

Мазен Ази¹, Фади Фајад^{2,3}, Живота Стефановић²

¹ Faculty of Sport Science, Antonine University, Lebanon

² Факултет спорта и физичког васпитања, Универзитет у Београду, Србија

³ Physical Education and Sport Department, Faculty of Education, Lebanese University, Beirut – Lebanon

ПОБОЉШАЊЕ ПЕРФОРМАНСИ ВЕРТИКАЛНОГ СКОКА И АНАЕРОБНЕ СНАГЕ ЛИБАНСКИХ КОШАРКАША КРОЗ ПЛИОМЕТРИЈСКИ ТРЕНИНГ

ENHANCEMENT OF VERTICAL JUMP PERFORMANCE AND ANAEROBIC POWER IN LEBANESE MALE BASKETBALL PLAYERS UNDERGOING PLYOMETRIC TRAINING

САЖЕТАК

Сврха ове квантитативне експерименталне студије била је да се испитају ефекти програма плиометријског тренинга у трајању од 12 недеља на перформансе вертикалног скока и анаеробне снаге, код двадесет четири либанских професионалних кошаркаша, распоређених насумично и једнако у експерименталну (старост=22,8 година; телесна тежина=84,1 кг; висина=188 цм) и контролну групу (старост=21,9 година; телесна тежин =85,6 кг; висина=188 цм). Висина и снага вертикалног скока мерене су пре тренинга (ПРЕ) и после тренинга (ПОСТ) применом теста скока и дохвата методом Вертек апарата (Vertec, Inc., Falls Church, VA). Резултати су показали да не постоји статистички значајна разлика између пре-теста и пост-теста у висини вертикалног скока и максималној снази вертикалног скока у контролној групи ($p=0,85$) са умереним ефектом (Коеново $d=0,54$). У експерименталној групи утврђена је значајна разлика ($p=0,000$) у просеку висине вертикалног скока између пре-теста и пост-теста теста, као и у максималној снази вертикалног скока ($p=0,000$) са високом величином ефекта ($d=1,65$). Ова значајна разлика је јасно резултирала побољшањем у висини вертикалног скока (5,9 цм) и побољшањем вршне снаге вертикалног скока (366,2 вата). Штавише, односи између антропометријских варијабли испитаника (висина, тежина) и зависних варијабли вертикалног скока, резултирали су значајном негативном умереном корелацијом ($r=-0,588$) између телесне висине и максималне снаге вертикалног скока и значајном негативном умереном корелацијом ($r=-0,662$) између телесне масе и максималне снаге вертикалног скока. Према налазима студије, плиометријски тренинг би могао бити веома користан метод тренинга за спортисте у сврху побољшања способности вертикалног скакања повећањем висине скока и анаеробне снаге.

Кључне речи: ПЛИОМЕТРИЈСКИ ТРЕНИНГ / ВЕРТИКАЛНА ВИСИНА СКОКА / АНАЕРОБНА СНАГА / СКОК И ДОХВАТ / КОШАРКА

ABSTRACT

The purpose of this quantitative experimental design study was to examine the effects of a 12 weeks period plyometric training program on vertical jump performance and anaerobic power on twenty-four Lebanese expert male basketball players assigned randomly and equally to an experimental group (age=22.8 years; body weight=84.1 kg; height=188 cm) and a control group (age=21.9 years; body weight=85.6 kg; height=188 cm). Vertical jump height and vertical jump power were measured pre-training (PRE), and post-training (POST) applying the fixed jump and reach test using the Vertec apparatus method (Vertec, Inc., Falls Church, VA). Results showed that no significant difference existed between the pre and post-tests in both vertical jump height and vertical jump peak power in the control group ($p=0.85$) with a Cohen's d moderate effect (0.54). In the experimental group, a significant difference ($p=0.000$) was found between the pre-test and post-test average of the vertical jump height, as well as in the vertical jump peak power ($p=0.000$) with a high Cohen d effect size (1.65). This significant difference was resulted clearly in the (5.9cm) improvement in the vertical jump height, and (366.2 watt) improvement in the vertical jump peak power. Moreover, the relations between subjects' anthropometric variables (height, weight) and the dependent vertical jump variables have resulted in a significant negative moderate correlation ($r=-.588$) between body height and vertical jump peak power, and a significant negative moderate correlation ($r = -.662$) between body mass and vertical jump peak power. According to the study's findings, plyometric training could be a very useful method of training for athletes to improve vertical jumping ability by increasing an athlete's jump height and anaerobic power output.

Keywords: PLYOMETRIC TRAINING / VERTICAL JUMP HEIGHT / ANAEROBIC POWER / JUMP AND REACH / BASKETBALL

1. УВОД

Плиометрија је широко распрострањена метода тренинга за побољшање перформанси вертикалног скока и анаеробне снаге. Способност за извођење вертикалног скока вредна је битна за успех у спорту (Luebbers et al., 2003). Већ неколико година, плиометријски тренинг је представљан као средство за побољшање перформанси у спортовима и активностима где је снага доњег дела тела кључна за успех (Fatouros et al., 2000).

