

Утицај комплексног метода тренинга на испољавање максималне изометријске силе младих кошаркаша

Александар С. Кукрић¹, Саша Јаковљевић², Раденко Добраш¹, Борко Петровић¹, Игор Вучковић¹,
Ненад Јанковић²

¹Универзитет у Бањој Луци, Факултет физичког васпитања и спорта

²Универзитет у Београду, Факултет спорта и физичког васпитања

САЖЕТАК

У периоду од десет недеља, спроведено је истраживање ефеката комплексног метода тренинга на максималну изометријску мишићну силу, време њеног достизања и индекс експлозивне снаге у тесту поллучањ. У истраживању је учествовало двадесет кошаркаша јуниорског узраста (просечне старости 16.4+/-0.7 год.; просечне телесне висине 186.2cm+/-9.2; просечне телесне масе 75.4+/-7.5kg; просечне вредности процента масног ткива 12.83%+/-1.15). Испитаници су подељени у експерименталну (n=10) и контролну (n=10) групу. Експериментална група, поред техничко-тактичких кошаркашких тренинга, додатно је спроводила програм комплексног тренинга, док је контролна група имала само техничко-тактичке кошаркашке тренинге. На финалном мерењу, резултати максималне изометријске мишићне силе и индекса експлозивне снаге су се статистички значајно побољшали у експерименталној групи, док у контролној групи нису забележене значајније промене. Нису забележене значајније промене времена достизања максималне изометријске силе на финалном мерењу. На основу резултата истраживања, може се закључити да примена комплексног метода тренинга има позитивне ефекте на развој максималне изометријске мишићне силе, као и на индекс експлозивне снаге.

Кључне речи: ЕКСПЛОЗИВНА СНАГА / ПОСТАКТИВАЦИЈСКА ПОТЕНЦИЈАЦИЈА / РЕАКТИВНИ ТРЕНИНГ / КОШАРКАШИ ЈУНИОРИ

Кореспонденција са аутором: Александар Кукрић, E mail: aleksandar.kukric@gmail.com

УВОД

Комплексни тренинг спада у групу реактивних метода тренинга, чија је основна улога да савладавањем великих и малих оптерећења, у условима велике брзине покрета, развија максималну мишићну снагу (Siff, & Verkhoshansky, 1999). Реактивни метод тренинга је један од метода експлозивних динамичких напрезања, у коме се поред комплексног тренинга налази још и плиометријски метод тренинга. Комплексни тренинг утемељен је од стране руских научника, а о његовом механизму деловања почело се тек говорити осамдесетих година прошлог века. У организацији *National Strenght and Conditioning Association* – NSCA, 1986. године, четрдесет тренера из Сједињених Америчких Држава и Канаде, посетили су Институт за спорт у Москви, где су се први пут сусрели са једном новом методом у тренажном процесу, у чијој основи лежи савладавање великог и малог оптерећења у оквиру једне серије извођења (Xenofondos et al., 2010). Метод се заснива на извођењу неколико серија вежби у којима се савладава велико оптерећење, са малом брзином извођења покрета, након чега би уследила серија вежби у коме се савладава релативно мало спољашње оптерећење, у условима велике брзине покрета. Вежбе би требало да се биомеханички изводе на сличан начин, да се анатомски подударају, односно, требало би да активирају исте мишићне групе у обе вежбе једног комплекса (нпр. задњи получучањ и вертикални скок из места). У пракси су поред комплексног, познате и друге методе, као што су, контрасни и традиционални метод. Контрасни тренинг подразумева наизменично савладавање великог, па малог оптерећења у оквиру једне серије, док традиционални тренинг подразумева савладавање малог, па великог оптерећења, у оквиру једне серије (Duthie, Young, & Aitken, 2002).

