



Универзитет у Новом Саду

Факултет спорта и физичког васпитања



ХРОНИЧНИ И АКУТНИ ЕФЕКТИ ИЗОИНЕРЦИЈАЛНОГ ТРЕНИНГА НА ДОМИНАНТНЕ МОТОРИЧКЕ СПОСОБНОСТИ КОШАРКАША ЈУНИОРСКОГ УЗРАСТА

ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА

Ментор: проф. др Марко Стојановић

Кандидат: Младен Микић

Нови Сад, 2018.

УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ

ФАКУЛТЕТ СПОРТА И ФИЗИЧКОГ ВАСПИТАЊА

КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА

| | |
|------------------------------|---|
| Редни број: РБР | |
| Идентификациони број: ИБР | |
| Тип документације: ТД | монографска документација |
| Тип записа: ТЗ | текстуални штампани материјал |
| Врста рада: ВР | докторска дисертација |
| Аутор: АУ | Младен Микић |
| Ментор: МН | др Марко Стојановић, ванредни професор |
| Наслов рада: | Хронични и акутни ефекти изоинерцијалног тренинга на доминантне моторичке способности |

| | |
|---------------------------------|--|
| НС | кошаркаша јуниорског узраста |
| Језик публикације: ЈЗ | Српски |
| Језик извода: ЈИ | српски, енглески |
| Земља публикавања: ЗП | Србија |
| Уже географско подручје: УГП | Војводина |
| Година: ГО | 2018. |
| Издавач: ИЗ | ауторски репринт |
| Место и адреса: МС | 21000 Нови Сад, Ловћенска 16 Србија |
| Физички опис рада: ФО | 10 поглавља / 104 странице / 15 слика / 9 табела / 151 референца / 1 прилог |
| Научна област: НО | Физичко васпитање и спорт |
| Научна дисциплина: | Основне научне дисциплине у спорту и физичком |

| | |
|---|---|
| НД | васпитању - Кошарка |
| Предметна одредница, кључне речи: ПО | тренинг снаге, агилност, брзина, кошарка, експлозивна снага, млади |
| УДК | |
| Чува се: ЧУ | Библиотека Факултета за спорт и физичко васпитање у Новом Саду |
| Важна напомена: ВН | |
| Извод: ИЗ | Стр. XII – XIII |
| Датум прихватања дисертације ДП | |
| Датум одбране: ДО | |
| Чланови комисије: КО | председник: др Борислав Обрадовић, редовни професор, Универзитет у Новом Саду - Факултет спорта и физичког васпитања члан: др Игор Вучковић, ванредни професор, Универзитет у Бањој Луци - Факултет спорта и физичког васпитања ментор: др Марко Стојановић, ванредни професор, |

| | |
|--|---|
| | Универзитет у Новом Саду - Факултет спорта и физичког васпитања |
|--|---|

UNIVERSITY OF NOVI SAD

FACULTY OF SPORT AND PHYSICAL EDUCATION

KEY WORDS DOCUMENTATION

| | |
|-------------------------------|---|
| Accession number: ANO | |
| Identification number: INO | |
| Document type: DT | Monograph documentation |
| Type of record: TR | Textual printed material |
| Contents code: CC | PhD dissertation |
| Author: AU | Mladen Mikić |
| Mentor: | Marko Stojanović, PhD Associate Professor, Faculty of |

| | |
|--------------------------------|---|
| MN | Sport and Physical Education, University of Novi Sad |
| Title: TI | Chronic and acute effects of isoinertial training on the dominant motor skills of junior basketball players |
| Језик публикације: ЈЗ | Serbian |
| Language of abstract: LA | Serbian, English |
| Country of publication: CP | Serbia |
| Locality of publication: LP | Vojvodina |
| Publication year: PY | 2018. |
| Publisher: PU | Author reprint |
| Publication place: PP | 21000 Novi Sad, Lovćenska 16, Serbia |
| Physical description: PD | 10 chapters / 104 pages / 15 pictures / 9 tables / 151 references / 1 contribution |
| Scientific field | Physical Education and Sport |

| | |
|------------------------------|--|
| SF | |
| Scientific discipline SD | Fundamental scientific disciplines in physical education and sport - Basketball |
| Subject, Key words SKW | strength training, agility, speed, basketball, explosive strength, young |
| UC | |
| Holding data: HD | Library of the Faculty of Sport and Physical Education, Lovćenska 16, Novi Sad |
| Note: N | |
| Abstract: AB | pp. XIV – XV |
| Accepted on Senate on: AS | |
| Defended: DE | |
| Thesis Defend Board: DB | President: PhD Borislav Obradović, Full Professor, Faculty of Sport and Physical Education, University of Novi Sad Member: PhD Igor Vučković, Associate Professor, Faculty of Physical Education and Sport, University of |

| | |
|--|-------------------|
| | <p>Banja Luka</p> |
|--|-------------------|

Mentor: PhD Marko Stojanović, Associate Professor,
Faculty of Sport and Physical Education, University of
Novi Sad

Ментор:

Др Марко Стојановић

Ванредни професор, Факултет спорта и физичког васпитања, Нови Сад

Чланови комисије:

Др Борислав Обрадовић

Редовни професор, Факултет спорта и физичког васпитања, Нови Сад

Др Игор Вучковић

Ванредни професор, Факултет физичког васпитања и спорта, Бања Лука

Датум одбране

Захваљујем се

НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Хронични и акутни ефекти изоинерцијалног тренинга на доминантне моторичке способности кошаркаша јуниорског узраста

САЖЕТАК:

Циљ истраживања је да се утврде ефекти 8 недеља изоинерцијалног тренинга на доминантне моторичке способности кошаркаша. Испитаници, 36 кошаркаша јуниорског узраста (17.58 ± 0.50 година) су подељени у 3 групе: прву експерименталну (ЕСС; $n=12$) која је вежбала тренинге снаге на изоинерцијалном тренажеру, другу експерименталну (CON; $n=12$) која је вежбала традиционални изодинамички тренинг снаге са слободним теговима, и контролну групу (KON; $n=12$) која није вежбала тренинге снаге. Током експерименталног програма ЕСС и CON групе су имале укупно по 12 тренинга снаге са истоветним бројем серија и понављања. На крају четврте недеље код обе експерименталне групе спроведен је тест постаktivацијске потенцијације (ПАП) како би се утврдили акутни ефекти различитих метода тренинга у 4 временске тачке: 2, 4, 8 и 15 минута након вежби са оптерећењем. Резултати су показали да постоји статистички значајна разлика као последица примене различитих метода тренинга снаге у трајању од 8 недеља при чему је изоинерцијални тренинг довео до значајно бољих резултата у варијаблима скокова SJ, CMJ, VJ и у скоку са леве ноге CMJLN, затим у тесту спринта 5 m и тестовима агилности Т тест и 505 са окретом око десне ноге. Нису утврђене статистички значајне разлике у тестовима изометријске снаге, скока са десне ноге CMJDN, трчања 20 m и тесту агилности 505 са окретом око леве ноге. У тесту ПАП ефеката није било статистички значајне разлике у резултатима као последице различитих метода вежбања. При томе, CON група је имала значајно побољшање у тесту скока VJ док је код ЕСС групе значајан ефекат у варијаблима скока VJ и Т тест агилности. Није било значајних ефеката ПАП у тестовима трчања 5 и 20 метара. Добијени резултати указују да изоинерцијални тренинг у трајању од 8 недеља доводи до бољих резултата у развоју експлозивне снаге, брзине и агилности младих кошаркаша у поређењу са традиционалним изодинамичким тренингом, али не и у ПАП ефектима. У складу с тим, тренери и кондициони тренери би требали да у раду са младим спортистима користе и ову методу тренинга снаге.

КЉУЧНЕ РЕЧИ: тренинг снаге, агилност, брзина, кошарка, експлозивна снага, млади

НАУЧНА ОБЛАСТ: Физичко васпитање и спорт

УЖА НАУЧНА ОБЛАСТ: Научне дисциплине у спорту и физичком васпитању –
Кошарка

УДК БРОЈ:

TITLE OF DOCTORAL DISSERTATION:

Chronic and acute effects of isoinertial training on the dominant motor skills of junior basketball players

ABSTRACT:

The aim of this research is to determine the effects of an 8-week isoinertial training on dominant motor abilities of basketball players. Examinees, i.e. 36 junior basketball players, (17.58 ± 0.50 years) are divided into 3 groups: the first experimental group (ECC; $n=12$) which took strength training exercises on isoinertial training device, the second experimental (CON; $n=12$) which took traditional isodynamic strength training with free weights, and a control group (CON; $n=12$) which did not take any strength training exercises. During the experimental program, the ECC and CON groups had 12 strength training sessions in total including the same number of series and repetitions. At the end of the fourth week, both experimental groups were tested for post-activational potentiation (PAP) in order to determine acute effects of different training methods in 4 time points: 2, 4, 8 and 15 minutes after loading exercises. The findings indicate that there is a statistically significant difference as a result of the application of different strength training methods lasting for 8 weeks, since the isoinertial training brought about significantly better results in the variables of jumps SJ, CMJ, VJ and jump off the left foot CMJLN, as well as in the 5m sprint test and agility tests (T-test and 505 test with turn on the right leg). No statistically significant differences were found in tests of: isometric strength, jump off the right foot CMJDN, 20m run and 505 agility test with the turn on the left leg. Also, there were no statistically significant differences as a result of different exercise methods in the PAP test. In that process, CON group had significant improvement in VJ jump test, whereas in ECC group a significant effect was found in the variables of VJ and agility T-test. The 5m and 20m run tests showed no significant PAP effects either. In comparison with the traditional isodynamic training, the findings indicate that isoinertial training lasting for 8 weeks gives rise to better results in the development of explosive strength, speed and agility of young basketball players. Accordingly, coaches and trainers should use this method of strength training in work with young athletes.

KEYWORDS: strength training, agility, speed, basketball, explosive strength, young

SCIENTIFIC AREA: Physical Education and Sport

CLOSE SCIENTIFIC FIELD: Fundamental scientific disciplines in physical education and sport – Basketball

UDK NUMBER:

СКРАЋЕНИЦЕ

1RM – *one-repetition maximum* – једно понављање максимално

ACL – *anterior cruciate ligament* – предњи укрштени лигаменти колена

ADP – аденозин дифосфат

ANOVA – анализа варијансе

ATP – аденозин трифосфат

CI – *confidence interval* – интервал поверења

CMJ – *countermovement jump* – скок из стојећег става са рукама на куковима

CMJ_LN – скок са леве ноге из стојећег става са рукама на куковима

CMJ_DN – скок са десне ноге из стојећег става са рукама на куковима

CON – *concentric* – концентрично, група која је вежбала концентрични тренинг

CSA – *cross-sectional area* – попречни пресек (мишића)

DOMS – *delayed onset muscle soreness* – одложена појава бола у мишићима

ECC – *eccentric* – ексцентрично, група која је вежбала ексцентрични изоинерцијални тренинг

EO – *eccentric overload* – ексцентрично надоптерећење

ES – *effect size* – величина ефекта

FIBA – *International Basketball Federation* – Међународна кошаркашка федерација

KNSUMA – сума кожних набора

KON – контролна група

LSD - *Least Significant Difference Test* – тест најмање значајних разлика

NBA – *National Basketball Association* – Национална кошаркашка асоцијација

NCAA – *National Collegiate Athletic Association* – Национална спортска асоцијација колеџа

SMD - *standardized mean difference* – стандардизована разлика аритметичких средина