Ефикасан спортиста не само да мора да буде у стању да скочи што је више могуће, већ мора да буде у стању и да достигне ту висину брзо, што захтева посебну способност генерисања снаге за веома кратко време. Овај механички покрет мишића се јавља када се мишићи брзо пребаце из ексцентричне у концентричну фазу. Овај циклус скраћивања-истезања скраћује фазу амортизације, омогућавајући производњу енергије веће од нормалне (Holcomb et al., 1996; Potteiger et al., 1999; Clutch et al., 1983. На тај начин, ускладиштена еластична енергија мишића и рефлексни одговор на истезање се у суштини експлоатишу, омогућавајући мишићу да изврши већи рад током концентричне фазе покрета (Holcomb et al., 1996; Gehri et al., 1998;

Hedrick & Anderson, 1996). Показало се да програми тренинга који укључују плиометријске вежбе побољшавају перформансе у покретима везаним за снагу као што је скакање (Blattner et al., 1979; Holcomb et al., 1996) и трчање (Rimmer et al., 2000).

Традиционалне плиометријске вежбе су углавном подразумевале варијације једноножних и суножних скокова. Прави плиометријски тренинг, са друге стране, захтева брзо истезање мишића (ексцентрично кретање) и максимални напор спортисте током концентричног деловања мишића. Ова врста плиометријског тренинга се огледа у дубинским скоковима скоку и скоковима са кутија у разним облицима (LaChance, 1995).

Већ неколико година, врше се специфична експериментална истраживања како би се истражили ефекти плиометријског тренинга на побољшање спортских перформанси. Постоји широк спектар процена у литератури, укључујући ефекте плиометрије на спортисте и не-спортисте (Wagner et al., 1997).

Thakur et al. (2016) су спровели експерименталну студију како би сазнали компаративни ефекат плиометријског и тежинског тренинга на способност вертикалног скока. За потребе своје студије, аутори су насумично изабрали узорак од 24 мушка студента физичког васпитања, старости од 18 до 21 године са Универзитета Биласпур у Индији. У студију су укључене две експерименталне ($n=16$) и једна контролна група ($n=8$). Подаци су прикупљени путем пре-теста, пре тренинга, и пост-теста, шест недеља након плиометријског и тежинског тренинга. Експериментална група која је тренирала методом плиометрије, испољила је побољшање вертикалне висине скока од 7,12 цм (пре-тест=45,38; пост-тест=52,50) док је контролна група остала без икаквог побољшања висине скока (пре-тест= 46,00cm; пост-тест=46,63cm). Резултат студије је показао да постоји значајна разлика између пре и пост-теста (експериментална група) код скока и дохвата из места, као и из залета.

Luebbers et al. (2003) су истраживали ефекте два програма плиометријског тренинга који су били изједначени у обиму тренинга, након чега је уследио четворонедељни период без плиометријског тренинга, на перформансе вертикалног скока. Физички активни мушкарци са колеца додељени су насумично програму од 4 недеље ($n=19$, тежина=73,5 kg), или програму од 7 недеља ($n=19$, тежина=80,5 kg). Пре, одмах после, и четири недеље након тренинга, Маргарија степенице тест, коришћен је за мерење вертикалне висине скока, вертикалне снаге скока и анаеробне снаге. Вертикална висина скока смањена је у групи од 4 недеље са ПРЕ ($67,8 \pm 7,9$ цм) на ПОСТ ($65,4 \pm 7,8$ цм). Висина вертикалног скока повећана је са ПРЕ на ПОСТ-4 у групама од 4 ($67,8$ до $69,7$, 7,6 цм) и 7 недеља ($64,6 \pm 6,2$ до $67,2 \pm 7,6$ цм) програма тренинга. Снага вертикалног скока смањила се у 4-недељној групи са ПРЕ ($8.660,0 \pm 546,5$ W) на ПОСТ ($8.541,6 \pm 557,4$ W), али се није променила у групи од 7 недеља. Снага вертикалног скока повећана са ПРЕ на ПОСТ у 4-недељној ($8.660,0 \pm 546,5$ W на $8.793,6 \pm 541,4$ W) и 7-недељној ($8.702,8 \pm 527,4$ W до $8.931,5 \pm 537,6$ W) групи. Две групе нису имале статистички значајне разлике.

