећено је да за све групе постоји изразито позитиван став (од 4,42, $SD = 1,08$ до 4,82, $SD = 0,63$). Анализом разлика између просечног резултата вежбања, вежбе на нестабилној БОСУ лопти имале су највишу оцену (4,82), при чему је 90,2% учесника ову вежбу оценило са „Највише ми се свиђа”.

Табела 7.2. Ставови ученика првог и другог разреда у односу на тип вежбе са оптерећењем

	Уопште ми се не свиђа	Углавном ми се не свиђа	Делимично ми се свиђа	Углавном ми се свиђа	Највише ми се свиђа	М	SD
Вежбе са сопственим оптерећењем	5,4%	2,2%	7,6%	12,0%	72,8%	4,45	1,09
Вежбе у пару	3,3%	0%	3,3%	10,9%	82,6%	4,70	0,82
Вежбе са бучицама	3,3%	1,1%	4,3%	18,5%	72,8%	4,57	0,89
Вежбе са еластичним тракама	5,4%	2,2%	6,5%	16,3%	69,6%	4,42	1,08
Вежбе на БОСУ лопти	3,3%	0%	2,2%	4,3%	90,2%	4,82	0,63

На питање о поређењу и рангирању модалитета отпора који им се највише свиђа, велика већина (58%) деце изабрала је вежбе отпора на нестабилној површини са БОСУ лоптом. Други избор биле су вежбе отпора са еластичним тракама (15%), затим вежбе са бучицама (11%), вежбе у паровима (11%), а на крају вежбе са телесном масом (5%) (Графикон 7.1.).

Графикон 7.1. Рангирање вежби са спољашњим оптерећењем



Као што се види из Табеле 7.2, нема значајне разлике у ставу према различитим модалитетима тренинга са оптерећењем између дечака и девојчица, $p \geq 0,05$. То би могло значити да испитаници, било да су девојчице или дечаки, имају исти врло добар однос према свим вежбама са оптерећењем.

Табела 7.3. Анализа степена слагања испитаника првог и другог разреда према полу

Тврдња	Пол	М	SD	t-test	df	p
Пријало ми је да радим вежбе које сам самостално изводио и користио сопствено оптерећење.	М	4,51	1,04	0,560	90	0,577
	Ф	4,38	1,15			
Пријало ми је да радим вежбе које сам радио у пару са другом/другарицом.	М	4,67	0,91	-0,329	90	0,743
	Ф	4,72	0,74			
Пријало ми је да радим вежбе приликом којих сам користио тегове.	М	4,58	0,81	0,131	90	0,896
	Ф	4,55	0,97			
Пријало ми је да радим вежбе које сам изводио/изводила користећи еластичне траке.	М	4,53	0,84	0,949	90	0,345
	Ф	4,32	1,27			
Пријало ми је док сам радио вежбе на нестабилној подлози (лопте).	М	4,78	0,70	-0,558	90	0,578
	Ф	4,85	0,56			

7.3.2. Резултати истраживања на ученицима трећег и четвртог разреда

Да би се упоредио однос према различитим модалитетима вежби са оптерећењем, одговори су груписани према модалитету вежбања (видети Табелу 7.4.). Примећено је да за све групе постоји позитиван став (од 3,81, SD = 1,36 до 4,2, SD = 1,23). Анализом разлика између просечног резултата вежбања, нестабилне вежбе на БОСУ лопти имале су највишу