SSC – *stretch-shortening cycle* – циклус издуживања и скраћивања мишића

SJ – *squat jump* – скок из получучња

PAP – *postactivation potentiation* – постаktivацијска потенцијација

ROM – *range of motion* – обим покрета

RE – *resistance exercise* – тренинг отпора, тренинг снаге

TM – телесна маса

TV – телесна висина

VJ – *vertical jump* – вертикални скок, скок увис

САДРЖАЈ

| | |
|--|----|
| 1 УВОД | 1 |
| 1.1 Екцентрични тренинг | 7 |
| 1.2 Превенција и рехабилитација | 11 |
| 1.3 Екцентрични тренинг и развој способности | 14 |
| 1.4 Изотонична ексцентрична оптерећења..... | 14 |
| 1.5 Изокинетичка ексцентрична оптерећења | 16 |
| 1.6 Акцентовани ексцентрични тренинг | 17 |
| 1.7 Изоинерцијални ексцентрични тренинг..... | 18 |
| 1.8 Акутни ефекти ексцентричног тренинга | 21 |
| 2 ДОСАДАШЊА ИСТРАЖИВАЊА | 22 |
| 3 ПРЕДМЕТ, ПРОБЛЕМ И ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА | 37 |
| 4 ХИПОТЕЗЕ ИСТРАЖИВАЊА | 38 |
| 5 МЕТОД РАДА | 39 |
| 5.1 Узорак испитаника..... | 39 |
| 5.2 Узорак мерних варијабли | 40 |
| 5.3 Протокол загревања и тестирања | 45 |
| 5.4 Програм рада на тренингу – тренажна средства..... | 46 |
| 5.5 Постаktивацијска потенцијација | 50 |
| 5.6 Метод обраде података | 52 |
| 6 РЕЗУЛТАТИ | 53 |
| 6.1 Хронични ефекти | 57 |
| 6.2 Акутни ефекти – постаktивацијска потенцијација | 62 |
| 7 ДИСКУСИЈА | 66 |

| | |
|--------------------------|------------|
| 8 ЗАКЉУЧАК..... | 82 |
| 9 ЛИТЕРАТУРА..... | 85 |
| 10 ПРИЛОЗИ | 101 |

1 УВОД

Дугачак развојни пут је кошарка прешла за 127 година постојања. Од прве утакмице са 18 играча, дрвеном корпом за воће и фудбалском лоптом до другог најпопуларнијег спорта на свету. Данас се, према подацима Међународне кошаркашке федерације FIBA (оригинално фран. *Fédération Internationale de Basketball*; данас енг. *International Basketball Federation*) кошарка игра у више од 200 земаља и игра је више од 300 милиона регистрованих играча. Нову технику су углавном доносили играчи, тренери иноватори су представљали новости у тактици и начину тренинга. За добру организацију су заслужни људи који су водили FIBA, као и две лиге на северноамеричком континенту: NBA (енг. *National Basketball Association*) и NCAA (енг. *National Collegiate Athletic Association*). Две године након што је основана, FIBA је 1934. године објавила прву књигу правила. Велике промене правила у такмичењима под окриљем FIBA су се дешавале углавном у четворогодишњим циклусима, након Олимпијских игара, након детаљних анализа игре од стране Техничке комисије. Највећи утицај промене правила на кошарку након Другог светског рата су донела временска ограничења напада и увођење линије за 3 поена. Временско ограничење напада, вероватно једно од најинтересантнијих и најутицајних правила када се посматра развој кошарке, уведено је 1954. године у NBA (24 секунде), док га је FIBA (30 секунди) увела две године касније, 1956. године. Са жељом да додатно убрза игру FIBA је 2000. године смањила време напада на 24 секунде и изједначила ово правило са NBA да би додатно 2012. године скратила на 14 секунди време за други напад, након скока у нападу после шута на кош. Од 2000. године и великих промена у правилима кошарка је еволуирала у динамичнију и бржу игру. Значајан је утицај промене правила игре и на физичке карактеристике кошаркаша.

Тренери одлучују о тактици, начину и брзини игре екипе, о томе колико ће неки играч провести времена на терену. Предвиђања врхунских тренера су да ће се игра даље убрзати што указује на важност додатног рада са играчима на моторичким способностима снаге,

експлозивне снаге, брзине и агилности. На ниво играња и квалитет утиче више међусобно зависних фактора, као што су техника, тактика и мотивација појединца (Trninić & Dizdar, 2000). При томе, антрополошке и физиолошке карактеристике играча имају важан утицај на квалитет игре, и појединачно играча, али и тима у целини (Bale, 1991). Одлике тимова који имају више победа током сезоне је да имају већи број скокова и украдених лопти, успешнији су у шути за 2 поена (Ibanez et al., 2008) и имају мање изгубљених лопти током утакмице (Sampaio et al., 2010) у односу на тимове који имају мање победа. Истраживање о повезаности физичке припремљености и званичне статистике на утакмицама је показало позитивну повезаност максималне и експлозивне снаге са блокадама и украденим лоптама током првенствених утакмица (Gomez et al., 2017). Такође, агилност исказана кроз резултат на Т-тесту је повезана са успешним шутирањем за 2 и 1 поен и са украденим лоптама (Gomez et al., 2017).

Све ово је довело до тога да је физичка припрема играча постала важан сегмент у планирању рада на тренинзима али и у селекцији оних играча који могу да одговоре на нове захтеве игре (Ostojić et al., 2006). Истраживања су показала да физичке карактеристике кошаркаша имају важну улогу у успешном игрању кошарке (Delextrat & Cohen, 2008; Hoare et al., 2000; Torres-Unda et al., 2013; Ostojić et al., 2006). Неопходно је да играчи поседују одређени ниво физичке спремности како би могли правилно користити технику, спроводити задатке индивидуалне и колективне тактике и то у дужем временском периоду током утакмице. При томе, истраживање спроведено на врхунским аустралијским кошаркашима испод 18 година је показало да су физички, физиолошки и техничко-тактички захтеви израженији током такмичарских него током пријатељских утакмица (Kluseman et al., 2013).

Истраживања о антропометријским карактеристикама кошаркаша показују тренд сталног пораста просечне висине кошаркаша. Истовремено постоје значајне разлике према позицији у висини и тежини кошаркаша. Центри су значајно виши, тежи и имају већи проценат масти од бекова и крила (Ostojić et al., 2006). Ове карактеристике су повезане са њиховом улогом у тиму, игром близу коша, са основним задацима спречавања нападача да шутирају из непосредне близине на кош, борбе за позицију за скок након промашеног

шута, постављање блокада како би помогли саиграчима да се ослободе одбране. Променом правила о дужини напада и играчи на позицији центра морају да се више крећу и играју на већој удаљености од коша, и у одбрани и нападу. У селекцији тренери бирају играче који поред висине и моторички могу да одговоре на захтеве модерне кошарке. Бекови, просечно најнижи и најлакши играчи (Ostojić et al., 2006), имају већи радијус кретања и треба да имају боље организаторске способности како би водили екипу, и способност успешног шутирања са веће удаљености од коша. За играче на позицији организатора игре је од пресудног значаја за успешно играње самоконтрола, разумевање игре и доношење одлука о игри целог тима, па је потребно и нешто дуже време за обучавање и сазревање како би играли на највишем нивоу. Просечна старост врхунских кошаркаша је око 25 година, при чему су играчи на позицији бека нешто старији од играча на позицији крила и центра, уз веће професионално искуство играња кошарке (Ostojić et al., 2006).

Кошарка представља интермитентни спорт, што подразумева комбинацију краткотрајних периода високо интензивне активности и периода краћег или дужег опоравка између. Временско просторна анализа игре је показала да кошаркаши током утакмице прелазе 3500-5000 метара сталним променама брзине, правца и начина кретања (McInnes et al., 1995; Janeira & Maia, 1998). Аеробни капацитет има позитивну повезаност са временом опоравка током понављајућих кретања високог интензитета, што је карактеристично за кошарку (Castagna et al., 2008). Тест способности понављајућих спринтева, специфичан за кошаркаше, је указао на повезаност максималне кисеоничке потрошње и способности одржавања интензитета игре током завршног дела утакмице (Meckell et al., 2009; Stojanović et al., 2012). Играчи током утакмице 65% времена проведу у кретањима ниског интензитета, што додатно указује на важност аеробног система у овој игри (McInnes et al., 1995). Кормери и сарадници (Cormery et al., 2008) су показали да су промене правила уведене 2000. године утицале на повећање максималне кисеоничке потрошње код кошаркаша за 7.8%. Промене правила о дужини напада које је FIBA увела 2000. године, а додатно кориговала 2012., довеле су до тога да играчи више времена током игре проводе у активностима високог интензитета уз већи број промена правца и начина кретања (BenAbdelkrim et al., 2007). Ипак, чести прекиди током кошаркашке утакмице омогућавају играчима краткотрајне периоде одмора између периода интензивних активности

(Drinkwater, 2008). Упркос израженим кардиоваскуларним захтевима и значају аеробног метаболизма за успешност играња – срчана фреквенца која достиже вредности од преко 85% од максимума у 75% времена (McInnes, 1995), успех у кошарци је пре свега детерминисан брзим и експлозивним кретним активностима које се базирају на анаеробним енергетским изворима. Тако је утврђено да је успех у врхунској кошарци највише детерминисан спринтерским и скакачким способностима (Hoffman et al., 1996).

Кошаркаш треба да је способан да током игре брзо крене и заустави се, да нагло убрза и успори, као и да промени правац. Активности високог интензитета као што су спринтеви, окрети, промене правца, продори са лоптом и скокови приликом шута на кош или блокаде шута, као и скокови за лопту након промашеног шута, смењују се са активностима нижег интензитета као што су ходање или спорије трчање током позиционих фаза игре. Снага доњих екстремитета је снажан предиктор временаведеног у игри (Hoffman et al., 1996), а повезана је са способношћу игре у контакту, карактеристичне за играче који играју у близини коша, али и за постављање блокада, игру у одбрани. Кошарка је све више игра контакта и играчи морају одговорити новим захтевима игре. У односу на позицију у тиму играчи на позицији крила имају највећу снагу доњих екстремитета (Delextrat & Cohen, 2009), вероватно зато што њихова улога јесте да покривају већи простор у односу на центре, али и игра у рекету, као и центри. С обзиром на карактеристике и захтеве кошарке, експлозивна снага, брзина и агилност су моторичке способности које имају важну улогу у успешности кретања са или без лопте, при извођењу кошаркашке технике и тактике током тренинга и такмичења (Erđulj et al., 2010), како брзина реакције, тако и брзина појединих делова или целог тела. Неопходно је стално прилагођавање играча на терену у односу на положај лопте и осталих играча. У нападу су то кретања без лопте, демаркирања, утрчавање у празан простор и отварање за пријем лопте. У одбрани је неопходно стално прилагођавање на кретање лопте и нападача, померање како би играч био спреман да реагује на продор лопте или утрчавање играча ка кошу. Игра један на један је игра предвиђања, реакције и упорности да се побеђени играч врати у игру. Након што је лопта упућена ка кошу сви играчи и напада и одбране почињу са борбом за позицију и скоком за лопту. И одмах након што екипа освоји или изгуби посед лопте сви играчи морају да реагују и пређу у фазу транзиције. Способности које утичу на брзо и ефикасно кретање са