У другом релевантном истраживању, ефикасност програма плиометријског тренинга на силу младих естонских одбојкаша, током редовног тренинга у сезони,

истраживали су Vassil & Bazanovk (2011). Двадесет један (12-19 година) омладински одбојкаш био је подвргнут 16-недељном програму плиометријског тренинга (12 жена и 9 мушкараца). Максимална вертикална висина скока измерена је пре и после примењеног програма. Просечно побољшање максималне вертикалне висине скока за женску групу било је од $45,3 \pm 6,4$ цм до $49,9 \pm 6,0$ цм ($p=0,05$). Скок мушкараца се повећао са $62,1 \pm 5,9$ цм на $67,2 \pm 6,3$ цм ($p>0,05$). Статистичка анализа резултата тестирања није открила значајну разлику ($p>0,05$) између женске и мушке групе.

Други истраживачи су проучавали односе између антропометријских мера тела и испољавања снаге мишића. Nedeljkovic et al. (2014) су истраживали утицај величине тела на испољавање мишићне снаге на узорку мушких студената физичког васпитања са Факултета спорта и физичког васпитања, Универзитета у Београду. Аутори су претпоставили да постоји позитиван однос између испољавања снаге мишића и величине тела, посебно телесне висине и масе. Студенти су тестирани на 10 стандардних тестова директне процене производње снаге мишића, укључујући скок из чучња, скок након саскока и тест од 15 секунди поновљених скокова. Примењен је стандардни алометријски однос $P=aS^b$ за процену односа између мишићне снаге и изабраних индекса величине тела. Коefицијенти корелације добијени између тестиране снаге и величине тела кретали су се у распону од 0,21 – 0,56 за телесну масу и 0,10 – 0,49 за телесну висину (7 од 10 је било значајно). Показало се да су ови коefицијенти корелације углавном умерени, али значајни.

На основу налаза поменутих студија, чини се да истраживачи нису постигли консензус о релативној ефикасности плиометријског тренинга у развоју вертикалног скока. Неусклађеност у резултатима претходних студија је, чини се, узрокована различитим трајањима периода тренинга, различитим нивоима утренираности испитаника или различитим дизајном тренинга (односно оптерећењем, обимом или вежбама).

Развој спорта и перформанси у Либану су у застоју, посебно на међународним такмичењима. Кошарка је једини спорт који је постигао међународни успех, пошто се Либан три пута квалификовао за светско првенство због своје професионалне лиге, која је довољно јака, као и присуства играча Националне кошаркашке асоцијације, што је повећало њену популарност (Nassif & Mahfoud 2015). Студије које утврђују ефективност плиометријског тренинга у развоју вертикалног скока код либанских спортиста уопште и кошаркаша, посебно су оскудне. Стога је циљ овог истраживања да се утврди како на одабране варијабле перформанси вертикалног скока (снага ногу, висина скока) утиче типичан 8-недељни програм плиометријског тренинга код либанских мушких професионалних кошаркаша. Истраживачи су одабрали следеће варијабле за тренутну студију, истовремено имајући на уму критеријум изводљивости:

- независна променљива – плиометријски тренинг;
- зависне променљиве: скок са дохватом, снага вертикалног скока.

На основу претходних истраживања, теоријске позадине везане за ову научну област, као и сврхе актуелне студије, могу се поставити следеће хипотезе:

H1: Група тренирана по специфичниом програму плиометријским тренингом, ће имати статистички значајно већу висину вертикалног скока од групе која тренира по стандардном протоколу кошаркашких тренинга заснованим на редовним вештинама.

H2: Група тренирана по специфичниом програму плиометријским тренингом, ће имати статистички значајно већу максималну снагу вертикалног скока од групе која тренира по стандардном протоколу кошаркашких тренинга заснованим на редовним вештинама.

H3: Постоје значајне корелације између антропометријских варијабли (висина, тежина) и обе зависне варијабле (висина и максимална снага вертикалног скока).

2. МЕТОД

Дизајн студије

Истраживање је квантитативна студија са правим експерименталним истраживачким дизајном са пре-тест пост-тест насумичним групама.

Пре-тест и пост-тест насумичне групе састоје се од једне контролне групе (n=12) и једне експерименталне групе (n=12). Групама је додељен једнак број испитаника. Експериментална група (плиометријски тренинг), којој је третман додељен, била је прва група, а контролна група друга. Табела 1 приказује пре-тест и пост-тест насумични групни дизајн.

Табела 1. Пре-тест пост-тест насумични групни дизајн

Група плиометријски тренинг (А)	O1	T1	O2
Контролна група (Б)	O1		O2
O1=пре-опсервација; O2= пост-опсервација; T1=плиометријски тренинг			

Узорак испитаника

У студији је укључено двадесет четири играча либанске 2. дивизије мушког кошаркашког клуба (Sozoud – Dbaueh) који су се добровољно пријавили. Дванаест играча додељено је експерименталној групи (узраст=22,75 година; телесна тежина=84 кг; висина=188 цм) и дванаест играча контролној групи (узраст=21,92 године; телесна тежина=85,6 кг; висина=188 цм). Сваки играч је добио и потписао образац сагласности. Критеријуми инклузије укључивали су званично регистроване играче који нису повреду или болест. Играчима који нису испуњавали критеријуме за укључивање, није било дозвољено да учествују у студији.