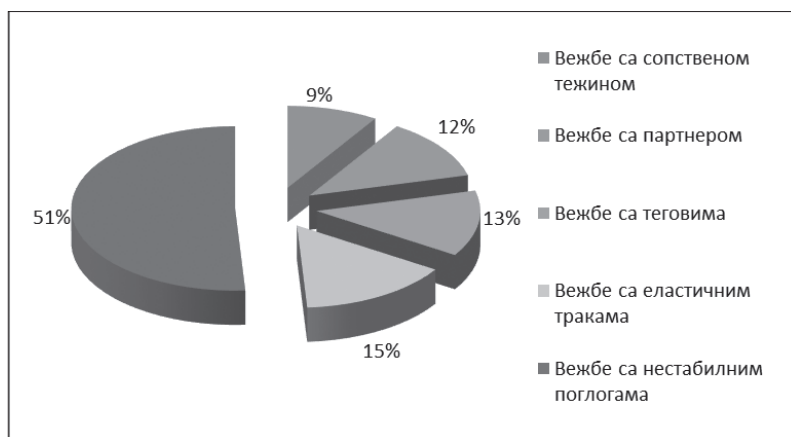
оцену (4,2), при чему је 62% учесника ОВУ ВЕЖБУ оценило са „Потпуно ми се допада”.

Табела 7.4. Ставови ученика трећег и четвртог разреда у односу на тип вежбе са оптерећењем

	Уопште ми се не допада	Углавном ми се не допада	Не знам	Углавном ми се допада	Потпуно ми се допада	М	SD
Вежбе са сопственим оптерећењем	13,00%	5,00%	10,00%	19,00%	53,00%	3,94	1,42
Вежбе у пару	8,00%	13,00%	12,00%	16,00%	51,00%	3,89	1,36
Вежбе са бучицама	9,00%	9,00%	12,00%	17,00%	53,00%	3,96	1,35
Вежбе са еластичним тракама	14,00%	8,00%	11,00%	17,00%	50,00%	3,81	1,47
Вежбе на БОСУ лопти	7,00%	5,00%	11,00%	15,00%	62,00%	4,20	1,23

На питање о поређењу и рангирању модалитета отпора који им се највише свиђа, велика већина (51%) деце изабрала је вежбе отпора на нестабилној површини са БОСУ лоптом. Други избор биле су вежбе отпора са еластичним тракама (15%), затим вежбе са бучицама (13%), вежбе у паровима (12%), а на крају вежбе са телесном масом (9%).

Графикон 7.2. Рангирање вежби са спољашњим оптерећењем



Као што се види из Табеле 7.5, нема значајне разлике у ставу према различитим модалитетима тренинга са оптерећењем између дечака и девојчица, $p \geq 0,05$. То би могло значити да испитаници, било да су девојчице или дечаки, имају исти врло добар однос према свим вежбама са оптерећењем.

Табела 7.5. Анализа степена слагања испитаника трећег и четвртог разреда према полу.

Тврдња	Пол	М	SD	t-test	df	p
Пријало ми је да радим вежбе које сам самостално изводио и користио сопствено оптерећење.	М	3,86	1,44	-0,561	98	0,576
	Ф	4,02	1,40			
Пријало ми је да радим вежбе које сам радио у пару са другом/другарицом.	М	3,66	1,45	-1,695	98	0,093
	Ф	4,12	1,25			
Пријало ми је да радим вежбе приликом којих сам користио тегове.	М	3,84	1,36	-0,884	98	0,379
	Ф	4,08	1,35			
Пријало ми је да радим вежбе које сам изводио/изводила користећи еластичне траке.	М	3,86	1,47	0,337	98	0,736
	Ф	3,76	1,49			
Пријало ми је док сам радио вежбе на настабилној подлози (лопте).	М	4,10	1,26	-0,806	98	0,422
	Ф	4,30	1,21			

7.4. Дискусија

Превасходни циљ овог истраживања је био да се испита да ли деца млађег школског узраста имају позитиван однос према различити модалитетима тренинга са оптерећењем. Деца су позитивно оценила све одабране модалитете. Преко 50% деце је изјавило да им се веома свиђају сви одабрани модалитети вежбања са оптерећењем. Највећем

броју ученика првог и другог разреда допадају се вежбе на нестабилним подлогама – 94,5% (90,2% ученика је одговорило са „Највише ми се свиђа”, а 4,3% је одговорило са „Углавном ми се свиђа”). Код ученика трећег и четвртог разреда ситуација је слична. Већина ученика, њих 77% (62% је изабрало одговор „Највише ми се свиђа”, а 15% одговор „Углавном ми се свиђа”), одговорило је да им се највише свиђа вежбање на нестабилним подлогама (БОСУ лопта).