и без лопте, експлозивна снага, брзина и агилност, такође утичу и на квалитет извођења технике и тактике у кошарци (Erčulj et al., 2010). Временско просторна анализа је показала да сваки играч током утакмице изведе око 1000 активности са просечном дужином трајања око 2 секунде, при чему фреквенција ових краткотрајних, експлозивних активности варира зависно од позиције у тиму (BenAbdelkrim et al., 2007). Једно истраживање (BenAbdelkrim et al., 2010) на узорку професионалних кошаркаша утврдило је да играчи пређу $3\pm 3\%$ укупне дистанце на брзинама преко 18 km/h и изведу просечно 0.17 ± 0.13 спринтева у минути. Даље, број контаката са противником износи 8.2 ± 1.8 по минути утакмице. Коначно, просечна брзина трчања, као и максимална достигнута брзина, је значајно већа код бекова него код центара (86.8 ± 6.2 наспрам 76.6 ± 6.0 m/min; $p<0.05$; 24.0 ± 1.6 km/h наспрам 21.3 ± 1.6 km/h; $p<0.05$). Активности високог интензитета током утакмице су повезане са развојем снаге, брзине и агилности кошаркаша (Castagna et al., 2008; Meckell et al., 2009), а резултати претходних истраживања показују да елитни кошаркаши остварују боље резултате у тестовима брзине, агилности и скока у вис (Delextrat et al., 2008; Hoare et al., 2000; Torres-Unda et al., 2013). Велики број промена правца, скокова и кратких спринтева указује на важност анаеробне снаге (Janeira & Maia, 1998). Латин и сарадници (Latin et al., 1994) сугеришу да је виши ниво анаеробне снаге код кошаркаша потребан за извођење скокова, игру у контакту са противником, кретање у ставу, али и шутирање. Развој оптималних вредности апсолутне силе, што је посебан проблем у тренажном процесу кошаркаша, с обзиром да се у односу на позицију у игри и индивидуалне карактеристике потребан ниво апсолутне силе значајно разликује између појединаца, представља значајан сегмент тренажног процеса кошаркаша, с обзиром на повезаност ове способности са динамичким испољавањем снаге као и инциденци повреда (Knapik et al., 1991; Latin et al., 1994). Максимална сила показује значајну повезаност са спринтом 10 и 30 метара, као и висином вертикалног скока код елитних спортиста (Wisloff et al. 2004; Baker & Nance, 1999). На узорку кошаркаша, максимална сила треба да представља параметар који је стабилан у току такмичарске сезоне, с обзиром да је утврђена значајна повезаност овог параметра и времена проведеног у игри током сезоне на узорку врхунских кошаркаша (Hoffman et al., 1996). Мишићна снага има значајну улогу и у превенцији од повреда код кошаркаша и кошаркашица (Ziv & Lidor, 2009), пошто се у већини

колективних спортова од играча захтева да изводе кратке, експлозивне кретње које подразумевају успоравања и убрзања током промене правца, а које су често повезане са неконтактним повредама предњих укрштених лигамената. Заправо, акутни замор и проприоцептивне промене имају значајан утицај на могућност повреде (Chappell, 2005). Латин и сарадници (Latin et al., 1994) указују да виши ниво анаеробне снаге смањује ризик од повреда и омогућава снажније скокове, укључујући скок шутеве, и кретање у одбрани.

Способност вертикалног скока сматра се једном од кључних карактеристика сваког кошаркаша (Klinzig, 1991), а истраживања су показала да врхунски кошаркаши постижу значајно боље резултате од играча нижег нивоа такмичења (Delextrat et al., 2008; Hoare et al., 2000). Током утакмице кошаркаши просечно остваре 46 ± 12 скокова (McInnes et al., 1995), док у нешто новијем истраживању професионални кошаркаши просечно остваре око 44 ± 7 скокова по утакмици (Ben Abdelkrim et al., 2007). При томе, играчи који проводе више времена у игри су скочнији од кошаркаша са мањом просечном минутажом (Hoffman et al., 1996). За играче са ових простора утврђено је да је потребна вредност од око 60 cm како би задовољили ниво експлозивне снаге неопходан за врхунско бављење кошарком (Ostoјић et al., 2006). Ипак, потребно је напоменути да се кошаркаши NBA лиге одликују и значајно већим вредностима вертикалног скока (и преко 120 cm). Агилност и брзина представљају интегралне компоненте готово сваке офанзивне и дефанзивне акције у кошарци. Брзина и агилност су такође добри предиктори времена проведеног у игри (Latin et al., 1994; Hoffman et al., 1996). Када се играчи раздвоје према позицијама, Латин и сарадници (Latin et al., 1994) су утврдили да су бекови бржи од центара, али није било разлике у агилности, док је Хоаре (Hoare, 2000) утврдио да постоје значајне разлике у испољавању агилности и брзине између елитних и неелитних бекова и крилних играча у корист елитних. Кошаркаши са бољом агилношћу имају већу просечну минутажу са већим бројем поена, асистенција и украдених лопти (McGill et al., 2012). Анализа каузалних односа агилности и брзине са такмичарским постигнућем указује на значај који ове способности имају у тренажном процесу кошаркаша. Тако, када се анализира повезаност између резултата у тестовима за процену агилности и брзине и процене такмичарског постигнућа (субјективна процена 5 искусних кошаркашких тренера), констатована је значајна повезаност од $p = 0.5$ (Reizebos et al., 1983).

Промене правила са циљем убрзања игре, повећања атрактивности и привлачења већег броја учесника и гледалаца изискују и промене у селекцији и начину тренинга кошаркаша. Америчка професионална лига NBA, али и друге лиге, су омогућиле да се нове технологије тренинга имплементирају у кошарку. Власници клубова, тренери и играчи постали су свесни важности превенције, оптималног тренинга и опоравка играча. Све већи део пажње је усмерен на физичку припрему и опоравак кошаркаша, као и на превенцију од повреда и рехабилитацију.

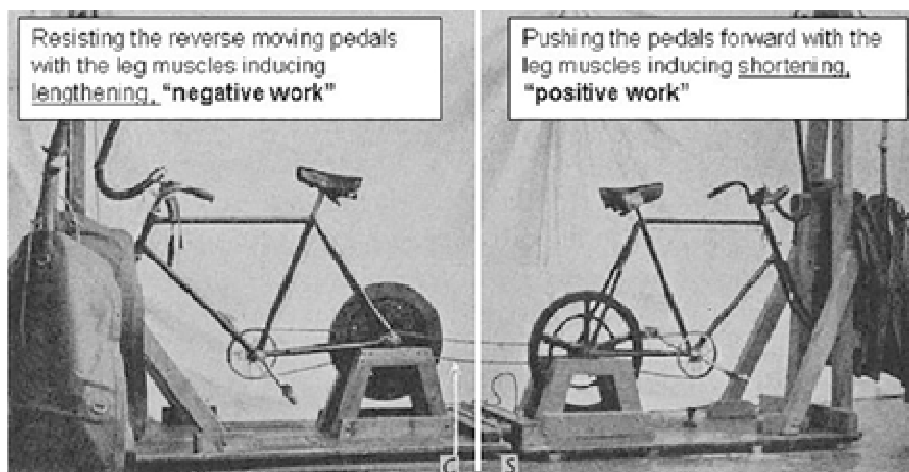
На основу свега представљеног можемо констатовати да је кошарка колективна игра у којој значајан параметар такмичарске успешности представљају снага, експлозивна снага, агилност и максимална брзина трчања. Последишно, значајан део тренажног процеса кошаркаша усмерен је ка развоју ових физичких атрибута, па се логично намеће и питање ефикасности истих. Од посебног је интереса за тренажну праксу утврдити ефикасност различитих (а посебно нових и потенцијално ефикасних) тренажних метода у циљу развоја доминантних моторичких способности кошаркаша. Једна од новијих тренажних метода у врхунском спорту и кошарци јесте и изоинерцијална метода тренинга, па је она у средишту истраживања и ове дисертације.

1.1 Ексцентрични тренинг

Темељне студије спроведене од стране А.В Хила и његових студената (Hill, 1922; 1938), пре скоро једног века су дефинисале релације мишићне силе, брзине и снаге. Интересантно, ови почетни експерименти су извршени са минималном технологијом и користили су готово искључиво стимулатор, кимограф и неколико оптерећења различите тежине. Последишно, ови почетни експерименти су били лимитирани истраживањима мишића у изометријским (константна дужина мишића) и изотоничним (константна сила) мишићним контракцијама. Следећих неколико деценија су уџбеници физиологије класификовали мишићни рад током извођења кретања као једну од ове две категорије, изотоничну или изометријску. Ипак, када величина силе превазиђе способност мишића да се супротстави својом силом, мишић ће се издужити и при том ће се остварити рад (који се често назива „негативан рад”). Оваква врста мишићне акције назива се ексцентрична мишићна акција или контракција и по једној од дефиниција представља издуживање

мишића (удаљавање мишићних припоја) који настаје као одговор на силу која је у тренутку апликације већа од силе коју у том тренутку производи мишић.

Иако прве информације о ексцентричној контракцији можемо пронаћи већ у радовима Адолфа Фик-а (Fick, 1882) и нешто касније Бернарда Катз-а (Katz, 1939) који су утврдили да је сила током активног издуживања мишића већа од силе приликом скраћивања и квантификовали ову разлику, почетак детаљнијег и свеобухватнијег изучавања ексцентричне контракције везује се за три студента А.В.Хила, испоставиће се касније и бриљантних физиолога: Бернард Абота (Bernard Abbot), Бренда Бигланд (Brenda Bigland) и Мурдок Ричија (Murdoch Ritchie). У темељној студији с почетка 60-их година 20-ог века (Abbot et al., 1952), са задивљујуће једноставном апаратуром, два стационарна бицикла окренута задњом страном један према другом и повезана истим ланцем, показали су да значајно слабији женски испитаник (Бренда Бигланд лично) лако може приликом контролисаног окретања педала уназад („негативни рад” – ексцентрична контракција) да оствари исти ниво снаге и супротстави се значајно снажнијем испитанику на другом стационарном бициклу (Мурдок Ричи лично) који је обртао педале у „нормалном“ обрасцу вожења бицикла („позитиван рад” – концентрична контракција).



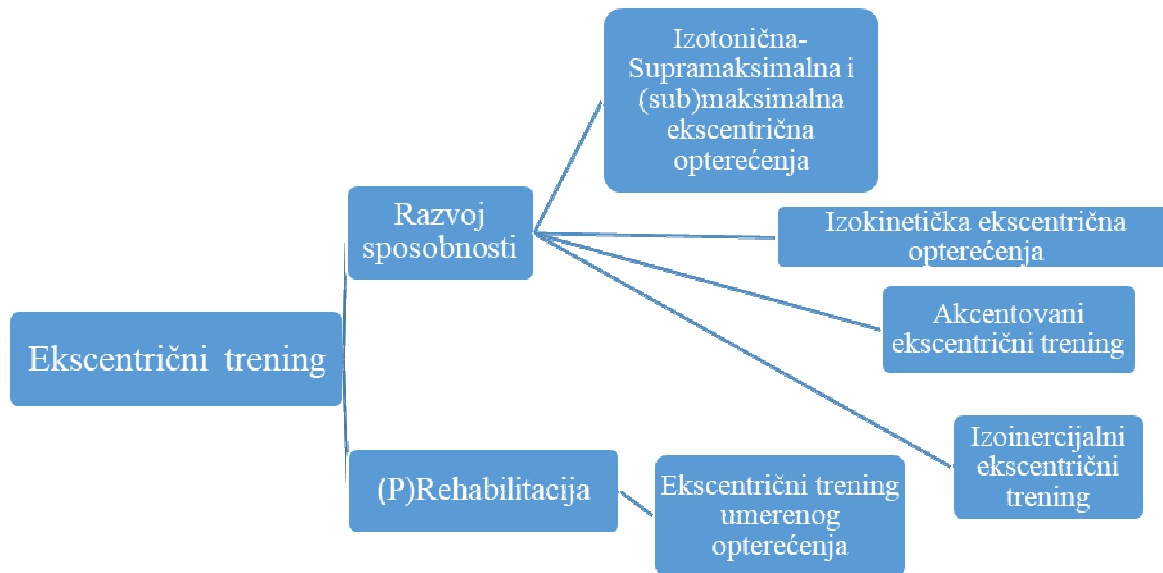
Слика 1. Експериментални ергометар – два стационарна бицикла окренута леђима један у односу на други и повезани једним ланцем

Уз ово, контролисано окретање педала уназад је произвело и значајно мању потрошњу кисеоника од „нормалног” обрасца педалирања! Аутори су ову разлику у енергетској потрошњи „негативног” рада приписали мањем броју активираних моторних јединица, за шта данас знамо да је само један, истина важан, део мозаика објашњења. Резултати студије су показали да ексцентрична контракција није проста „супротна радња” од мишићног скраћивања (концентрична контракција). Другим речима, хемијске реакције и начин коришћења АТФ-а током концентричне контракције нису једноставно извођење истих само „уназад” приликом ексцентричне контракције. Основне три детерминанте ексцентричне мишићне контракције које се континуирано спомињу у научној литератури су: 1)Остваривање супрамаксималних вредности силе у односу на концентричну контракцију; 2) Нижи метаболички рад и 3)Одложена појава бола у мишићима (DOMS - *Delayed onset muscle soreness*) - упала мишића. Максимална вредност силе остварене током ексцентричне контракције значајно је већа од силе произведене у концентричној контракцији (Eliason et al., 2006), а вредности се крећу од 50-80% када се мери појединачно мишићно влакно до 25-50% када се мери снага хумане популације (Duchateau & Enoка, 2016). Енока (Енока, 2002) је представио резултате по којима је пораст максималне силе током ексцентричне контракције последица специфичне активације нервног система. Упркос устаљеном схватању да ексцентрична контракција узрокује прво активацију моторних јединица вишег реда, недавна истраживања (Franchi et al., 2017) указују да је редослед активирања моторних јединица сличан током субмаксималних концентричних и ексцентричних контракција (од мањих ка већим моторним јединицама), али да је ниво раздражења систематски нижи током ексцентричне контракције. Изгледа да је спинална и кортикоспинална инхибиција одговорна за овај феномен (Duchateau & Енока, 2016).