Тренинг протокол

Обе групе испитаника учествовале су у 8-недељном програму кошаркашког тренинга заснованог на специфичним вештинама. И експериментална и контролна

група су учествовале у техничко-тактичком тренингу свог тима два пута недељно (понедељак, среда). Преостала два дана само је експериментална група радила плиометријски тренинг описан у табели 1. (уторак и четвртак). Програм плиометријског тренинга био је организован и модификован према неколико сродних студија које су истраживале ову тему (Thakur et al., 2016; Bazanovk & Vassil, 2011; Rajan, 2010; Brown et al., 2007; Kotzamanidisk, 2006; Luebbers et al., 2003). Протокол тренинга обухватао је дванаестонедељни програм са дванаест плиометријских вежби. Као резултат тога, експериментална група је добила програм за свих 48 сесија протокола тренинга (24 плиометријске сесије и 24 кошаркашке сесије), док је контролна група имала само 24 сесије кошарке засноване на специфичним вештинама. Плиометријски тренинзи у програму обуке су дизајнирани да напредују од лаких до енергичних током дванаест недеља. Све вежбе су рађене субмаксималним интензитетом, са променом броја серија и понављања од сесије до сесије. Пре сваког плиометријског тренинга, сви испитаници су радили 10-минутно загревање које се састојало од цогирања сопственим пријатним темпом, након чега су радили 3 минута истезања, 12 чучњева, 12 подизања пете и 15 вертикалних скокова. Тренинг је трајао укупно 50 минута. Вежбе расхлађивања извођене су 5-10 минута након тренинга.

Табела 2. 8-недељни програм плиометријског тренинга

Вежба	Недеља 1-3	Недеља 4-6	Недеља 7-8
	серије*повнављања		
Скокови опруженим ногама	3*10		
Скок из чучња	3*5		
Скок са склопком	3*5		
Дубински скок	2*8		
Скок са забацивањем пета		3*8	
Скок са нагибом		3*8	
Скок са подизањем колена до груди		3*8	
Скок са наизменичним узручењем и одручењем и широким и уским раскорачним ставом		3*10	
Поскок у страну			3*5
Поскок једном ногом			3*5
Постепено већи вертикални скокови			3*5
Дечији поскоци			3*6

Процедура тестирања

Да би се прикупили подаци са пре-теста, тестови су вршени и на експерименталној и на контролној групи пре примене плиометријског тренинга. Исти тестови су поновљени након дванаест недеља плиометријског тренинга да би се прикупили подаци са пост-теста. Испитаници су добили потребна упутства пре тестова.

Пре тестирања измерено је неколико антропометријских параметара. Испитаници су били обучени у лагану одећу, а њихов БМИ је израчунат са прецизношћу 0,1 кг. Стадиометар постављен на зид је коришћен за мерење висине (босоноги) са прецизношћу од 0,5 цм. Обе групе су обавештене о тестовима пре процене на пре-тесту. Мерења на пре-тесту су обављена истог дана и у исто време. Експерименталној групи је дат 8-недељни режим плиометријског тренинга. Након завршеног 8-недељног програма, обе групе су подвргнуте мерењу на пост-тесту, чији су резултати потом унети у рачунар.

Сви тестови су спроведени 48 сати након напорног вежбања или такмичења како би се смањили ефекти умора на перформансе.

Инструменти

Слика 1 приказује вертикални скок измерен подесивим мерним апаратом, методом скок и дохват (Vertec, Inc., Falls Church, VA). Вертек алат за тестирање вертикалних скокова је свестран и прецизан алат којим ће се мерити вертикални скокови унутар 12 инча да би се заиста показало побољшање током циклуса тренинга. Уређај је једноставан, јефтин, преносиви и самим тим је практичан алат за имплементацију.

Тестови вертикалне висине и максималне снаге скока

Сви испитаници су прошли кроз контролисано загревање које је укључивало трчање, истезање и три максимална, пробна скока. Сва три пробна скока су била са паузом од два минута између. Испитаницима је било дозвољено да „повуку” и рукама и ногама за сваки скок. Максимална снага вертикалног скока израчуната је коришћењем формуле по Harman et al. (1991), којом се израчунава максимална снага кроз вишеструке регресионе процедуре као $((61,9 \times \text{висина скока цм}) + (36 \times \text{телесна маса кг}) + 1822)$. Сви скокови испитаника су снимљени.