У основи комплексног метода тренинга налази се физиолошки механизам постаktивацијског потенцијација (ПАП). Робинс (Robbins, 2005) дефинише ПАП као физиолошки феномен, који ће услед мишићне активације обезбедити да наредна контракција мишића буде значајно побољшана. Мишићна раздражљивост, настала услед акутне физиолошке адаптације, довешће до побољшања испољавања мишићне силе у наредној мишићној активацији. Посебно ће се повећати градијент силе, који представља брзину прираштаја силе у јединици времена. Истраживања су показала да након савладавања великих спољашњих оптерећења, у наредном периоду, у трајању од неколико секунди, па до неколико минута, могу се изазвати значајни ефекти ПАП, посебно у активностима какве су скок, спринт, бацања (Robbins, 2005; Jensen, & Ebben, 2003). Сматра се да су два физиолошка механизма одговорна за постојање ПАП. Први се заснива на фосфорилацији регулаторних лакших ланаца миозина, што актин и миозин чини осетљивијим на калцијум, који се ослобађа из саркоплазматичног ретикулума током експлозивне контракције мишића (Robbins, 2005; Weber et al, 2008; Hodgson, Docherty, & Zehr, 2008). Други механизам се заснива на постојању повећане синаптичке екситације унутар кичмене мождине, што доводи до повећаног генерисања мишићне силе (Wilson et al., 2013).

У програмирању комплексног метода тренинга треба обратити пажњу на усаглашавање две варијабле: величину спољашњег оптерећења и дужину паузе између две вежбе у комплексу.

Истраживања су углавном испитивала утицај нивоа тренираности, врсте мишићних влакана, пола, различитог интензитета и волумена предоптерећења, као и врсте предоптерећења (динамичко или изометријско), на различите излазне параметре моторике спортисте (скок, спринт, бацање, параметре силе и снаге) (Tsoulakis et al, 2011; French, Kramer, & Cooke, 2003; Requena et al, 2008; Rixon, Lamont, & Bembien, 2007; Кукрић и сар. 2009; Ebben, Jensen, & Blackard, 2000; Roden, Lambson, & DeBeliso, 2014).

Поједина истраживања су показала да тренирани спортисти имају већу реакцију на ПАП, у односу на рекреативце (Gourgoulis et al, 2003; Chiu, et al., 2003). Ефекти ПАП су израженији код брзих мишићних влакана у односу на спора мишићна влакна (Seitz, de Villarreal, & Haff, 2014). Што се тиче пола, Јенсен (Jensen et al, 1999) је закључио да не постоји разлика у ефектима ПАП између мушкараца и жена. Вилсон и сар. (Wilson et al, 2013) су у мета-анализи ефеката ПАП

закључили да се највећи ефекат постиже применом спољашњег оптерећења у распону од 60-84% од 1RM, а да пауза између две вежбе у комплексу буде 7-10 минута. Поред тога, закључено је да нема статистички значајних разлика између примене динамичких и изометријских предоптерећења. Већи број истраживања препоручује паузу од 3 до 4 минута између две вежбе у комплексу, јер су тада ефекти ПАП најизраженији (Burger, Boyer-Kendrick, & Dolny, 2000; Jensen et al, 1999; Ebben et al., 2000; Wilson et al., 2013).

Ефекти ПАП углавном су тестирани у условима извођења динамичких покрета кретања (скок, спринт, бацање). Намера овог истраживања је да се испита утицај ПАП на изометријску мишићну силу опружача ногу. Будући да се ради о младим спортистима, на крају експеримента се очекују промене у изометријској мишићној сили. Постоје истраживања која су испитивала ефекте плиометријског тренинга, као реактивне методе тренинга, на изометријску мишићну силу. Бехренс (Behrens, et al., 2016) је тестирао ефекте плиометријског тренинга на изометријску, концентричну и ексцентричну мишићну контракцију. Резултати су показали да без обзира на режим мишићног рада, плиометријски тренинг има позитивне ефекте на испољавање мишићне силе. Још једно истраживање је потврдило да плиометријске вежбе, које су се састојале од максималних вертикалних скокова и скокова у дубину са различите висине, утичу на повећање максималне изометријске силе мишића екстензора у зглобу колена (Clutch et al, 2013).

Са друге стране, треба истаћи да постоје и истраживања која нису доказала ефикасност ПАП (Comyns, Harrison, & Hennessy, 2010; Comyns et al, 2006, Ebben & Blackard, 1997, Gossen & Sale, 2000).

Циљ овог истраживања је да испита утицај комплексног метода тренинга на максималну изометријску мишићну силу, време њеног достизања и индекс експлозивне снаге. Применом посебног тренажног програма, тестирани су ефекти динамичког тренинга на криву сила-брзина у условима изометријског напрезања.