Током ексцентричне фазе веза миозина и актина се насилно прекида, одвајајући главу миозина од актина. Ово се дешава без ослобађања ADP-а и накнадног поновног везивања АТФ-а. Производња силе током ексцентричне контракције захтева мању количину енергије, па је тако утврђено да је енергетска потрошња пењања узбрдо – преминација концентричног рада – чак 4 пута већа од енергетске потрошње силаска низбрдо – преминација ексцентричног рада (Hoppeler, 2016). Ово последично доводи до пораста

мишићне издржљивости, која је евидентна и у апсолутним (број понављања у раду истом тежином) и релативним вредностима (број понављања са истим процентом од максималног оптерећења)! Кели и сарадници (Kelly et al., 2015) су утврдили да мушкарци без искуства у тренингу снаге могу да изведу просечно 4.5 понављања са оптерећењем 90% од 1RM измерене у концентричном режиму рада, док су у стању да изведу просечно чак 7.7 понављања са оптерећењем 90% од 1RM измерене у ексцентричном режиму рада.

Ексцентрична контракција „истеже” саркомере и низом повезаних механизма може лако довести до одложене појаве бола у мишићима, или упале мишића (DOMS - *Delayed onset muscle soreness*). Различити механизми су предложени од стране већег броја аутора у циљу објашњења настанка DOMS-а, а интегрисани заједно, изгледа, представљају добру платформу за разумевање овог сложеног феномена (Cheung et al., 2003). Симптоми DOMS-а укључују субјективни осећај бола, пораст мишићне крутости, смањен ниво продукције силе и снаге, повећан ниво продукције лактата и пораст срчане фреквенције на субмаксималним оптерећењима (Tee et al., 2007). Утврђени дефицит силе може бити и последица пролазних промена у централном нервном систему што резултује повећаном нервном активацијом на субмаксималним нивоима раздражења последично смањујући максималне вредности силе. DOMS-ом изазвани проблеми свој максимум достижу 12-72 часа након примене ексцентричне контракције и најчешће нестају у року од 5-7 дана са потпуним опоравком способности за генерисање максималних вредности силе (Eston et al., 2000). Такође је потребно нагласити да хронична примена ексцентричног тренинга доводи до прогресивног смањења DOMS-а, што је познато као „ефекат понављајућих оптерећења” (Isner-Horobeti et al., 2013).



Слика 2. Модалитети ексцентричног тренинга у спорту (LaStayo, 2014).

Ексцентрични тренинг се дуго користио као модел тренажног оптерећења којим се лако изазива DOMS, па се углавном користио у истраживањима која су се бавила различитим аспектима оштећеног мишићног ткива. Ипак, када је трајање, фреквенција и интензитет ексцентричног тренинга добро дозирао и када се прогресивно повећава са порастом стања тренираности, ефекат одложене појаве бола у мишићима се може минимизовати или потпуно избећи. У том смислу ексцентрични тренинг представља веома потентну тренажну стратегију, не само са аспекта побољшања спортског постигнућа, већ и са аспекта очувања здравственог статуса спортиста, или брзог враћања у стање потпуне такмичарске функционалности након повреда (La Stayo et al., 2003). Постоји већи број модалитета како је могуће користити ексцентрични тренинг на популацији спортиста али се прегледом актуелне литературе може закључити да се ексцентрични тренинг у спорту углавном примењује према ефектима деловања у два генерална правца (слика 2): за развој способности и у циљу (п)рехабилитације.

1.2 Превенција и рехабилитација

Поред потенцијала да побољша већи број физичких атрибута, ексцентрични тренинг представља и веома потентно средство у превенцији и рехабилитацији након спортских

повреда, пре свега меких ткива (мишића, тетива и лигамената). Ексцентрични тренинг се у литератури углавном наводи као ефикасно средство за тренирање тендинопатија. Ипак, нарастајући број доказа наговештава високу ефикасност овог модела тренинга и у превенцији мишићних повреда, пре свега задње ложе бута, као и раном укључивању у процес рехабилитације након операције укрштених лигамената (Lorenz & Reiman, 2011). Крајем двадесетог века чувени др Хакан Алфредсон (Hakan Alfredson) је патио од болова у Ахиловој тетиви и, с обзиром да у његовој болници нису хтели да му хирушки помогну, повреда није била толико озбиљна, одлучио је да сам испровоцира још већу повреду и оде на операцију. Свакодневно је изводио снажне ексцентричне контракције ахилеве тетиве (3x15 понављања), заправо је са врхова прстију на ивици степеница дорзалном флексијом вршио ексцентричну контракцију троглавог мишића листа и Ахилеве тетиве и на своје запрепашћење после пар недеља утврдио да су симптоми потпуно нестали! Исти протокол је поновио и у првој студији са ексцентричним тренингом снаге на узорку од 15 спортиста (Alfredson et al., 1998) и утврдио да су у свих 15 случајева симптоми повреде нестали. Тада је и дефинитивно рођен Алфредсонов протокол за тендинопатију и до данас није значајније промењен. Поједностављено, механизам који доводи до лечења тетиве је следећи: снажно механичко оптерећење којим се изложи тетива доводи до промене регулације инсулин–сличног хормона раста (IGF-I) који је директно задужен за пролиферацију и ремоделовање ћелија у тетиви.

Веза ексцентричног тренинга снаге и повреда задње ложе бута је такође често утврђивана (Lorenz & Reiman, 2011). Утврђено је да спортисти који максималну силу остварују на мањим дужинама мишића имају значајно већу инциденце повреда. Заиста, Брокет и сарадници (Brockett et al., 2001) су утврдили да дужина мишића при којој се остварује максимална вредност силе (оптимална дужина) директно предвиђа ризик од повреде – мања оптимална дужина једнака је већем ризику за настанак повреде. Стога промена оптималне дужине ка већим вредностима је препоручена стратегија у смањењу инциденце повреда задње ложе. Управо су Брокет и сарадници (Brockett et al., 2001) утврдили да ексцентрична вежба нордијско спуштање (*nordic hamstring lowers*) значајно повећава оптималну дужину мишића ($7.7^{\circ} \pm 2.1^{\circ}$) и на тај начин превенира настанак повреде. Ова студија, са многим другим које су уследиле, је показала да је ексцентрични тренинг снаге

изгледа веома потентно средство за превенцију или рехабилитацију мишићних повреда. Када се програмира примена нпр. нордијског спуштања препоручује се да спортиста у предсезони треба да почне са 2 тренинга недељно од 5-10 недеља. Током сезоне препорука је да спортиста уради 1-2 тренинга недељно са 3 серије по 12-10-8 понављања (Sayers & Sayers, 2008).

Повреда укрштених лигамената је једна од најозбиљнијих повреда у спорту која резултује у смањеном обиму покрета зглоба колена, дегенеративним променама колена и мишићној атрофији. Мишићна атрофија преко 20% и пад мишићне снаге за 30% се редовно дијагностификују након операције. Смањивање ових негативних ефеката ACL повреде наставља да буде у клиничком фокусу. С обзиром да је убрзано враћање на терен од повреде ACL-а већ установљена пракса, поједини аутори све гласније указују на потребу укључивања ексцентричног тренинга снаге што пре у процес опоравка. Прогресивни ексцентрични тренинг снаге остварује боље ефекте на попречни пресек мишића, максималну снагу, резултат у хоп тесту, као и обиму покрета у зглобу колена приликом хода у односу на класичан протокол опоравка (Lorenz & Reiman, 2011). Такође, побољшања максималне снаге и резултата у хоп тесту су и након годину дана од операције значајно већа од групе која је радила класичан опоравак. Ексцентрични тренинг у трајању од 12 недеља, са почетком већ 3 недеље након реконструкције предњих укрштених лигамената, значајно доприноси повећању обима и снаге квадрицепса као и скочности у односу на стандардне протоколе рехабилитације, мерено 15 недеља и годину дана након операције (Gerber et al., 2009). Изгледа да је контролисан ексцентрични тренинг снаге могуће укључити у опоравак од ACL-а већ од треће недеље након операције!

Ексцентрични тренинг, као метода вежбања са минималним енергетским захтевима, може бити добро прилагођен у рехабилитацији старијих особа, као и повећању снаге код свих особа (Lindstedt et al., 2001). Такође, овај тип вежбања је прикладан за особе које болују од Паркинсонове болести. Висок ниво мишићне силе који се генерише уз мале метаболичке захтеве и повећање мишићног волумена чини га најподеснијим обликом вежбања за особе које болују од ове болести (Dibble et al., 2006). Закључено је да ексцентрични метод рада код старијих особа са ограниченим способностима за вежбање доводи до повећања

мишићне снаге, што последично утиче на побољшање способности одржавања равнотеже и кретања низ степенице, а смањује ризик од пада током кретања (LaStayo et al., 2003).

1.3 Ексцентрични тренинг и развој способности

У скоро сваком типу спортске активности покрет се карактерише као комбинација концентричне и ексцентричне мишићне акције (Dickinson et al., 2000). Током ексцентричне фазе покрета мишићно-тетивни систем се издужује и апсорбује механичку енергију (Lindstedt et al., 2001). Тако апсорбована енергија може се ослободити у виду топлоте, и у таквим ситуацијама мишић у ствари представља амортизер који апсорбује механичку енергију, као на пример током трчања низбрдо, заустављања или успоравања при промени правца, или скијања, или свих типова саскока. Ипак, током брзих покрета тако апсорбована енергија се може искористити као еластична енергија и искористити током концентричне контракције која непосредно следи, што се назива ексцентрично-концентрична контракција. Током овог типа активности мишић се заправо понаша по принципу опруге и у односу на брзину испољавања овог режима рада, делимо га на брзу и спору ексцентрично-концентричну контракцију. Такву, спору ексцентрично-концентричну контракцију, можемо приметити у кошарци приликом скокова када је почучањ нешто дубљи и последично време контакта са подлогом дуже (око 0.25 секунди). Још 1972. године су Коми и Брускирк (Komi & Buskirk) закључили да је услед специфичности ексцентрични тренинг метода рада са великим могућностима у тренингу снаге.

1.4 Изотонична ексцентрична оптерећења

Мада неисправно, термин изотонички се често користи за дефинисање динамичке мишићне активности у условима константног спољашњег отпора. Термин заправо означава динамички догађај у коме мишићи стварају исту количину силе у току целог покрета. Такве ситуације нису честе – ако уопште постоје у људској активности, услед разлика приликом стварања силе при различитим дужинама мишића и промена механичке ефикасности у различитим угловима зглоба.