Један од главних разлога зашто се деца баве физичком активношћу јесте жеља да доживе различите активности (Allender, Cowburn, Foster, 2006). Вежбе са БОСУ лоптом дефинитивно су биле модалитет вежбања који је за децу био нов и узбудљив. Међутим, вежбе са гуменим тракама такође су релативно нов облик вежбања, али имале су највише негативних одговора. Код ученика првог и другог разреда 7,6% је одговорило да им се не свиђају вежбе са еластичним тракама. Код ученика трећег и четвртог разреда број ученика којима се вежбање са еластичним тракама не допада је нешто већи – 14% ученика је одговорило да им се овај модалитет вежби уопште не допада, док је 8% ученика одговорило да им се донекле не допада вежбање са тракама.

Стварање позитивне атмосфере, радости и забаве на часу могло би довести до сталног и масовнијег укључивања већег броја деце у програме вежбања који укључују вежбе са оптерећењем. Овакве вежбе ће довести до развоја широке лепезе моторичких способности, као и општег нивоа физичке способности (Faigenbaum, Lloyd & Myer, 2013; Lloyd et al., 2016), утицати на смањивање или превенцију гојазности код младих (Hills, Andersen & Byrne, 2011) и побољшање маркера здравља код гојазних особа (Benson et al., 2008).

Са друге стране, вежбе у нестабилним условима, које стварају разни нестабилни уређаји (швајцарска лопта, БОСУ лопта, хемисферички дискови и дискови на надувавање), стекле су популарност у последњој деценији. Међутим, ова популарност се није пренела на истраживања у области наставе физичког васпитања, на шта указује постојање бројних студија које су процењивале улогу нестабилности у програмима тренинга са оптерећењем, али не и у редовним часовима физичког васпитања. Предложена је употреба нестабилних подлога да би се побољшали специфични ефекти покрета повећаном активацијом стабилизатора и основних мишића.

Неке претходне студије (Fuchs et al., 1988; Sallis et al., 2000; Dumith et al., 2010) показују да су мушкарци били значајно активнији од жена,

а та повезаност је била још израженија у интензивној у односу на умерену физичку активност. Слично томе, студије о ставовима деце према физичкој активности откриле су да дечаци имају позитивнији став према изазовнијим физичким активностима са неким елементима ризика (Subramaniam & Silverman, 2007). У овом аспекту, истраживање (Zeng, Hipscher, Leung, 2011) је такође открило да дечаци позитивније гледају на тренинг са оптерећењем, односно дизање тегова, у односу на девојчице. Резултати ове студије, међутим, показују да не постоје статистички значајне разлике између дечака и девојчица у њиховом ставу према било којем од испитиваних модалитета тренинга отпорности. Међутим, период у коме су деца била изложена вежбама је био превише кратак да би довео до диференцирања ставова према вежбању са оптерећењем између девојчица и дечака. Стручне организације препоручују активности које укључују основне вежбе са сопственим оптерећењем или сличне активности са умереним оптерећењем које је примерено дечацима и девојчицама узраста од 6 до 10 година (Lloyd et al., 2016).

7.5. Закључак

Резултати актуелног истраживања сугеришу да не постоје препреке за укључивање различитих модалитета вежбања са оптерећењем код деце. Налази такође показују да су вежбе са оптерећењем погодна физичка активност и за дечаке и за девојчице.

7.6. Захвалност

Велику захвалност за помоћ током истраживања изражавам студентима који су радили на организацији и демонстрацији вежби, подели, дистрибуцији и помоћи у попуњавању упитника у овом истраживању, као и обезбеђивању административно-правних услова за извођење експерименталног програма и мерења. Такође, велику захвалост дугујем свим испитаницима и њиховим учитељима и учитељицама који су учествовали у експерименталном програму и евалуацијама.