МЕТОД РАДА

Узорак испитаника

У истраживању је учествовало двадесет кошаркаша јуниорског узраста (просечне старости 16.4 $\pm$ 0.7 год.; просечне телесне висине 186.2cm $\pm$ 9.2; просечне телесне масе 75.4 $\pm$ 7.5kg; просечне вредности процента масног ткива 12.83 $\pm$ 1.15), са најмање пет година искуства бављења кошарком. Пре почетка експерименталног програма, испитаници су подељени у експерименталну и контролну групу. У свакој од група налазило се 10 испитаника. На основу Z-вредности групе су хомогенизоване, што је био један од важних методолошких услова за почетак експеримента са паралелним групама. Испитаници су нормалног здравственог статуса, без повреда и ортопедских ограничења која би могла утицати на резултате истраживања и у потпуности су упознати са циљевима и задацима експеримента, те су својевољно прихватили да учествују у истраживању.

Узорак варијабли

Варијабле су подељене у две групе. Независне варијабле су се односиле на морфолошке карактеристике испитаника: телесна маса (ТМ), телесна висина (ТВ) и проценат масног ткива (МТ). Зависне варијабле представљале су максималну изометријску мишићну силу у тесту получучањ (МИС), време остварења максималне изометријске мишићне силе (ВМИС) и индекс експлозивне снаге (ИЕС) (*eng* - *Race of force development* – *RFD*). Максимална изометријска мишићна сила изражава се у њутнима (N), време достизања максималне изометријске мишићне силе изражава се у секундама (s), док се ИЕС изражава у N/s.

Ток и поступци истраживања

Испитаницима је детаљно представљен план и програм експеримента. На првом окупљању измерене су морфолошке карактеристике испитаника, након чега је мерено максимално изометријско напрезање мишића у тесту получучањ. Будући да мишић може да развије максималну мишићну силу само при одговарајућем зглобном углу, који се назива оптимални зглобни угао, тестирање је вршено при углу од 90° у зглобу колена. При том углу, захваљујући најдужем краку силе, укупни момент силе у зглобу колена је највећи. У једном од истраживања установљено је да постоји висока корелација ($r=0,77$) између изометријског получучања при углу од 90° у зглобу колена и једног репетитивног максимума у вежби получучањ, изведеним у динамичком режиму рада мишића. Извођење изометријског получучања при углу у зглобу колена од 90° и 120°, обезбедиће снажан утицај на један репетитивни максимум у вежби получучањ (Bazyler, Beckham, & Sato, 2015).

Мерење је вршено на фитнес машини за получучањ. Протокол мерења је подразумевао да испитаници заузму стандардну позицију тела за извођење получучања, при чему је за сваког испитаника гониометром утврђен угао од 90° у зглобу колена. Тиме су задовољени биомеханички предуслови за извођење правилног получучања. Мерење изометријског напрезања трајало је најмање 3 секунде од почетка развоја мишићне силе. Од испитаника се захтевало да контракцију изведу најбрже што могу. Следећи дан, по препорукама Брзицког (Brzycki, 1993.), испитаницима је урађена процена једног репетитивног максимума (1RM) у тесту получучањ.

На основу свих мерења, испитаници су подељени у две хомогене групе. Експеримент је организован у периоду од 10 седмица, у коме су испитаници експерименталне групе, поред редовних кошаркашких тренинга, тренирали два пута недељно комплексним моделом тренинга. Програм тренинга састојао се од примене 3 до 5 вежби, усмерених на развој доњих екстремитета. Комплекс вежби се састојао од вежбе задњи получучањ, при чему се савладало велико спољашње оптерећење (80% од 1RM) у 4 серије, са по 4 до 6 понављања, док је пауза између серија била 3 минута. Након тога уследила би пауза од 2 минута, а потом би се изводила вежба вертикалног скока у месту, у 4 серије, са по 10 понављања, док је пауза између серија износила 3 минута. Поред овог комплекса вежби, користиле су се и друге вежбе, које су анатомски и биомеханички врло сличне претходно наведеном примеру (нпр. получучањ на једној нози и скок са једне ноге; предњи чучањ и скок у даљ...). Јанг и сарадници (Young, Jenner, & Griffiths, 1998) препоручују врло сличан програм тренинга, при чему је пауза између две вежбе у комплексу 2 минута. Контролна група, осим редовних кошаркашких тренинга, није имала додатни рад. Након десетонедељног периода, урађено је финално мерење варијабли, на идентичан начин као што је то рађено на иницијалном мерењу.