Супрамаксимална и субмаксимална оптерећења представљају често примењиване модалитете ексцентричног тренинга на популацији спортиста јер не захтевају никакву додатну софистицирану апаратуру. Супрамаксимална оптерећења заправо подразумевају рад у ексцентричном режиму и са тежинама које превазилазе 100% од 1RM концентричне контракције. Ово практично значи да је потребно имати једног или двојицу асистената који ће помоћи да се нпр. у потиску са равне клупе тег подигне до почетног положаја, а затим га спортиста полако спушта до груди остварујући ексцентричну контракцију. Користе се серије од 1-2 понављања и са оптерећењем од 110-130% од концентричне 1RM. Ради се обично 3-10 серија, а трајање ексцентричне фазе покрета од 8-10 секунди за 110-120% од 1RM до десетак секунди за 125-130% од 1RM. Утврђено је да је тренинг веома специфичан и да највеће ефекте остварује у ексцентричном режиму мишићне контракције. Овај тип тренинга ставља велики захтев пред централни нервни систем и стога производи стање израженог замора, који лако може да пређе у акутну или ређе хроничну претренираност. Стога је пожељно да спортисти имају продужени одмор након оваквих тренинга. Примена супрамаксималног тренинга има изражене позитивне ефекте на хипертрофију мишића управо због екстремно високог механичког оптерећења на мишић.

Техника 2/1 се препоручује за ексцентрични тренинг субмаксималним оптерећењима - са два екстремитета се извршава концентрична фаза кретања, а ексцентрични део покрета се изводи са једним (пример: згиб – подизање тела са две руке а спуштање једном). Претежно се у програмима као препорука наводи оптерећење од ког треба почети око 70% од 1RM, са 3-5 серија и 6-10 понављања између серија. Постоји још неколико начина да се примени овај модел тренинга. Могуће је користити такозване „повезане” (*compound*) вежбе, што заправо подразумева да се концентрична фаза покрета изводи снажнијом групом мишића и вишезглобним покретом, а ексцентрична слабијом групом мишића и изолованим покретом (пример: уски потисак са клупе па трицепс екстензија). Оптерећење је у границама око 90% од 1RM и ради се 5 серија са 5 понављања и трајањем ексцентричне фазе покрета око 5 секунди. Коначно, споро–ултраспоро (*slow/superslow*), је још један начин примене горе наведеног модалитета. Спортиста изводи наглашено споро ексцентричну фазу покрета, а концентричну брже. Трајање ексцентричне фазе покрета

зависи од оптерећења, од 8-12 секунди за оптерећење око 60%, до око 4 секунде за оптерећење од око 85% од 1RM.

1.5 Изокинетичка ексцентрична оптерећења

Изокинетички тренинг изводи се на специјално конструисаним динамометрима који контролишу брзину кретања полуге и тако, сматра се, одржавају брзину константном. Технолошки напредак у последњих неколико деценија је знатно унапредио ове справе па су изокинетичка оптерећења постала популарна. У прошлости је цена изокинетичког динамометра била проблем, али данас их поседују многе лабораторије, теретане и клинике. Слично тестирању на класичним тренажерима, а управо супротно од употребе слободних тегова, изокинетичко мерење не прати промене у моторној координацији. Испитаник мора да следи правац покрета који му диктира изокинетички инструмент. Изокинетички динамометри годинама нису покривали ексцентричне мишићне активности, док данас многи изокинетички динамометри укључују и тестирање ексцентричних мишићних активности.

Када спортиста тренира изокинетички он заправо помера задато оптерећење увек истом брзином која се контролише помоћу изокинетичког динамометра. Истраживања су утврђивала разлике у оствареним ефектима применом изокинетичке динамометрије различитих угаоних брзина и показала да веће брзине доводе до већих ефеката на максималну снагу и хипертрофију мишића (Hoppeler et al., 2016). Овакви резултати истраживања се доводе у везу са вероватно израженијом синтезом протеина што последично доводи до хипертрофије. У литератури се најчешће препоручује примена 3-4 серије са 10 максималних ексцентричних контракција (одмор између серија 90 секунди) и применом велике угаоне брзине ($\sim 180^\circ \text{ s}^{-1}$). Иако валидна, метода акцентовања ексцентричне фазе мишићне контракције помоћу изокинетичког динамометра представља веома ретко заступљену процедуру у редовној тренажној пракси, пре свега због још увек високе цене апарата.

1.6 Акцентовани ексцентрични тренинг

Акцентовани ексцентрични тренинг подразумева извођење ексцентричне и концентричне мишићне акције током извођења покрета, али је оптерећење значајно веће током ексцентричне фазе покрета тако што се носи додатно оптерећење у ексцентричној фази, којег се спортиста ослобађа на крају ексцентричне фазе покрета. Истраживања су показала да се максимална снага током скока повећава као последица коришћења бучица као додатног оптерећења током ексцентричне контракције (Roig et al., 2009) којих се спортиста ослобађа у доњој фази амортизације, на крају ексцентричне фазе вежбе. Повећане вредности максималне снаге су изгледа последица већег броја фактора: акумулација потенцијалне енергије у мишићно-тетивним структурама, активирање рефлекса на истезање, повећане активности мишића пре концентричне фазе, повећаног предоптерећења (Norpeler et al., 2016). Студије су показале да највероватније постоје позитивни акутни и хронични ефекти примене овог модалитета ексцентричног тренинга на развој силе и снаге уз веома изгледне и неуромишићне адаптације (Branderburg et al., 2002). Дозирање оптерећења се најлакше дефинише преко додатног оптерећења које спортиста треба да оствари у ексцентричној фази покрета (нпр. држећи бучице у руци). Тако, ако желимо да радимо на максималној ексцентричној контракцији, оптерећење треба да буде око 75-85% од 1RM, а након достизања доње мртве тачке оптерећење се смањи за 45-55% (5-10 понављања са 45-90 секунди одмора између понављања). Ако је субмаксимална ексцентрична контракција у питању онда се препоручује оптерећење од 65-75% од 1RM које се смањује за 25-40% (10-15 понављања, 30-60 секунди пауза). Ако је субмаксимална ексцентрична контракција онда се препоручује оптерећење од 50-65% од 1RM које се смањује за 15-25% (15-20 понављања, 15-30 секунди пауза).

Други начин примене акцентованог ексцентричног тренинга јесте коришћење еластичних гума. Еластичне гуме су мануелно причвршћене за под и стварају силу која ће убрзати спортисту ка земљи. По доласку у доњу мртву тачку након доскока, на крају ексцентричне контракције, асистенти отпуштају еластичну траку и спортиста наставља са експлозивном концентричном контракцијом. Приликом извођења овог модалитета ексцентричног тренинга потребно је строго водити рачуна о техници извођења, о правилности доскока, положају колена и стопала, као и о углу зглоба колена и кука у коме желимо да видимо

спортисту у тренутка доскока, при чему је пожељно да активност има спорт-специфичну детерминанту. Акцентовани ексцентрични тренинг представља пожељан модалитет тренинга с обзиром да повећава ефикасност тренажног процеса, исти је пораст резултата уз мањи укупни обим тренинга од стандардних тренажних модалитета. Поред тога, изгледа да акцентовани ексцентрични тренинг може и да скрати време опоравка код спортиста с обзиром на смањене вредности лактата након тренинга (Moore et al., 2007).

1.7 Изоинерцијални ексцентрични тренинг

Када је почетком 80-их студент докторских студија Ханс Берг предложио свом ментору Пер Тесху (Per Tesch) како да са једноставним замајцем и канапом који се око њега врти реши проблем недостатка гравитације у тренингу снаге космонаута у васиони, није ни слутио да је започео праву малу револуцију у тренажној технологији и заправо креирао нови модалитет тренинга снаге – изоинерцијални тренинг. Наиме, када се након наглог одвртања канапа око замајца концентричном контракцијом испитаника дође до крајњег положаја почиње обрнути процес – замајац истим обртним моментом почиње да намотава канап скраћујући му дужину и приморавајући испитаника да му се супротстави сада ексцентричном контракцијом мишића. Ако жели да заустави намотавање канапа на краћем пређеном путу онда ће и ексцентрична сила морати да буде већа од концентричне (слика 3) чиме је могуће остварити и значајно надоптерећење у ексцентричној фази покрета. Такође, оптерећење у ексцентричној контракцији зависи од оптерећења које се оствари у концентричној контракцији и на већини опреме која подржава овај тип тренинга је практично неограничено, зависи од обртног момента и инерције замајца, која се лако повећава повећањем тежине истог.



Слика 3. Изоинерцијални тренажер

Слично као и за остале модалитете ексцентричног тренинга, већи број истраживања је углавном утврдио ефикасност изоинерцијалног ексцентричног тренинга у развоју физичких атрибута у односу на традиционалне тренинге снаге. Тако су Норбранд и сарадници (Norrbrand et al., 2008) у 5-недељној студији са 2-3 тренинга недељно показали да изоинерцијални ексцентрични тренинг остварује значајно већи пораст максималне вољне контракције и чак двоструко већи ефекат на хипертрофију мишића од стандардног тренинга снаге. Слично велике ефекте овог типа тренинга на мишићну хипертрофију презентовали су и Сејнес и сарадници (Seynness et al., 2006) са порастом од чак 0,2% дневно и 7% укупно за период од 20 дана колико је експеримент трајао. Де Хојо и сарадници (De Noo et al., 2015A) су на узорку од 18 елитних фудбалера јуниора показали да 10-недељна примена изоинерцијалног ексцентричног тренинга 1-2 недељно укупног обима 3-6 серија са 6 понављања доводи до значајног побољшања вредности скока у вис и трчања 20 метара. На узорку 28 младих здравих особа искусних у тренингу снаге Вокер и сарадници (Walker et al., 2016) утврђивали су ефекте традиционалног тренинга снаге и изоинерцијалног ексцентричног тренинга у трајању од 10 недеља и укупног обима 6 серија (3 серије са оптерећењем од 10RM и 3 са 6RM) на физичке атрибуте испитаника искусних у тренингу снаге. Резултати истраживања су показали да је изоинерцијални ексцентрични

модел тренинга статистички значајно бољи у развоју мишићне масе, укупне радне способности, као и мишићне активације у поређењу са традиционалним тренингом снаге. Изгледа да можемо са великом дозом сигурности да кажемо да изоинерцијални ексцентрични тренинг остварује значајно боље ефекте тренинга од класичних тренинга снаге у неколико параметара спортских перформанси, пре свега максималне снаге, мишићне хипертрофије и снаге на различитим деловима кривуље сила-брзина што пре свега зависи од примењеног тренинга. Изгледа да на вертикалну компоненту снаге (вертикални скокови и слични тестови) овај тренинг остварује умерену величину ефекта, а за хоризонталну компоненту малу величину ефекта, што је пре свега последица начина остваривања силе током тренинга – увек вертикална. Такође, изгледа да су ефекти израженији на узорку младих или добро тренираних испитаника.

Тренинг се углавном састоји од 3-4 серије са 6-12 понављања у серији, зависно од тренажног оптерећења. Ако се примењује веће оптерећење помоћу тежег замајца који доводи до смањење брзине извођења покрета онда се изводи мањи број понављања и обрнуто. С обзиром на релативно нови модел тренинга и с обзиром на специфичности ексцентричне контракције није изненађујуће да постоје само грубе препоруке, а не дефинисани протоколи тренинга са аспекта обима и интензитета. Неопходан је већи број истраживања који би се бавио овом проблематиком у наредном периоду и на основу којих би се добиле јасније инструкције за програмирање овог модалитета ексцентричног тренинга.