Слика 1. Вертек справа за мерење висине скока

Статистичке анализе

За обе зависне варијабле израчунати су дескриптивни показатељи (средња вредност и стандардна девијација) (висина вертикалног скока, снага вертикалног скока). Т-тест за зависне узорке је коришћен да би се утврдиле значајне разлике између две тренинге групе за обе зависне варијабле. Величина ефекта интервенције плиометријског тренинга је процењена коришћењем Коеновог d . Величина Коеновог d од 0,2 је интерпретирана као блага, од 0.5 умерена, и висока $>0,8$. (Cohen, 1988). Коначно, Пирсонова корелација је коришћена да се види да ли постоје било какве корелације између антропометријских и варијабли вертикалног скока. Ниво поузданости је постављен на 95% за све тестове, а p вредност је постављена на 0,05%. Сва статистичка анализа обављена је коришћењем „IBM SPSS 25” софтвера.

3. РЕЗУЛТАТИ

Дескриптивна статистика је показала да су испитаници експерименталне групе нешто старији од испитаника у контролној групи. Међутим, играчи обе групе су били исте телесне висине, а играчи контролне групе су били нешто тежи од играча експерименталне групе. Карактеристике за обе групе су представљене у табели 3 укључујући старост, тежину и висину и приказују блиске просеке без значајних разлика у сва три параметра.

Што се тиче статистике коришћене за одређивање значајних разлика између играча у обе групе, и у висини и у снази скока, тестови су показали следеће: у тесту висине вертикалног скока, т-тест за зависне узорке је открио да нема значајне разлика између пре и после теста у контролној групи ($p=0,85$). Што се тиче снаге скока, испитаници контролне групе такође нису показали значајне разлике између пре-теста и пост-теста $p=0,85$. Што се тиче Коеновог d , величина ефекта за интервенцију контролне групе, показала је умерену величину ефекта у оба теста (0,54). Средње вредности и величина ефекта интервенције контролне групе представљени су у табели 4.

У експерименталној групи утврђена је значајна разлика ($p=0,000$) између пре-теста и пост-теста висине вертикалног скока, као и максималне снаге вертикалног скока ($p=0,000$). Што се тиче величине ефекта, програм тренинга експерименталне групе показао је високу вредност Коеновог d (1,65), што значи да је разлика између пре-теста и пост-теста већа од једне стандардне девијације. Резултати испитивања експерименталне групе приказани су у табели 5. Разлике у просецима побољшања између тестова у висини вертикалног скока и максималној снази вертикалног скока биле су следеће:

- експериментална група (висина вертикалног скока) пре=56,00 цм; пост=61,9; разлика=5,9 цм.
- експериментална група (максимална снага вертикалног скока) пре=8315,4; пост=8681,6; разлика=366,2 вата.

У поређењу експерименталне и контролне групе у оба теста вертикалног скока, т-тест за независне узорке је показао да је експериментална група постигла неш-

то боље резултате у пост-тестовима обе варијабле без значајних разлика разлика ($p=0,805$; $p=0,978$), док су испитаници контролне групе показали нешто боље резултате у пре-тестовима без значајних разлика ($p=1,00$; $p=0,804$). Ови резултати су приказани у табелама (6-7).

Што се тиче односа између антропометријских варијабли (висина, тежина) и зависних варијабли скока (висина скока, максимална снага скока), Пирсонова корелациона анализа представљена у табели 8 је показала следеће резултате:

- утврђена је значајна негативна умерена корелација ($r=-.588$) између телесне висине и максималне снаге вертикалног скока;
- утврђена је значајна негативна умерена корелација ($r=-.662$) између телесне масе и максималне снаге вертикалног скока.

Табела 3. Дескриптивна статистика (просек \pm стандардна девијација)

Варијабла	Експериментална група	Контролна група	p
Године	22,75 \pm 1,91	21,92 \pm 2,02	0,311
Тежина (кг)	84,08 \pm 9,16	85,58 \pm 9,57	0,699
Висина (цм)	188 \pm 0,06	188 \pm 0,07	0,082

Табела 4. Т-тест за зависне узорке контролне групе

Варијабла	Пре-тест	Пост-тест	t	p	Величина ефекта
Висина (цм)	56,0 \pm 6,6	60,9 \pm 11,1	-1,890	0,85	0,54
Снага (W)	8369,4 \pm 503,8	8673,7 \pm 808,5	-1,890	0,85	0,54

Табела 5. Т-тест за зависне узорке експерименталне групе

Варијабла	Пре-тест	Пост-тест	t	p	Величина ефекта
Висина (цм)	56,0 \pm 7,2	61,9 \pm 8,3	-5,726	0,000	1,65
Снага (W)	8315,4 \pm 546,7	8681,6 \pm 517,0	-5,726	0,00,	1,65

Табела 6. Т-тест за независне узорке на пре-тесту

Варијабла	Контролна група	Експериментална група	t	p
Висина (цм)	56,0 \pm 6,6	56,0 \pm 7,2	0,000	1,000
Снага (W)	8369,4 \pm 503,8	8315,4 \pm 546,7	0,252	0,804