Рад на истраживању је делимично финансиран пројектом ИИИ 47015 „Ефекти примењене физичке активности на локомоторни, метаболички, психосоцијални и васпитни статус популација Р. Србије”.

Део резултата овог истраживања публикован је у чланку: Косић, Ј. & Игњатовић, А. (2018). Children's attitudes toward various forms of resistance training. *Facta Universitatis, Physical Education and Sport*, 16 (2), 261–270. Планира се објављивање преосталих резултата овог истраживања у неком од међународних часописа.

РЕФЕРЕНЦЕ

Allender, S., Cowburn, G., Foster, C. (2006). Understanding participation in sport and physical activity among children and adults: a review of qualitative studies. *Health Education Research*, 21, 826–835.

American Academy of Pediatrics (2008). Strength training by children and adolescents. *Pediatrics*, 121, 835–840.

American College of Sports Medicine (2006). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription* (7th ed.). Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins.

Benson, A., Torade, M., Fiatarone Singh, M. (2008). The effect of high intensity progressive resistance training on adiposity in children: A randomized controlled trial. *International Journal of Obesity*, 32, 1016–1027.

Bratic, M., Radovanovic, D., Ignjatovic, A., Bojic, I., Stojiljkovic, N. (2012). Changes during resistance exercises performed on unstable equipment. *Archives of Budo*, 8 (1), 7–12.

British Association of Sport and Exercise Science (2004). BASES position statement on guidelines for resistance exercise in young people. *Journal of Sports Science*, 22, 383–390.

Canadian Society for Exercise Physiology Position Paper (2008). Resistance training in children and adolescents. *Journal of Applied Physiology Nutrition and Metabolism*, 33, 547–561.

Cohen, D. D., Voss, C., Taylor, M. J., Delestrat, A., Ogunleye, A. A., Sandercock, G. R. (2011). Ten-year secular changes in muscular fitness in English children. *Acta Paediatr*, 100, 175–177.

D'Hondt, E., Deforche, B., Gentier, I., De Bourdeaudhuij, I., Vaeyens, R., Philippaerts, R., Lenoir, M. (2013). A longitudinal analysis of gross motor coordination in overweight and obese children versus normal-weight peers. *International Journal of Obesity (Lond)*, 37, 61–67.

Davis, K. L., Kang, M., Boswell, B. B., DuBose, K. D., Altman, S. R., Binkley, H. M. (2008). Validity and reliability of the medicine ball throw for kindergarten children. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(6), 1958–1963.

Dumith, S. C., Ramires, V. V., Souza, M. A. Moraes, D. S., Petry, F. G., Oliveira, E. S., Ramires, S. V., Hallal, P. C. (2010). Overweight/obesity and physical fitness among children and adolescents. *Journal of Physical Activity & Health*, 7, (5), 641–648.

Faigenbaum, A. D., Lloyd, R. S., Myer, G. D. (2013). Youth resistance training: past practices, new perspectives, and future directions. *Pediatric Exercise Science*, 25, 591–604.

Fuchs, R., Powell, K. E., Semmer, N. K. Dwyer, J., Lippert, P., Hoffmeister, H. (1988). Patterns of physical activity among German adolescents: the Berlin-Bremen study. *Preventative Medicine*, 17, 746–763.

Hills, A. P., Andersen, L. B., Byrne, N. M. (2011). Physical activity and obesity in children. *British Journal of Sports Medicine*, 45: 866–870.

Ignjatovic, A., Markovic, Z., Radovanovic, D. (2012). Effects of 12-week medicine ball training on muscle strength and power in young female handball players. *Journal of Strength Conditioning Research*, 26(8), 2166–2173.