Током традиционалног тренинга снаге, када се ради са оптерећењима блиским максималним, током ексцентричне фазе покрета остварује се субмаксимално оптерећење око 40-50% од максимално могућег (Sheppard et al., 2008). Са друге стране, велики број истраживања је показао да ексцентрични тренинг снаге, нарочито са великим оптерећењем, има критичну важност у остваривању побољшања контрактилних карактеристика и масе на различитим узорцима популације (Asmussen, 1953). Дакле изгледа да има смисла претпоставити да је примена ексцентричног тренинга са надоптерећењем ефикасна стратегија у циљу повећања параметара мишићних способности (Dufour et al., 2004).

1.8 Акутни ефекти ексцентричног тренинга

Различите стратегије загревања се већ дуже времена користе у спортским активностима у циљу активирања потенцијалног феномена познатог под именом постактивацијски потенцијал или ПАП ефекат (Tillin et al., 2009). Овај феномен се производи најчешће вољном мишићном контракцијом скоро максималног интензитета, и показано је да доводи до пораста експлозивних активности у периоду од неколико до неколико десетина минута након контракције. Најчешће предлагани механизми за настанак потенцијације су везани за фосфоризацију лакних ланаца меромиозина током мишићне контракције (Baudry & Duchateau, 2004), што последично доводи до повећане осетљивости мишићних моторних неурона вишег реда, што се такође наводи као ефекат који доводи до постактивацијске потенцијације (Tillin et al., 2009). Неколико различитих фактора (обим, интензитет, време опоравка као и тип мишићне контракције) детерминишу ПАП ефекат и њихова комбинација изгледа одређује да ли ће се ПАП ефекат појавити или ће се заправо мишић довести у стање замора без пораста способности (Gourgoulis et al., 2003). Тако су претходна истраживања анализирали примену изометријских, изотоничних и ексцентричних мишићних акција (Duthie et al., 2002; Namada et al., 2000; Kilduff et al., 2007). Студије су показале да изометријска контракција доводи (Esformes et al., 2011) или не доводи (Foland et al., 2008) до побољшања у физичким атрибутима спортиста. Примена динамичких оптерећења (са концентричном и ексцентричном фазом покрета) такође је утврђивана, и показано је да побољшава вредности скока у вис након примене получучња са додатним оптерећењем од 5RM (Kilduff et al., 2007). Са друге стране, Есформес и сарадници (Esformes et al., 2011) утврдили су да не постоји промена у динамичким параметрима када се непосредно пре теста примењивало оптерећење од 3RM у потиску са клупе. Коначно, примена изоинерцијалног оптерећења у остваривању ПАП ефекта је новијег датума и са свега неколико истраживања. Изоинерцијално оптерећење се углавном користило у процесима рехабилитације и превенције повреда, па не чуди недостатак истраживања о примени ове методе у испољавању ПАП ефекта. Ипак, могуће је претпоставити да би примена изоинерцијалног оптерећења могла да изазове акутне ефекте пораста способности на узорку различитих популација спортиста.

2 ДОСАДАШЊА ИСТРАЖИВАЊА

У раду који су објавили 2006. године **Остојић и сарадници** (Ostojić et al., 2006) анализирали су физичке и физиолошке карактеристике елитних кошаркаша ($n=60$), из пет тимова који су се такмичили у Првој лиги Србије. Просечна висина целокупног узорка кошаркаша је била 199.5 ± 8.2 cm, просечна тежина 96.5 ± 11.2 kg, и просечна висина скока увис VJ је 57.4 ± 7.7 центиметара. Целокупан узорак је подељен према позицији играча у тиму на бекове ($n=20$), крила ($n=20$) и центре ($n=20$). Играчи на позицији центра су били значајно виши и тежи у поређењу са играчима на позицији крила и бека, док су играчи на позицији крила значајно виши и тежи од играча на позицији бека. Такође, центри су имали већи проценат масног ткива у поређењу са крилима и бековима, али значајно мање вредности VO_{2max} у поређењу са крилима и бековима. Није било статистички значајне разлике у висини скока увис између играча на различитим позицијама.

Поређењем врхунских (национални или интернационални играчи) и кошаркаша нижег нивоа такмичења **Делекстракт и Кохен** (Delextrat & Cohen, 2008) су утврдили да су елитни кошаркаши значајно агилнији (Т-тест, за 6.2%) и скочнији (VJ, за 8.8%) у поређењу са неелитним кошаркашима. Такође, елитни кошаркаши су имали боље резултате на изокинетичком тесту снаге екстензора колена (разлика од 20.2%). Када је тестирана снага горњих екстремитета (бенч прес 1RM) елитни играчи су имали боље резултате за 18.6%. Значајне разлике није било између група у тестовима спринта 20 метара и специфичном кошаркашком тесту „камиказа”. На основу резултата аутори препоручују да у програму физичке припреме кошаркаша буде више кратких и интензивних вежби (до 30 секунди) и кратких спринтева 5 до 10 метара.

Јукић и сарадници (2005) су на основу резултата анкете 13 врхунских кондиционих тренера и/или универзитетских професора факторском анализом издвојили осам латентних димензија (фактора) неопходних за успешно бављење кошарком: фактор брзинских карактеристика кошаркашке игре, фактор вишестране припреме кошаркаша,

фактор аеробног режима рада и максималног испољавања силе, фактор базичне припреме кошаркаша, фактор унапређења меких ткива кошаркаша, фактор динамичке гипкости, фактор специфичне експлозивне снаге типа вертикалне скочности и фактор контроле кошаркашке лопте.

Ла Стајо и сарадници (LaStayo et al., 2003B) су анализирали ефекте ексцентричног и традиционалног тренинга са теговома на доње екстремитете старијих особа након 11 недеља вежбања са 3 тренинга недељно. Узорак је састављен од 21 старије особе (просечна старост 80.2 година), 11 мушкараца и 10 жена, распоређених у две групе, прву која је вежбала ексцентрично на ергометру (ЕСС, n=11) и другу која је вежбала са теговима на традиционалан начин (TRAD, n=10). ЕСС група је вежбала ексцентрично на лежећем ергометру који покреће мотор и производи силу већу од силе вежбача, обе силе се мере и приказују на монитору који је повезан са ергометром. Прве две недеље је оптерећење прогресивно повећавано како би се избегли ефекти DOMS-а. Пре и после експерименталног третмана обе групе су тестиране: изометријска снага екстензора колена, попречни пресек мишићног влакна квадрицепса, и три теста за старију популацију - процену баланса на Берговој скали, способност силаска низ степенице и ризик од пада. Попречни пресек мишићног влакна се значајно повећао у обе групе (ЕСС=61% TRAD=41%), али је само ЕСС група остварила значајан напредак у снази (60%), балансу (7%) и способности силаска низ степенице (21%). У тесту ризика од пада обе групе су оствариле напредак, али је само ЕСС група прешла са високог нивоа ризика на низак ниво ризика од пада.

Асклинг и сарадници (Askling et al., 2003) су истраживали да ли тренинг снаге са ексцентричним надоптерећењем мишића задње ложе у предсезони има утицаја на појаву и озбиљност повреда задње ложе током сезоне која следи у трајању од 35 недеља. Узорак су чинили 30 професионалних фудбалера Шведске, рандомизирано подељених у две групе, тренинг групу и контролну групу. Испитаници обе групе су наставили да тренирају у својим клубовима, а испитаници тренинг групе су током 10 недеља у предсезони вежбали додатно 1-2 тренинга недељно, укупно 16 тренинга, на уређају који омогућава вежбање са ексцентричним надоптерећењем. Контролна група није имала додатне тренинге. Мерене су изокинетичка снага задње ложе помоћу изокинетичког динамометра за сваку ногу

посебно, брзина трчања 30 метара из летећег старта, пасивна флексија кука опруженом ногом помоћу флексометра. Код тренинг групе је дошло до повећања снаге мишића задње ложе и у концентричној (15%) и у ексцентричној контракцији (19%), док код контролне групе није било значајне промене снаге. Брзина трчања 30 метара је значајно побољшана у тренинг групи (2.3%) док је код контролне групе остала непромењена. Повреде задње ложе и величина повреде су регистроване током целокупног трајања истраживања (46 недеља). Утврђено је да је број повреда задње ложе значајно мањи код испитаника тренинг групе (3 од 15) у поређењу са онима који нису додатно вежбали тренинг снаге (10 од 15).

Франки и сарадници (Franchi et al., 2017) у свом недавно објављеном прегледном чланку анализирају промене у мишићима као одговор (адаптацију) на само ексцентрични или само концентрични тренинг. При поређењу ефеката хроничног оптерећења једном врстом тренинга на хипертрофију мишића истраживања су подељена у шест група према методи процене. Издвојена су четири истраживања у којима је за метод процене хипертрофије мерен обим мишића, и два истраживања су показала да постоје значајно бољи резултати у повећању обима мишића када је кориштен ексцентрични тренинг у односу на концентрични тренинг. Интересантно је да није било значајних промена обима мишића када су мерени доњи екстремитети, у оба истраживања где постоје разлике су мерили обиме горњег дела тела. Издвојено је и десет истраживања која су за метод процене користила мерење анатомског попречног пресека мишића. Два истраживања су показала да постоје значајно бољи резултати као последица само ексцентричног тренинга у поређењу са само концентричним тренингом, једно у коме су мерени екстензори колена и једно у коме су мерени флексори лакта. Аутори закључују да још увек нема довољно доказа да ексцентрична врста тренинга значајно повећава анатомски попречни пресек мишића у поређењу са концентричним тренингом. Само два истраживања су као метод процене користила волумен мишића и ни једно није доказало боље резултате као последицу врсте спроведеног тренинга. Издвојено је шест истраживања где је метод процене дебљина мишића. Значајно бољи ефекти су показани само у једном истраживању у коме је мерена дебљина флексора лакта и то након ексцентричног тренинга при већим брзинама, док код споријег извођења вежби није било разлике у ефектима ЕСС тренинга у поређењу са ефектима CON тренинга. Ни једна од четири издвојене студије није доказала

значајно боље резултате проценом мишићне масе бутине као последице врсте тренинга. Укупно пет истраживања су као метод процене користила мерење попречног пресека мишићних влакана типа II, и три истраживања су показала боље резултате након ексцентричног тренинга са већим интензитетом (брзином извођења) у поређењу са концентричним тренингом.

У истраживању објављеном 2012. године **Сканлан и сарадници** (Scanlan et al., 2012) су помоћу видео технологије анализирали временско-просторне активности кошаркашица (узорак $n = 12$; старост: 22.0 ± 3.7 година) током три утакмице првенства Аустралије. Поред ове анализе, током осам утакмица код играчица је праћена концентрација лактата у крви и срчана фреквенца. Кошаркашице током укупног трајања утакмице пређу 5214 ± 315 метара и просечно направе око 1752 ± 186 кретњи; $39 \pm 3\%$ укупног времена утакмице изводе кретања ниског интензитета, умереним интензитетом се крећу $52 \pm 2\%$ времена, а $5 \pm 1\%$ времена проведу у кретању високог интензитета. Активности које укључују кретање са лоптом (дриблинг) чине $4 \pm 1\%$ укупног времена трајања утакмице. Анализом по позицијама у тиму утврђено је да играчице на спољним позицијама изводе више кретања са лоптом (дриблинг), а мање стоје и ходају од играчица на унутрашњим позицијама у тиму. Током времена проведеног у игри (*Live Time*) забележена је просечна вредност срчане фреквенце од 162 ± 3 откуцаја у минути, док када се посматра укупно време трајања утакмице просечна вредност је 136 ± 6 откуцаја у минути. Измерена је просечна вредност лактата у крви од $3.7 \pm 1.4 \text{ mmol/L}$ током такмичења.