Табела 7. Т-тест за независне узорке на пост-тесту

Варијабла	Контролна група	Експериментална група	t	p
Висина (цм)	60,9 ± 11,1	61,9 ± 8,3	-0,250	0,805
Снага (W)	867374 ± 808,5	8681,6 ± 517,0	-0,029	0,978

Табела 8. Корелациона матрица антропометријских и зависних варијабли

	Висина скока експ.	Висина скока контр.	Снага експ.	Снага контр.
Висина експ.	-0,095	-0,201	0,448	-0,343
Висина контр.	-0,375	0,060	-0,588	0,406
Маса експ.	-0,314	-0,377	0,325	-0,423
Маса контр.	-0,511	0,133	-0,662*	0,539

4. ДИСКУСИЈА

Ова студија је спроведена у сврху испитивања ефеката 8-недељног програма плиометријског тренинга на перформансе вертикалног скока код мушких кошаркаша 2. дивизије Либана. Протокол тренинга се састојао од 8-недељног програма укључујући 12 плиометријских вежби, са одговарајућим трајањем и понављањем на основу претходно коришћеног модификованог и уређеног протокола тренинга (Thakur et al., 2016; Bazanovk & Vassil, 2011; Rajan, 2010; Brown et al., 2007; Kotzamanidisk, 2006; Luebbers et al., 2003).

Просеци карактеристика испитаника у контролној и експерименталној групи, укључујући старост, тежину и висину, били су упоредиви без значајних разлика између испитаника обе групе, а хомогеност овог узорка приписана је чињеници да су били из исте етничке, националне, друштвене припадности, као и сличног нивоа утренираности.

Тест-ретест интракласни корелациони коефицијент за висину вертикалног скока био је 0,9608. Интракласни коефицијент корелације између тестова снаге вертикалног скока био је 0,9754.

У контролној групи, т-тестом за зависне узорке нису пронађене значајне разлике ($p=0,85$) између пре-теста ($56,0\pm 6,6$) и пост-теста ($60,9\pm 11,1$) висине скока и пре-теста ($8369,4\pm 503,8$) и пост-теста ($8673,7\pm 808,5$) максималне снаге вертикалног скока. Међутим, мало побољшање уочено између учинка пре и после теста у контролној групи, може бити последица њиховог учешћа у свакодневном рутинском програму. Што се тиче експерименталне групе, нађена је значајна разлика ($p=0,000$) између пре-теста ($56,0\pm 7,2$) и пост-теста ($61,9\pm 8,3$) висине скока, што потврђује ефикасност интервенције програма обуке. Ово је даље описано великом величином ефекта (1,65) интервенције плиометријског тренинга за ову групу. Штавише, овај плиометријски протокол тренинга је такође резултирао високим напретком у максималној снази вертикалног скока где је резултат на пост-тесту ($8681,6\pm 517,0$) био

очекивано виши од резултата на пре-тесту ($8315,4 \pm 546,7$) експерименталне групе, са значајним разликама ($p=0,000$). Максимални добитак снаге након плиометријског програма тренинга може бити делимично последица повећане величине мишићних влакана. Повећање величине мишићних влакана је повезано са повећањем производње мишићне силе (Gollnick et al., 1981; Thorstensson et al., 1976). Иако то није мерено у овој студији, претходна истраживања су показала да плиометријски тренинг може довести до значајног повећања површине мишићних влакана типа I и типа II (Potteiger et al., 1999). Претходна истраживања су сугерисала да неуромускуларне адаптације, као што је повећана инхибиција мишића антагониста и побољшана активација и контракција синергистичких мишића, могу бити разлог за повећање испољене снаге (Komi, 1984; Lyttle et al., 1996). Ово би могло објаснити неке од разлика у ПОСТ мерењима уоченим између група. Стога би се могло рећи да су прве две хипотезе овог истраживања, које се односе на повећање максималне висине и снаге вертикалног скока након програма плиометријског тренинга, прихваћене.

Испитаници експерименталне групе су очекивано постигли боље резултате од испитаника контролне групе на пост-тесту у висини вертикалног скока и максималне снаге без значајних разлика ($p=0,805$; $p=0,978$). Међутим, испитаници контролне групе су били бољи од експерименталне групе на пре-тесту максималне снаге вертикалног скока без значајне разлике ($p=0,804$). Овај резултат експерименталне групе у пост-тестовима могао би се приписати ефектима додатне интервенције плиометријског програма тренинга током 8 недеља.