Сва мерења су обављена у лабораторијским условима. Телесна висина измерена је висинометром *Seca (Germany)*, док су маса тела и проценат масног ткива измерени специјализованом вагом за процену телесне композиције *Tanita bc-418ma (Japan)*. Уз помоћ динамометра *Globus ergo tesys system 1000, Real power (Italy)*, динамометријском методом измерена је максимална изометријска мишићна сила и време њеног достизања у тесту получучањ.

Статистичка обрада података

Применом одговарајућег оперативног статистичког програма (СПСС), за све варијабле израчуната је аритметичка средина и стандардна девијација. Како би утврдили да ли се групе међусобом разликују на иницијалном мерењу кориштена је Post hoc анализа (Takey-ev HSD критеријум). Применом Т-теста за зависне узорке, тестирана је разлика резултата на иницијалном и финалном мерењу за сваку групу. Ниво значајности је постављен на $p=0,05$.

РЕЗУЛТАТИ

У табели 1 приказане су средње вредности и стандардне девијације морфолошких карактеристика кошаркаша јуниора. Вредности телесне висине, телесне масе и процента масног ткива су приближно једнаке у експерименталној и контролној групи на иницијалном и финалном мерењу.

Табела 1 Основни статистички показатељи морфолошких карактеристика узорка на иницијалном и финалном мерењу

Варијабле	Иницијално мерење			
	Експериментална група (N=10)		Контролна група (N=10)	
	АС	СД	АС	СД
ТВ (cm)	186.00	4.34	186.40	4.19
ТМ (kg)	75.00	4.57	75.80	3.08
МТ (%)	12.81	1.43	12.86	0.91
Варијабле	Финално мерење			
	Експериментална група		Контролна група	
	АС	СД	АС	СД
ТВ (cm)	186.40	4.22	186.80	4.21
ТМ (kg)	75.30	4.78	76.15	2.71
МТ (%)	12.56	1.23	12.81	0.74

У табели 2 приказане су средње вредности и стандардне девијације максималне изометријске мишићне силе, времена њеног достизања и индекса експлозивне снаге у тесту получучањ на иницијалном и финалном мерењу.

Табела 2 Статистички показатељи максималне изометријске мишићне силе, време њеног достизања и индекс експлозивне снаге у тесту получучањ на иницијалном и финалном мерењу

Варијабле	Иницијално мерење				Финално мерење			
	Екс. група		Кон. група		Екс. група		Кон. група	
	АС	СД	АС	СД	АС	СД	АС	СД
МИС (N)	1442.21	198.49	1441.01	149.31	1647.32	174.06	1461.51	145.97
ВМИС (s)	1.47	0.25	1.45	0.16	1.43	0.22	1.44	0.16
ИЕС (N/s)	981.09	220.41	993.80	162.40	1151.97	185.47	1014.93	155.31

У табели 3 приказани су резултати анализе варијансе на иницијалном мерењу. Нису забележене статистички значајне разлике у тестиралим варијаблама између експерименталне и контролне групе на иницијалном мерењу. Тиме је задовољен један од основних методолошких захтева истраживања са паралелним групама, по коме је неопходно да на почетку експеримента, између група не постоји статистички значајна разлика у тестиралим варијаблама.

Табела 3 Резултати анализе варијансе експерименталне и контролне групе на иницијалном мерењу

Варијабле	F-test	Sig.
МИС (N)	.39	.68
ВМИС (s)	.11	.89
ИЕС (N/s)	.99	.38

У табели 4 приказани су резултати t-теста за зависне узорке. Тестирана је значајност разлика између просечних вредности варијабли експерименталне и контролне групе на

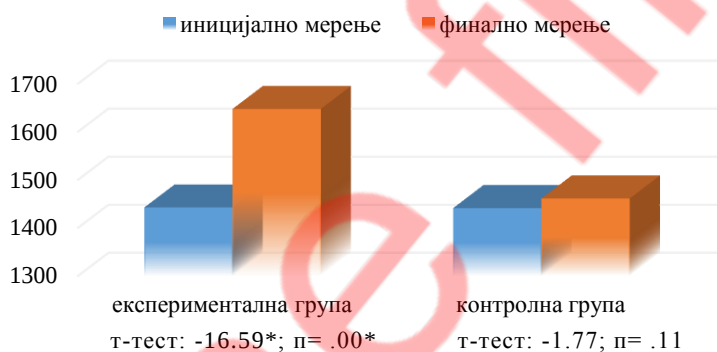
иницијалном и финалном мерењу. Резултати мерења указују да у експерименталној групи постоји статистички значајна разлика у варијаблама МИС и ИЕС, док у варијабли ВМИС нису забележене статистички значајне разлике. У контролној групи нису забележене статистички значајне разлике ни у једној тестираној варијабли.