Мекинис и сарадници (McInnes et al., 1995) су пратили срчану фреквенцу и концентрацију лактата у крви осам кошаркаша током тренинг утакмица Националне кошаркашке лиге (*National Basketball League - NBL*) Аустралије и Новог Зеланда. Такође, помоћу видео технике анализирано је кретање играча током утакмице. Просечна срчана фреквенца измерена током утакмице је 164.9 откуцаја у минути што је 86.8% од максималне срчане фреквенце (HR_{max}), док је током игре просечна срчана фреквенца 168.4 откуцаја у минути (88.7% од HR_{max}). Просечно кошаркаши 65% времена утакмице или 75% времена игре проведу са срчаном фреквенцом већом од 85% од максималне срчане фреквенце. Ова анализа је показала да се током трајања утакмице играчи крећу ниским интензитетом више од 75% времена. Када је анализирано време игре закључено је да се

играчи већи део времена (60%) крећу интензитетом већим од ходања. Кретања високим интензитетом играчи користе 10% укупног времена, или више од 15 % времена игре. Просечно трајање сваке кретње је мање од 3 секунде, а дешавања на терену се мењају у просеку сваке 2.2 секунде. Просечна измерена количина лактата износи 6.8 *mmol/L*, док је највиша измерена концентрација лактата била 13.2 *mmol/L*.

Де Хојо и сарадници (De Noo et al., 2015A) су на узорку од 36 младих фудбалера (U-17 до U-19) утврђивали ефекат изоинерцијалног тренинга (получуцањ и *leg curl*) у трајању од 10 недеља на инциденцу повреда и спортске перформансе. Фудбалери су подељени у контролну групу (n=15; старости 17 ± 1 година; просечна висина 178.24 ± 1.25 центиметара; телесна маса 73.12 ± 2.56 килограма) и експерименталну групу (n=18; старости 18 ± 1 ; висина 177.86 ± 3.12 ; телесна маса 70.87 ± 3.87) која је вежбала 1-2 тренинга недељно, 3-6 серија по 6 понављања на изоинерцијалној машини. Резултати су показали да се група која је примењивала изоинерцијални третман одликовала значајно мањим бројем повреда (изражено преко броја повреда на 1000 сати тренинга). Изоинерцијални тренинг је довео да побољшања резултата у скоку СМЈ за 7.6%, брзини трчања 10 метара 1%, 20 метара 1.5% и 10 метара из летећег старта 3.3%. Истовремено, контролна група је имала нешто лошије резултате у тестовима СМЈ (-1.7%), брзини трчања 10 метара (-0.3%), 20 метара (-0.1%) и нешто бољи резултат у тесту 10 метара из летећег старта (0.2%). На тестовима способности, експериментална група је остварила значајно боље резултате (величина ефекта: *likely to very likely*) у тестовима спринт на 20 m ($ES=0.37$), 10 m летећи старт ($ES=0.77$), и скок са получучњем СМЈ ($ES=0.95$). Аутори закључују да је изоинерцијални тренинг у трајању од 10 недеља потентна стратегија смањења броја повреда, али и побољшања спортских перформанси на узорку младих фудбалера.

Де Хојо и сарадници (De Noo et al., 2015B) су на узорку од 23 здрава, физички активна испитаника мушког пола (старости 22.29 ± 2.45 године), поредили ефекте две врсте тренинга у трајању од 6 недеља. Испитаници су сврстани у групу која је вежбала получуцањ на *Smit* машини односно традиционални тренинг (ТТ; n=12; старост 23 ± 3 година; телесна маса 76.51 ± 7.46 килограма; телесна висина 177.24 ± 4.61 центиметара) и групу која је вежбала искорак (хоризонталну кретњу) уз употребу изоинерцијалног

тренажера (HFT; $n=11$; старост 22 ± 2 ; телесна маса 77.47 ± 8.02 ; телесна висина 176.63 ± 2.27). Обе групе су имале 3 тренинга недељно са постепеним повећањем обима од 5 до 8 серија са 8 понављања. Обе групе су имале значајно побољшање резултата у трчању 10 метара (TT: -0.17 ± 0.27 s, $p = 0.05$ vs. HFT: -0.11 ± 0.10 s, $p = 0.01$). У тесту трчања 20 метара TT група је значајно побољшала резултат (-0.05 ± 0.6 s; $p = 0.04$), али не и HFT група (-0.02 ± 0.05 s; $p = 0.23$). Резултати анализе теста трчања 10 и 20 метара су показали да нема значајне разлике између група као последица тренинга. У скоку у вис CMJ група TT је остварила веће побољшање (4.92 ± 2.58 cm; $p = 0.001$) од HFT групе (1.55 ± 2.44 cm; $p = 0.05$) и постоји значајна разлика између група као последица тренинга ($p=0.004$). Аутори закључују да традиционални тренинг даје боље ефекте у скоку у вис CMJ у односу на изоинерцијални тренинг. У тесту трчања 10 метара обе групе су оствариле значајно побољшање док је у тесту трчања 20 метара само традиционални тренинг довео до значајно бољег резултата.

Сабидо и сарадници (Sabido et al., 2017) су утврђивали ефекте једног додатног изоинерцијалног тренинга недељно на неколико физичких атрибута професионалних рукометаша. Укупно 18 рукометаша је подељено у две групе, контролну и експерименталну, која је уз наставак стандардног тренинга снаге који су обе групе до тада користиле, примењивала и изоинерцијални тренинг, получучањ, 4 серије са 8 понављања. Батерија тестова је садржала максималну брзину избачаја, апсолутну снагу (1RM), скок са получучњем (CMJ), 20 m спринт, троскок и вредности максималне ексцентрично-концентричне снаге измерене у получучњу. Обе групе су поправиле вредности максималне снаге, спринта на 20 m и скока са получучњем и без статистичке значајности између група, али је само изоинерцијална група значајно поправила резултат у троскоку, и за једну и за другу ногу. Изоинерцијална група је показала статистички значајно боље резултате у ексцентричној и концентричној фази извођења получучња. Аутори су закључили да је значајне физичке атрибуте у рукомету могуће побољшати додавањем једног изоинерцијалног тренинга недељно, наглашавајући практичну применљивост овог краткотрајног тренинга за унапређење спортских перформанси.

Норбранд и сарадници (Norrbrand et al., 2008) у 5-недељној студији са 2-3 тренинга недељно (укупно 12 тренинга), 4 серије са 7 унилатералних екстензија леве ноге показали

су да изоинерцијални ексцентрични тренинг остварује значајно већи пораст максималне вољне контракције и чак двоструко већи ефекат на хипертрофију мишића од стандардног тренинга снаге. Испитаници су подељени у две групе, једна група је вежбала традиционални тренинг снаге на класичном тренажеру (WS, n=8, просечне старости 39.4 ± 8.1 година), а друга идентичан рад, али на изоинерцијалном тренажеру (FW, n=7, просечне старости 39.1 ± 9.1 година) уз ексцентрично надоптерећење. Сви испитаници су били без искуства или са малим искуством у тренингу снаге доњих екстремитета. Оба тренажера су обезбеђивала рад екстензора колена уз исти обим покрета. Мерени су максимална вољна изометријска сила екстензора колена и обим појединачно за сваки мишић квадрицепса, као и вршна вредност снаге и рад по серијама. Волумен квадрицепса леве ноге се повећао за 6% код испитаника који су вежбали на изоинерцијалном тренажеру у поређењу са 3% код групе која је вежбала традиционални тренинг снаге.

Слично истраживање са сличним резултатима спровели су **Теш и сарадници** (Tesch et al. 2004). Испитаници, 21 физички неактиван мушкарац и жена старости између 30-56 година, подељени су у 2 групе. Испитаници ULRE групе вежбали су током 5 недеља унилатерални тренинг снаге леве ноге, 2-3 тренинга недељно, 4 серије са 7 понављања на изоинерцијалном тренажеру. Мерени су снага и волумен мишића опружача колена. Као последица тренирања на изоинерцијалном тренажеру волумен мишића је повећан 8.8%, док је снага остала на истом нивоу.

На узорку 28 младих спортиста искусних у тренингу снаге, **Вокер и сарадници** (Walker et al., 2016) утврђивали су ефекте акцентованог ексцентричног тренинга снаге (ексцентрично оптерећење=концентрично оптерећење+40%) и традиционалног ексцентрично-концентричног тренинга у трајању од 10 недеља и укупног обима 6 серија (3 са 10RM и 3 са 6RM оптерећењем). Обе експерименталне групе су имале исти тренинг, али је група која је вежбала акцентовани тренинг имала додатно оптерећење током ексцентричне фазе рада у односу на концентричну фазу рада. Контролна група је наставила своје вежбање које је уобичајено за испитанике, нису имали посебне тренинге снаге. Максимална продукција силе мерена је тестом унилатералне изометријске изодинамичке контракције екстензора колена, а радни капацитет тестом понављања до отказа екстензије колена. Резултати истраживања су показали да је акцентовани ексцентрични метод тренинга имао

статистички значајно боље ефекте у развоју мишићне масе, укупне радне способности као и мишићне активације од традиционалног изоинерцијалног тренинга. Максимални изометријски обртни момент се значајно повећао након акцентованог ексцентричног тренинга ($18\pm 10\%$, $p < 0.01$) у поређењу са контролном групом ($1\pm 5\%$, $p < 0.05$). Изокинетички ексцентрични обртни момент је значајно повећан само након акцентованог ексцентричног тренинга ($10\pm 9\%$, $p < 0.05$). Истовремено, концентрични обртни момент се подједнако повећао и након акцентованог ексцентричног тренинга ($10\pm 9\%$, $p < 0.01$) и након традиционалног тренинга снаге ($9\pm 6\%$, $p < 0.01$). Тест понављања до отказа је показао да постоји побољшање у резултатима групе која је вежбала акцентовани ексцентрични тренинг (28% , $p < 0.05$).

Таус-Фахардо и сарадници (Tous-Fajardo et al., 2016) су у студији која је трајала 11 недеља на узорку од 24 млада фудбалера старости до 18 година шпанске националне лиге поредили ефекте додатног ексцентричног тренинга са надоптерећењем и вибрационог тренинга (експериментална група) у односу на традиционални тренинг снаге са теговима и плиометрије (контролна група). Обе групе су поред редовних тренинга у клубу додатно једном недељно вежбале тренинг снаге различитим методама, а тестиране су брзина, брзина промене правца (*V-cut test*), снага и скочност. Експериментална група је остварила значајно боље резултате (величина ефекта: *very likely to likely*) у брзини промене правца (*ES*: 1.42), трчању 10 (*ES*: 1.17) и 30 метара (*ES*: 0.98) и висини скока (*ES*: 0.69) током мерења 5 скокова везано. Процентуално, експериментална група је побољшала резултат у тесту промене правца 5.7%, у трчању 10 m за 1.6% и у тесту скок у вис СМЈ 4.4%. У тесту трчања 30 метара резултат је слабији 0.2%.

Мерећи разлике у ефектима седмодневног програма рада са неактивним особама женског пола **Хортобађи и сарадници** (Hortobágyi et al., 2001) су анализирали разлике у ефектима тренинга снаге са ексцентричним надоптерећењем и стандардног тренинга снаге. Током седам узастопних дана обе групе су вежбале 5-6 серија са 10-12 понављања флексије и екстензије квадрицепса леве ноге на изодинамичком динамометру са оптерећењем које је одговарало 60% од 1RM. Снага је мерена тестом 3 максимална понављања. Ексцентрична снага групе која је вежбала са ексцентричним надоптерећењем је повећана 27% док је након стандардног тренинга снаге повећана 11%. Након тренинга са ексцентричним

надоптерећењем концентрична снага је повећана 27% док је након стандардног тренинга повећана 26%. Групи која је вежбала са ексцентричним надоптерећењем током ексцентричне фазе рада оптерећење је повећано 40-50%. Просечно, група која је вежбала тренинг са ексцентричним надоптерећењем имала је двоструко веће повећање снаге у односу на групу која је вежбала традиционални тренинг снаге.