Ignjatovic, A., Radovanovic, D., Dondur, S. (2008). Effects of pilates training on blood markers of oxidative stress. 13. Annual congress of the European College of Sport Science, *Book of Abstracts*. Estoril, Portugal. Lisbon: Editorial do Ministério da Educação, 135.

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.

Ignjatovic, A., Radovanovic, D., Kocic, J. (2019). Effects of eight weeks of bench press and squat power training on stable and unstable surfaces on 1RM and peak power in different testing conditions. *Isokinetics and Exercise Science*, 27 (3), 203–212.

Ignjatovic, A., Veselinovic, N., Radovanovic, D., Milenkovic, V. (2007). Effect of recreational tae bo program on body composition and fat mass. In M. Antala (Ed.), *Proceeding of 4th FIEP European Congress*. Bratislava, Slovakia. Faculty of Physical Education and Sport, Bratislava, 566–569.

Ignjatović, A., Marković, Z., Janković, B. (2015). Parents attitude towards main barriers in girl's football participation on P. E. classes. In G. Kasum, M. Mudric (Eds), *International scientific conference Effects of physical activity application to anthropological status with children, youth and adults*. Belgrade: University of Belgrade, Faculty of Sport and Physical Education, 340–347.

Ignjatović, A., Radovanović, D. (2013). *Fiziološke osnove treninga sile i snage [Physiological basis of strength and power training]*. Jagodina: Faculty of Education in Jagodina, University of Kragujevac.

Ignjatović, A., Stanković, R., Radovanović, D., Marković, Ž., Cvečka, J. (2009). Resistance training for youth. *Facta Universitatis Series Physical Education and Sport*, 7(2), 57–66.

Lloyd, R. S., Faigenbaum, A. D., Stone, M. H., Oliver, J. L., Jeffreys, I., Moody, J. A. et al. (2014). Position statement on youth resistance training: the 2014 International Consensus. *British Journal of Sports Medicine*, 48(7), 498–505.

Lloyd, R. S., Cronin, J. B., Faigenbaum, A. D., Haff, G. G., Howard, R., Kraemer, W. J., Micheli, L. J., Myer, G. D., Oliver, J. L.. (2016). National Strength and Conditioning Association Position Statement on Long-Term Athletic Development. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(6), 1491–1509.

Marinkovic, M., Radovanovic, D., Ignjatovic, A., (2011). Eight weeks of instability resistance training effects on muscular outputs. *Facta universitatis, Physical Education and Sport*, 9 (3), 321-327.

National Strength and Conditioning Association. (2009). Youth resistance training: updated position statement paper. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(5 Suppl), 60–79.

Radovanovic, D., Bratic, M., Marinkovic, M., Ignjatovic, A. (2013). Instability resistance training effects on muscular power output in inexperienced resistance trainers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, Volume 45 (5S), 420.

Radovanovic, D., Ignjatovic, A. (2015). Resistance training for youth: myths and facts. *Annales Kinesiologiae*, 6 (2), 85–92.

Sallis, J. F., McKenzie, T. L. Elder, J. P., Hoy, P. L., Galati, T., Berry, C. C., Zive, M. M., Nader, P. R. (1998). Sex and ethnic differences in children's physical activity: discrepancies between self-report and objective measures. *Pediatric Exercise Science*, 10, 277–284.

Shabi, G., Cruz, M., Ball, G., Weigensberg, M., Salem, G., Crespo, N., Goran, M. (2006). Effects of resistance training on insulin sensitivity in overweight Latino adolescent males. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 38, 1208–1215.

Subramanian, P. R., Silverman, S. (2007). Middle school students' attitudes toward physical education. *Teach. Teacher Education*, 23, 602–611.

Wetton, A., Radley, R., Jones, A., Pearce, M. (2013). What Are the Barriers Which Discourage 15–16 Year-Old Girls from Participating in Team Sports and How Can We Overcome Them? *Bio Med. Research International*, Volume 2013, Article ID 738705.