Што се тиче односа између антропометријских варијабли (телесна висина, телесна маса) и зависних варијабли (висина вертикалног скока, максимална снага скока), Пирсонова корелациона анализа је утврдила две значајне негативне корелације у контролној групи. Утврђена је значајна негативна умерена корелација ($r = -0,588$) између телесне висине и максималне снаге вертикалног скока. Ово указује да када се просек телесне висине повећа, снага вертикалног скока опада. Још једна значајна негативна умерена корелација ($r = -0,662$) је утврђена између телесне масе и максималне снаге вертикалног скока, што указује да када се телесна маса повећава, снага вертикалног скока опада. Стога је трећа хипотеза истраживања која каже да постоје значајне корелације између антропометријских и зависних варијабли тачна и прихваћена. Поред индекса величине тела (телесна висина и тежина), старост, пол, ниво физичке активности, састав тела и вештина су међу најважнијим факторима који утичу на перформансе спортиста (Abernethy et al., 1995; Astrand, 2003; Folland et al., 2008).

Ови добијени резултати, укључујући умерено значајне корелације између антропометријских варијабли и зависних варијабли скока (висина и снага), били су у складу са резултатима студије Nedeljkovic et al. (2009) у којој су се коефицијенти добијени између тестиране снаге и величине тела кретали у распону од 0,21 – 0,56 за телесну масу и 0,10 – 0,49 за телесну висину, што има умерено значајну везу.

У поређењу са резултатима претходних истраживања која су процењивала исте зависне варијабле, вредност побољшања висине вертикалног скока у овој студији (5,9 цм) била је боља од оних у студијама (Luebbbers et al., 2003; Vassil & Bazanovk, 2011; Milic et al., 2008; Shaji and Isha, 2009; Faigenbaum et al., 2007) у којима су ис-

питаници добили пообољшане вредности од 2,6 цм, 5,1 цм, 3,53 цм, 4,8 цм и 3,4 цм. Међутим, овај параметар у овој студији био је нижи од оног код Thakur et al. (2016), где су испитаници добили вредност разлике пре-пост од 7,12 цм. Што се тиче максималне снаге вертикалног скока, ова студија је показала да је експериментална група постигла јасно побољшање приказано у позитивној разлици од 366,2 вата између пре-теста (8315,4 вата) и пост-теста (8681,6 вата), што је веће од оне разлике добијене у студији Luebbers et al. (2003) (228,7 вати). Може се претпоставити да на ове разлике у висини скока као и на вредности максималне снаге утиче дужина протокола експеримента и манипулација тренингом.

5. ЗАКЉУЧАК

На основу налаза ове студије, можемо закључити да је специфичан плиометријски програм тренинга довољан протокол, поред редовног кошаркашког програма заснованог на вештинама, за постизање веће висине скока и боље максималне снаге скока код мушких кошаркаша.

С друге стране, може се споменути још један закључак, а то је да су главне антропометријске варијабле (висина, тежина) и обе зависне варијабле (висина вертикалног скока и максимална снага вертикалног скока) у значајној корелацији.

Према налазима студије, плиометријски тренинг би могао бити веома користан метод тренинга за спортисте ради побољшања способности вертикалног скакања повећањем висине скока спортисте и анаеробног испољавања снаге.

Коначно, налази ове студије пружају спортистима и тренерима информације о томе како да користе плиометријски тренинг за повећање анаеробне снаге, уз доказе да је 8-недељни програм плиометријског тренинга ефикасан у побољшању перформанси вертикалног скока и анаеробне снаге вертикалног скока.

ЛИТЕРАТУРА

- Abernethy, P., Wilson, G., & Logan, P. (1995). Strength and Power Assessment- Issues Controversies and Challenges. (VOL 19, PG 401, 1995). *Sports medicine*, 20(3), 205-205.
- Åstrand, P. O., Rodahl, K., Dahl, H. A., & Strømme, S. B. (2003). *Textbook of work physiology: physiological bases of exercise*. Human kinetics.
- Blattner, S. E., & Noble, L. (1979). Relative effects of isokinetic and plyometric training on vertical jumping performance. *Research Quarterly. American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance*, 50(4), 583-588.
- Brown, A. C., Wells, T. J., Schade, M. L., Smith, D. L., & Fehling, P. C. (2007). Effects of plyometric training versus traditional weight training on strength, power, and aesthetic jumping ability in female collegiate dancers. *Journal of dance medicine & science*, 11(2), 38-44.