Табела 4 Значајност разлика између средњих вредности варијабли експерименталне и контролне групе на иницијалном и финалном мерењу

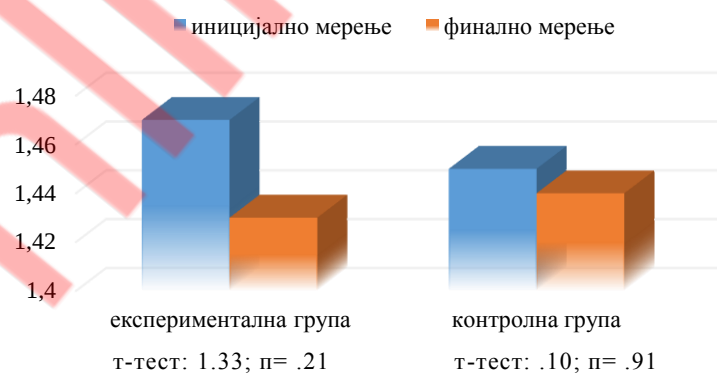
Варијабле	Екс. група		Кон. група	
	t	Sig.	t	Sig.
МИС (N)	-16.59*	.00*	-1.76	.11
ВМИС (s)	1.33	.21	.10	.91
ИЕС (N/s)	-6.89*	.00*	-.59	.56

* статистички значајна разлика

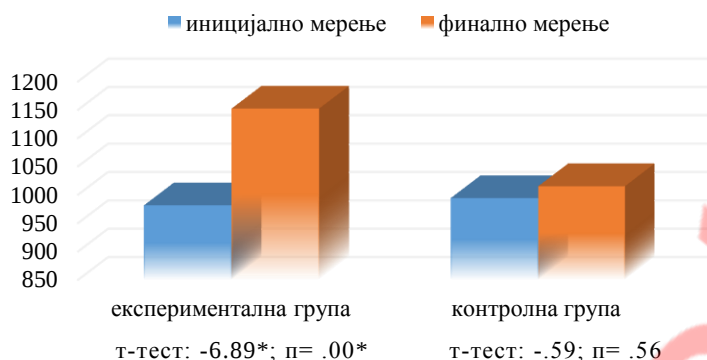
У сликама 1, 2 и 3 приказане су значајност разлика аритметичких средина тестираних варијабли испитаника експерименталне и контролне групе на иницијалном и финалном мерењу у тесту получучањ.



Слика 1 Значајност разлика аритметичких средина максималне изометријске мишићне силе (N) испитаника експерименталне и контролне групе на иницијалном и финалном мерењу



Слика 2 Значајност разлика аритметичких средина времена достизања максималне изометријске мишићне силе (s) испитаника експерименталне и контролне групе на иницијалном и финалном мерењу



Слика 3 Значајност разлика аритметичких индекса експлозивне снаге (N/s) испитаника експерименталне и контролне групе на иницијалном и финалном мерењу.

ДИСКУСИЈА

Вредности измерених морфолошких карактеристика указују да се ради о испитаницима одговарајућег односа телесне висине и масе тела, са релативно малим уделом масног ткива у телесној композицији (Табела 1). На финалном мерењу нису забележене значајније промене у праћеним морфолошким атрибутима испитаника. Целокупан програм вежбања није оставио значајније ефекте на телесну масу и проценат масног ткива. Када је у питању телесна висина, нису ни очекиване значајније промене у кратом временском периоду трајања експерименталног програма. Будући да се испитивао утицај комплексног метода тренинга, чија је основа извођење експлозивних и брзих покрета, сасвим је јасно зашто није дошло до активирања метаболичких процеса чиме би се значајније утицало на проценат масног ткива и телесну масу.

Измерене вредности максималне изометријске мишићне силе, време њеног достизања и индекса експлозивне снаге на иницијалном мерењу указују да испитаници имају приближно сличне способности у испољавању изометријског напрезања у тесту получучањ (Табела 2). Резултати анализе варијансе на иницијалном мерењу указију на изостајање значајнијих разлика између група узорка, што је омогућило започињање експерименталног програма (Табела 3).