Zeng, H. Z., Hipscher, M., Leung, R. W. (2011). Attitudes of High School Students toward Physical Education and Their Sport Activity Preferences. *Journal of Social Sciences*, 7 (4), 529–537.

БЕЛЕШКА О АУТОРУ



Александар Игњатовић је ванредни професор на предмету Методика наставе физичког васпитања на Факултету педагошких наука Универзитета у Крагујевцу. Дипломирао је на Факултету спорта и физичког васпитања у Нишу као најбољи студент генерације. Као студент постдипломских студија, захваљујући стипендији Владе Словачке, провео је три месеца на Факултету спорта и физичког васпитања у Братислави у оквиру истраживачког боравка, а захваљујући стипендији аустријског Министарства образовања, науке и културе један месец на Институту за спортске науке у Грацу. Постдокторске студије је похађао на Институту за спортске науке у Бечу у трајању од пет месеци током 2012. године. Захваљујући ЕУ стипендији за размену наставника, у оквиру програма „Базилеус” провео је месец дана на Факултету спорта у Љубљани 2014. године.

У периоду између 2012. и 2014. године, на Факултету педагошких наука обављао је функцију продекана за научно-истраживачки рад и издавачку делатност. Тренутно је руководилац пројекта ИИИ 47015, који финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије и који се реализује заједно са још пет партнера из земље. Као истраживач категорије А1, ангажован је на пројекту ОИ 179019. Учествовао је у реализацији више научних и развојних (Темпус) пројеката. Руководилац пројекта „Физика у физичком”, који је подржао Центар за промоцију науке (2017-2-1). Објавио је преко стотину радова

у интернационалним и националним часописима и зборницима радова са научних конференција, једну научну монографију и два поглавља у националним монографијама.

У периоду од 2016. до 2019. године Александар Игњатовић је одржао предавања по позиву на бројним универзитетима у иностранству: Аристотел Универзитет у Солуну (Грчка), Факултет за спорт у Порту (Португал), Риукоко Универзитет у Кјоту (Јапан), Факултет психологије и образовања, Деусто Универзитет у Билбау (Шпанија), Институт спортских наука, Мидлсекс Универзитет у Лондону (УК), Факултет спортских наука Масарик Универзитета у Брну (Чешка), Факултет спорта и физичког васпитања Коменски Универзитета у Братислави (Словачка), Факултет спорта Универзитета у Јашију (Румунија), Педагошки факултет Универзитета Мињо у Браги (Португал), Филипс Универзитет у Марбургу (Немачка).

Резензент је неколико часописа са импакт фактором (M21, M22 и M23) и водећег националног часописа (M24), као и Темпус пројекта и међународних научних пројеката. Године 2017. добио је Талинову награду за младог истраживача коју додељује ФИЕП (Европско удружење професора физичког васпитања) на конференцији у Луксембургу.

Ожењен супругом Јеленом са којом има две ћерке, Ану и Милицу.

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

796.015.132

ИГЊАТОВИЋ, Александар, 1979-

Вежбање на нестабилним подлогама : примена у тренингу, настави, рекреацији и рехабилитацији / Александар Игњатовић. - Јагодина : Факултет педагошких наука Универзитета у Крагујевцу, 2020 (Земун : Бирограф Комп). - 118 стр. : илустр. ; 24 см. - (Едиција Монографије / [Факултет педагошких наука Универзитета у Крагујевцу, Јагодина])

"Резултати истраживања су проистекли из рада на пројектима: III 47015 'Ефекти примењене физичке активности на локомоторни, метаболички, психосоцијални и васпитни статус популација Р. Србије', и 179019 ОИ 'Био- механичка ефикасност врхунских српских спортиста' ... " --> колофон. - Тираж 150. - Белешка о аутору: стр. 117-118. - Библиографија уз свако поглавље.

ISBN 978-86-7604-193-0

а) Кондициони тренинг

COBISS.SR-ID 16252681