- Clutch, D., Wilton, M., McGown, C., & Bryce, G. R. (1983). The effect of depth jumps and weight training on leg strength and vertical jump. *Research quarterly for exercise and sport*, 54(1), 5-10.
- Cohen, J. (1988) *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*, 2nd ed.; Lawrence Erlbaum: Hillsdale, MI, USA.
- Faigenbaum, A. D., McFarland, J. E., Keiper, F. B., Tevlin, W., Ratamess, N. A., Kang, J., & Hoffman, J. R. (2007). Effects of a short-term plyometric and resistance training program on fitness performance in boys age 12 to 15 years. *Journal of sports science & medicine*, 6(4), 519.
- Fatouros, I. G., Jamurtas, A. Z., Leontsini, D., Taxildaris, K., Aggelousis, N., Kostopoulos, N., & Buckenmeyer, P. (2000). Evaluation of plyometric exercise training, weight training, and their combination on vertical jumping performance and leg strength. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 14(4), 470-476.
- Folland, J. P., Mc Cauley, T. M., & Williams, A. G. (2008). Allometric scaling of strength measurements to body size. *European journal of applied physiology*, 102(6), 739-745.
- Gehri, D. J., Ricard, M. D., Kleiner, D. M., & Kirkendall, D. T. (1998). A comparison of plyometric training techniques for improving vertical jump ability and energy production. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 12, 85-89.
- Gollnick, P. D., Timson, B. F., Moore, R. L., & Riedy, M. (1981). Muscular enlargement and number of fibers in skeletal muscles of rats. *Journal of Applied Physiology*, 50(5), 936-943.
- Harman, E. A., Rosenstein, M. T., Frykman, P. N., Rosenstein, R. M., & Kraemer, W. J. (1991). Estimation of human power output from vertical jump. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 5(3), 116-120.
- Hedrick, A., & Anderson, J. C. (1996). The vertical jump: A review of the literature and a team case study. *Strength & Conditioning Journal*, 18(1), 7-12.
- Holcomb, W. R., Lander, J. E., Rutland, R. M., & Wilson, G. D. (1996). The effectiveness of a modified plyometric program on power and the vertical jump. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 10(2), 89-92.
- Komi, P.V. (1984). Physiological and biomechanical correlates of muscle function: Effects of muscle structure and stretch—shortening cycle on force and speed. *Exercise and sport sciences reviews*, 12(1), 81-122.
- Kotzamanidis, C. (2006). Effect of plyometric training on running performance and vertical jumping in prepubertal boys. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(2), 441-445.
- LaChance, P. (1995). Plyometric exercise. *Strength and Conditioning*, 17, 16-16.
- Luebbers, P. E., Potteiger, J. A., Hulver, M. W., Thyfault, J. P., Carper, M. J., & Lockwood, R. H. (2003). Effects of plyometric training and recovery on vertical jump performance and anaerobic power. *The Journal of strength & conditioning research*, 17(4), 704-709.

- Lyttle, A. D., Wilson, G. J., & Ostrowski, K. J. (1996). Enhancing performance: Maximal power versus combined weights and plyometrics training. *Journal of strength and conditioning research*, 10, 173-179.
- Milić, V., Nejić, D., & Kostić, R. (2008). The effect of plyometric training on the explosive strength of leg muscles of volleyball players on single foot and two-foot takeoff jumps. *Facta universitatis-series: Physical Education and Sport*, 6(2), 169-179.
- Nassif, N., & Amara, M. (2015). Sport, policy and politics in Lebanon. *International journal of sport policy and politics*, 7(3), 443-455.
- Nedeljkovic, A., Mirkov, D. M., Bozic, P., & Jaric, S. (2009). Tests of muscle power output: the role of body size. *International journal of sports medicine*, 30(02), 100-106.
- Potteiger, J. A., Lockwood, R. H., Haub, M. D., Dolezal, B. A., Almuzaini, K. S., Schroeder, J. M., & Zebas, C. J. (1999). Muscle power and fiber characteristics following 8 weeks of plyometric training. *Journal of strength and conditioning research*, 13, 275-279.
- Rajan, S. R. (2010). Effects of plyometric training on the development the vertical jump in volleyball players. *Citius Altius Fortius*, 28(3), 65.
- Rimmer, E., & Sleivert, G. (2000). Effects of a plyometrics intervention program on sprint performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 14(3), 295-301.
- Shaji, J., & Isha, S. (2009). Comparative analysis of plyometric training program and dynamic stretching on vertical jump and agility in male collegiate basketball player. *Al Ameen J Med Sci*, 2(1), 36-46.
- Thakur, J., Mishra, M., & Rathore, V. (2016). Impact of plyometric training and weight training on vertical jumping ability. *Turkish Journal of Sport and Exercise*, 18(1), 31-37.
- Thorstensson, A., Hultén, B., Döbeln, W. V., & Karlsson, J. (1976). Effect of strength training on enzyme activities and fibre characteristics in human skeletal muscle. *Acta Physiologica Scandinavica*, 96(3), 392-398.
- Vassil, K., & Bazanovk, B. (2012). The effect of plyometric training program on young volleyball players in their usual training period. *Journal of Human Sport and Exercise*, 7(1), S34-S40.
- Wagner, D. R., & Kocak, M. S. (1997). A multivariate approach to assessing anaerobic power following a plyometric training program. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 11(4), 251-255.