Резултати финалног мерења изометријског напрезања у тесту получучањ, указују да су се након десетонедељног програма вежбања догодиле одређене промене у погледу испољавања максималне изометријске мишићне силе (Табела 4, слике 1, 2 и 3). На финалном мерењу утврђене су статистички значајне разлике у варијабли МИС и ИЕС у експерименталној групи. Праћењем промена параметара у тесту получучањ, установљено је повећање максималне изометријске силе за 14.22%, као и побољшање индекса експлозивне снаге за 17.41% у односу на иницијално мерење. Иако се нису догодиле значајније промене у времену достизања максималне изометријске мишићне силе, побољшање индекса експлозивне снаге резултат је значајнијег повећања максималне изометријске мишићне силе. У контролној групи нису регистроване значајније промене у тестирањим варијаблима. Изостајање значајних промена у варијаблима контролне групе су савим очекиване, будући да испитници нису учествовали у програму тренинга за развој силе и снаге, тако да се нису могле очекивати значајније промене на кривој сила-брзина. Како у контролној групи није дошло до значајнијих промена, сва настала побољшања у експерименталној групи, са великим нивоом вероватноће, могу се приписати примени експерименталног десетонедељног програма вежбања.

Значајно веће вредности максималне изометријске мишићне силе у тесту получучањ указују да вежбе динамичког карактера имају позитиван ефекат на изометријско напрезање. Иако је била очекивана промена и у брзини мишићне контракције, с обзиром да је програм вежбања

подразумевао извођење експлозивних покрета у режиму ексцентрично-концентричне контракције, та промена је овог пута изостала. Нека од истраживања су потврдила да тренинг са оптерећењем може да утиче на брзину развоја мишићне силе у изометријским условима. У једном од истраживања дошло се до закључка да тренинг са оптерећењем може да повећа фреквенцију пражњења нервних импулса, као и да то повећање може да проузрокује већу брзину развоја мишићне силе (Sale, 2003). Као један од могућих разлога због чега није дошло до промена у времену испољавања максималне изометријске мишићне силе, може се навести релативно кратка пауза између вежбе потенцијације и експлозивне вежбе. Као што је познато, ефекти извођења брзинско - експлозивних вежби су највећи у условима потпуног опоравка мишића. Могуће је да је двоминутна пауза била недовољна за потпуни опоравак, посебно опоравак неуралне компоненте мишићне активности, од које у великој мери зависи брзина испољавања мишићне силе. Зајц и сарадници (Seitz et al., 2014) су у свом истраживању дошли до закључка да су код тренираних спортиста најизраженији ефекти ПАП након 6 минута паузе између вежби у комплексу, док код слабије тренираних пауза је била чак 9 минута. Како су забележене само значајније промене у изометријској сили, може се закључити да су ефекти комплексног тренинга превасходно усмерени на мишићну адаптацију, те да су се промене вероватно догодиле као последица промене физиолошког пресека мишића.

Постоје две компоненте које одређују испољавање максималне мишићне силе. Неурална компонента се односи на активност централног нервног система (ЦНС), који на више начина утиче на мишићну активност. Са аспекта утицаја ЦНС, максимална мишићна сила може да се развије: регрутовањем што већег броја моторних јединица, оптималном фреквенцијом пражњења нервних импулса у циљу стварања тетанусне контракције и истовременим деловањем моторних јединица у кратком временском периоду током максималне вољне контракције (Sale, 2003). Мишићна компонента се односи на утицај структуре и архитектуре мишића на масималну мишићну силу. Максимална мишићна сила се може повећати на рачун повећања физиолошког пресека мишића (Luthi et al, 1986; Young, Stokes, & Round, 1983; Folland, & Williams, 2007; Fitts, & Widrick, 1996), која може настати као резултат два физиолошка механизма, хипертрофије и хиперплазије. Највеће промене у мишићној архитектури резултат је пре хипертрофије, него хиперплазије. Хакинен и сарадници (Häkkinen, Komi, & Alén, 1985) су у периоду од 24 недеље испитивали утицај тренинга експлозивне снаге на изометријску силу мишића екстензора ногу. Електромиографским мерењем анализирали су криву сила-брзина и установили статистички значајно побољшање у максималној изометријској сили мишића екстензора ногу, као и побољшање брзине генерисања изометријске мишићне силе. Као један од узрока ових побољшања, аутори наводе повећање физиолошког пресека мишића, поготово у условима извођења плиометријских вежби у комбинацији са додатним спољашњим оптерећењем. Слични резултати су добијени у истраживању које је организовано у периоду од 12 недеља, где су се биопсијом мишића пратиле промене у попречном пресеку *m. biceps brachii*. Установљено је повећање попречног пресека брзих влакана за 17% и спорих влакана за 10% (McCall et al, 1996).

ЗАКЉУЧАК

Последње деценије се све више истражују ефекти комплексног тренинга, који представља поуздан метод у припреми спортиста, те га многи тренери препоручују као ефикасан метод рада у тренажном процесу. Посебан значај овог истраживања огледа се у испитивању ефеката комплексног тренинга на параметре силе и времена при изометријском мишићном напрезању. Резултати истраживања су потврдили ефикасност комплексног метода тренинга на испољавање максималне изометријске мишићне силе. Остварени су статистички значајно бољи резултати у групи која је тренирала комплексним методом тренинга у односу на контролну групу. Примена експериментаног програма није донела значајније промене времена остварења максималне изометријске силе. Очигледно је да су се под утицајем експерименталног програма догодиле само

адаптације мишићног ткива на тренинг силе и снаге, што је довело до значајнијих побољшања у испољавању максималне мишићне силе у условима изометријског напрезања.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bazyler, C.D., Beckham, G.K., Sato, K. (2015). The Use of the Isometric Squat as a Measure of Strength and Explosiveness, *Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(5), 1386–1392.
2. Behrens, M., Mau Moeller, A., Mueller, K., Sandra Heise, S., Gube, M., Beuster, N., Herlyn, P.K.E., Fischer, D.C., & Bruhn, S. (2016). Plyometric training improves voluntary activation and strength during isometric, concentric and eccentric contractions. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 19(2), 170-176.
3. Brzycki, M. (1993). Strength testing: Predicting a one-rep max from reps to fatigue. *Journal of Physical Education, Recreation and Dance*, 64, 88–90.
4. Burger, T., Boyer-Kendrick, T., & Dolny, D. (2000). Complex training compared to a combined weight training and plyometric training program. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 14(3), 360-361
5. Chiu, L. Z., Fry, A. C., Weiss, L. W., Schilling, B. K., Brown, L. E., & Smith, S. L. (2003). Postactivation Potentiation Response in Athletic and Recreationally Trained Individuals. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(4), 671-677.
6. Clutch, D., Wilton, M., McGown, C., & Bryce, G.R. (2013). The Effect of Depth Jumps and Weight Training on Leg Strength and Vertical Jump. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 54(1), 5-10.
7. Comyns, T.M., Harrison, A.J., & Hennessy, L.K. (2010). Effect of squatting on sprinting performance and repeated exposure to complex training in male rugby players. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 24, 610–618.
8. Comyns, T.M., Harrison, A.J., Hennessy, L.K., & Jensen, R.L. (2006). The optimal complex training rest interval for athletes from anaerobic sports. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 20, 471–476.
9. Duthie, G. M., Young, W. B., & Aitken, D. A. (2002). The acute effects of heavy loads on jump squat performance an evaluation of the complex and contrast methods of power development. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16(4), 530-538.
10. Ebben, W.P., & Blackard, D.O. (1997). Complex training with combined explosive weight training and plyometric exercises. *Olympic Coach*, 7, 11–12.
11. Ebben, W.P., Jensen, R.L., Blackard, D.O. (2000). EMG and kinetic analysis of complex training exercise variables. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 14: 451–456.
12. Fitts, R.H., & Widrick, J.J. (1996). Muscle mechanics: adaptations with exercise-training. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 24, 427-473.
13. Folland, J.P., & Williams, A.G. (2007). The adaptations to strength training: morphological and neurological contributions to increased strength. *Sports Medicine*, 37(2), 145-68.
14. French, D., Kramer, W.J., Cooke, C.B. (2003). Changes in Dynamic Exercise Performance Following a Sequence of Preconditioning Isometric Muscle Actions. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 17(4), 678-685.
15. Gossen, E.R., & Sale, D.G. (2000). Effect of postactivation potentiation on dynamic knee extension performance. *European Journal of Applied Physiology*, 83(6), 524-530.
16. Gourgoulis, V., Aggeloussis, N., Kasimatis, P., Mavromatis, G., & Garas, A. (2003). Effect of a submaximal half-squats warm-up program on vertical jumping ability. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(2) 342-344.
17. Häkkinen, K., Komi, P.V. & Alén, M. (1985). Effect of explosive type strength training on isometric force and relaxation time, electromyographic and muscle fibre characteristics of leg extensor muscles. *Acta Physiologica Scandinavica*, 125, 587–600.
18. Hodgson, M.J., Docherty, D., Zehr E.Z. (2008). Postactivation Potentiation of Force Is Independent of H-Reflex Excitability. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3(2), 219-231.
19. Jensen, R.L., & Ebben, W.P. (2003). Kinetic analysis of complex training rest interval effect on vertical jump performance. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 17(2), 345-9.
20. Jensen, R.L., Ebben, W.P., Blackard, D.O., McLaughlin, B.P., & Watts, P.B. (1999). Kinetic and electromyographic analysis of combined strength and plyometric training in women basketball players. *Medicine & Science in Sport & Exercise*, 31(5), 193.
21. Кукрић, А., Каралејић, М., Петровић, Б., Јаковљевић, С. (2009). Утицај комплексног тренинга на

- експлозивну снагу опружача ногу код кошаркаша јуниора. *Физичка култура*, 63(2), 165-180.
22. Luthi, J.M., Howald, H., Cbsen, H., Rosler, K., & Vodc, P.H. (1986). Structural changes in skeletal muscle tissue with heavy resistance exercise. *International Journal of Sports & Medicine*, 7(3), 123-127.
 23. McCall, G. E., Byrnes, W. C., Dickinson, A., Pattany, P. M., & Fleck, S. J. (1996). Muscle fiber hypertrophy, hyperplasia, and capillary density in college men after resistance training. *Journal of Applied Physiology*, 81(5), 2004-2012.
 24. Requena, B., Gapeyeva, H., García, I., Ereline, J., Paasuke, M. (2008). Twitch potentiation after voluntary versus electrically induced isometric contractions in human knee extensor muscles. *Euro Journal of Applied Physiology*, 104(3), 463-472.
 25. Rixon, K.P., Lamont, H.S., Bemben, M.G. (2007). Influence of type of muscle contraction, gender, and lifting experience on postactivation potentiation performance. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(2), 500-505.
 26. Robbins, D.W. (2005). Postactivation potentiation and its practical applicability: a brief review. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(2), 453-458.
 27. Roden, D., Lambson, R., DeBeliso, M. (2014). The Effects of a Complex Training Protocol on Vertical Jump Performance in Male High School Basketball Players. *Journal of Sports Science*, 2, 21-26.
 28. Sale, D. G. (2003). Neural adaptations to strength training. In: Komi PV, editor. *Strength and Power in Sport*. 2nd ed. Malden (MA), *Blackwell Science*, 281-314.
 29. Seitz, L.B., de Villarreal, E.S., & Haff, G.G. (2014). The temporal profile of postactivation potentiation is related to strength level. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(3), 706-715.
 30. Siff, M. C. & Verkhoshansky, Y. V. (1999). *Supertraining*. Denver: Supertraining International.
 31. Tsolakis, C., Bogdanis, G., Nikolaou, A., Zacharogiannis, E. (2011). Influence of type on muscle contraction and gender on postactivation potentiation of upper and lower explosive performance in elite fencers. *Journal of Sports Science and Medicine*, 10, 577-583.
 32. Weber, K.R., Brown, L.E., Coburn, J.W., & Zinder, S.M. (2008). Acute effects of heavy load squats on consecutive squat jump performance. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(3), 726-30.
 33. Wilson, J.M., Duncan, N.M., Marin, P.J., Brown, L.E., Loenneke, J.P., Wilson, S.M., Jo, E., Lowery, R.P., & Ugrinowitsch, C. (2013). Meta-analysis of postactivation potentiation and power: effects of conditioning activity, volume, gender, rest periods, and training status. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(3), 854-9.
 34. Xenofondos, A., Laparidis, K., Kyranoudis, A., Galazoulas, Ch., Bassa, E., & Kotzamanidis, C. (2010). Postactivation potentiation: factors affecting it and the effect on performance. *Journal of Physical Education and Sport*, 28(3), 32-38.
 35. Young, A., Stokes, M., & Round, J.M. (1983). The effect of high ristance training on the strength and cross sectional area of the human quadriceps. *European Journal of Clinical Investigation*, 13(5), 411-417.
 36. Young, W. B., Jenner, A., & Griffiths, K. (1998). Acute enhancement of power performance from heavy load squats. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 12(2), 82-84.