У мета-анализи објављеној 2017. године **Марото-Изкуиердо и сарадници** (Maroto-Izquierdo et al., 2017A) обухватили су резултате 9 истраживања током 22 године, са укупно 276 испитаника, о ефектима тренинга са ексцентричним надоптерећењем на тренажерима са замајцем (изоинерцијални тренинг). У истраживању разлика изоинерцијалног тренинга и традиционалних тренинга снаге укључена су само истраживања у којим су кориштени изоинерцијални тренажери, вежбе са слободним теговима и класични тренажери са теговима. Прикупљени резултати су подељени у 5 подгрупа према варијаблама: максимална снага (CON, ECC или обе), мишићна снага (изотонична или изокинетичка, али само CON контракције), хипертрофија, способност скока увис (CMJ) и брзина. Мета-анализа је показала значајно боље резултате рада са ексцентричним надоптерећењем у односу на традиционални тренинг снаге и то у експлозивној снази (концентричној и ексцентричној), мишићној снази, хипертрофији мишића, висини вертикалног скока и брзини трчања. У истом раду аутори закључују да, иако постоје истраживања о разликама у ефектима тренинга са ексцентричним надоптерећењем на уређајима са замајцем и традиционалног тренинга на тренажерима са теговима, нема систематског прегледног рада који би сумирао резултате ових студија. Мета-анализе подгрупа су показале значајне разлике у ефектима изоинерцијалног тренинга у односу на традиционални начин тренинга снаге и то у снази и концентричне и ексцентричне контракције (SMD 0.66; 95% CI 0.44 до 0.89), апсолутној снази (SMD 0.8; 95% CI .53 до 1.07), хипертрофији мишића (SMD 0.57; 95% CI 0.25 до 0.9), висини скока увис (SMD 0.46; 95% CI 0.09 до 0.83) и брзини трчања (SMD 0.41; 95% CI 0.0 до 0.82).

Марото-Изкуиердо и сарадници (Maroto-Izquierdo et al., 2017B) су поредили ефекте шест недеља тренинга снаге са ексцентричним надоптерећењем у односу на тренинг снаге на лег прес машини (машина за ножни потисак). Током тренинга (укупно 15) испитаници су вежбали 4 серије са по 7 понављања, уз 3 минута одмора између серија. Тренинг EXP

групе (n=15, просечне старости 19.8 ± 1 година) се састојао од екстензије и флексије колена и кука максималном вољном контракцијом на изоинерцијалном тренажеру, док је CON група (n=14, просечне старости 23.8 ± 1.6) вежбала на класичној лег прес машини са теговима, са оптерећењем које је једнако 7 максималних понављања (7RM). Узорак су чинили рукометаша професионалне лиге у Шпанији. Побољшање резултата је значајно веће код испитаника из EXP групе (ЕСС тренинг) у односу на испитанике из CON групе (CON тренинг) у тесту максималне динамичке снаге доњих екстремитета, у тестовима скока у вис CMJ и SJ, спринта 20 метара, Т теста агилности, и дебљини мишића *Vastus-Lateralis*. У тесту максималне динамичке снаге доњих екстремитета – 1RM испитаници EXP групе су побољшали резултат 12.2% док су испитаници из CON групе побољшали резултат 7.9%. У тесту скока у вис испитаници EXP групе су побољшали резултат CMJ 9.8% а CON групе 3.4%; скок у вис SJ испитаници EXP групе 9.6% а CON групе 4.5%. у тесту трчања спринт 20 метара експериментална група је побољшала резултат 10% а контролна група 5.1%. У тесту агилности Т тест EXP група је побољшала време извођења 7% а CON група 4.4%.

У свом истраживању **Фернандез-Гонзало и сарадници** (Fernandez-Gonzalo et al., 2014) су поредили ефекте шестонедељног програма рада (15 тренинга) на изоинерцијалном тренажеру (*YoYo™ Technology Inc, Stockholm, Sweden*) на мишићну снагу и скочност у зависности од пола испитаника. Узорак су чинили 16 мушких и 16 женских испитаника, студенти спортских наука. Снага је изражена кроз 1RM на лег прес машини, а скочност SJ и CMJ. Код мушкараца снага је повећана 25%, способност скока SJ 4% и CMJ 3%. Код жена снага је повећана 20%, способност скока SJ 8% и CMJ 6%. Релативно повећање снаге у концентричној фази је код мушкараца 56% а код жена 46%. Ексцентрична снага је код мушкараца повећана 57%, а код жена 46%. Истраживање је показало да, иако је мишићна снага током тренинга било значајно већа код мушкараца, релативно повећање се није значајно разликовало код испитаника мушког и женског пола.

Нацк и сарадници (Naczk et al., 2013) су истраживали разлике у ефектима изоинерцијалног тренинга са различитим оптерећењем на екстензоре колена код младих здравих особа. У истраживању је учествовало 58 физички активних студената подељених у 2 експерименталне групе. Прва група Т0 је вежбала на изоинерцијалном тренажеру без

додатног оптерећења, само тежина замајца од 19.4 килограма, док је друга група T10 вежбала са додатним оптерећењем од 10 килограма. Обе групе су вежбале 3 тренинга недељно током 5 недеља. Тестиране су максимална сила, експлозивна снага, скокови СМЈ и SJ, мишићна маса, максимална снага остварена током теста на ергометру (PVT) и електромиографија квадрицепса. Није било значајне разлике у ефектима тренинга између две експерименталне групе. Обе групе, T0 и T10, су оствариле значајно побољшање у мишићној сили (25.2% и 23.3%), експлозивној снази (33.2% и 27%), скоковима СМЈ (3.8% и 6.7%) и SJ (2.2% и 6.1%). Такође остварена су значајна повећања мишићне масе (9.8% и 15%). Електромиографија мишића је показала повећање само код T0 групе за 16%.

У раду **Нацзка и сарадника** (Naczka et al., 2014) 46 студената факултета за физичко васпитање су рандомизирано распоређени у 3 експерименталне групе и контролну групу (С група; n=13; старости 22.3 ± 2.1 година) која није вежбала тренинге снаге. Испитаници T0 групе (n=11; старости 20.4 ± 0.5 година) су вежбали само са тежином осовине са замајцем (19.4 килограма), а испитаници T5 (n=11; 20.9 ± 1.4 година) групе су вежбали са додатним оптерећењем тегом од 5 килограма постављеним на осовину справе; и испитаници T10 групе (n=11; 21.0 ± 1.7 година) су вежбали са додатним оптерећењем тегом од 10 килограма постављеним на осовину справе. Поред тренинга снаге испитаници су током наставе на факултету имали додатно вежбе различитих спортова укупног трајања 270 минута недељно (кошарка, пливање, атлетика и гимнастика), при чему ни један испитаник није био активни такмичар. Испитаници три експерименталне групе су вежбали три пута недељно током 4 недеље. Сваки тренинг се састојао од 3 серије вежби мишића рамена на изоинерцијалном тренажеру. Од испитаника је тражено да вежбају максималном вољном контракцијом 20 секунди једном руком и затим без одмора још 20 секунди другом руком, пауза између серија је 2 минута. Број понављања у серији се прогресивно повећавао током времена, у T0 групи од 29 до 34; у T5 групи од 26 до 31 понављања и у T10 групи од 24 до 28 понављања. Разлике броја понављања између група су резултат различитих оптерећења. Мерена су експлозивна снага и максимални обртни моменат мишића на изокинетичком динамометру, а електромиографијом су мерене промене у електричној активности великог грудног мишића (*pectoralis major*). Вежбање изоинерцијалном методом је довело до значајног повећања максималног обртног момента у све три експерименталне групе:

T0=15.5%; T5=13% и T10=14%. Релативно повећање обртног момента у поређењу са С групом је статистички значајно и код T0 ($ES=2.03$) и код T5 ($ES=0.84$) и код T10 групе ($ES=1.42$). Такође, у све три групе је дошло до значајног повећања експлозивне снаге: T0=16.6%; T5=19.5%; T10=14.5%. Релативно повећање експлозивне снаге у поређењу са С групом је статистички значајно и код T0 ($ES=1.65$) и код T5 ($ES=0.92$) и код T10 групе ($ES=0.78$). Није било статистички значајне разлике у повећању експлозивне снаге и обртног момента између група које су вежбале.

Гургулис и сарадници (Gourgoulis et al., 2003) у својој студији анализирају ПАП ефекте получучња са оптерећењем на способност скока СМЈ код 20 физички активних мушкараца (старости 21.8 ± 1.1 година) непосредно након потенцијације. Након загревања испитаници су вежбали 5 серија са 2 понављања получучањ са прогресивним оптерећењем у свакој серији од 20, 40, 60, 80 и 90% од 1RM. Резултати су показали да је способност скока побољшана 2.39%. Затим су испитаници подељени у две групе према вредности 1RM получучња. Испитаници са већом максималном снагом су побољшали резултат у скоку у вис 4.01%, док су испитаници са мањом максималном снагом побољшали резултат 0.42%.

Вебер са сарадницима (Weber et al., 2008) је анализирао утицај тренинга са великим оптерећењем (получучањ са шипком и оптерећењем од 85% од 1RM на леђима) на акутне (ПАП) ефекте извођења узастопних скокова из получучња. Узорак је чинило 12 атлетичара који су се такмичили у Дивизији I NCAA. Тест (пре и после тренинга) се састојао од 7 узастопних скокова из получучња са замахом рукама (SJ), а тренинг од једне серије од пет понављања, получучањ са оптерећењем. Контролна група је уместо вежбе получучањ са оптерећењем радила пет скокова из получучња са замахом рукама. Између вежбе и теста испитаници су имали одмор од 3 минута. Просечна висина скока се након вежбе са оптерећењем повећала око 6%, док је висина скока код контролне групе смањена за 2.7%.

Арабатзи и сарадници (Arabatzi et al., 2014) су анализирали ефекте ПАП на способност скока у вис SJ и максималну брзину развоја силе током извођења скока, односно да ли постоје разлике између испитаника различите старости и пола. Испитаници, 28 мушког пола и 30 женског пола, су подељени у групе према старости на предпубертетску групу (10-12 година), пубертетску групу (12-14 година) и групу одраслих (20-25 година). У

свакој узрасној групи додатно су подељени на експерименталну (ПАП) и контролну (CONT) групу. ПАП протокол се састојао од 3 максимална изометријска получучња у трајању од 3 секунде, са 2 минута одмора између вежби. Испитаници контролне групе нису вежбали ПАП протокол, одмарали су. Висина скока и максимална брзина развоја силе при скоку су мерени 15 минута пре тренинга, и 20 секунди и 4 минута након тренинга, вертикална сила реакције на подлогу је мерена током извођења SJ. Током мерења испитаници су изводили 3 скока SJ са 5 секунди одмора између скокова. Максимална вредност силе реакције на подлогу је такође мерена. Значајан је ефекат постаktivацијске потенцијације у обе групе одраслих особа и дечака у пубертету. Нема значајних разлика код деце предпубертетског узраста. Повећана способност скока је забележена код одраслих мушкараца, док није било значајних ефеката код дечака предпубертетског и пубертетског узраста, нити код жена. Аутори закључују да узраст и пол имају битан утицај на ПАП ефекте висине скока у вис и максималне брзине развоја снаге.

Чиу и сарадници (Chiu et al., 2003) су објавили рад у коме је анализиран утицај тренажног статуса на ПАП поредећи ефекте код рекреативаца ($n=17$) и такмичара из спортова који захтевају експлозивне кретње ($n=7$). Испитаници, 12 мушкараца и 12 жена, просечне старости 23.42 ± 2.89 , су тестирани скок у вис са оптерећењем, 5 и 18.5 минута након две врсте загревања. Контролно загревање су чиниле 2 серије од 5 чучњева без додатног оптерећења и 2 серије од 3 скока у вис, а током ПАП загревања испитаници су након контролног загревања додатно урадили 5 серија са 1 понављањем чучња са оптерећењем 90% од 1RM. Тест се састојао од скока из стојећег става након циклуса издуживања и скраћивања мишића (RJS), и скока из получучња (CJS) са шипком на леђима, са оптерећењима од 30%, 50% и 70% у односу на 1RM. Пауза након сваког скока је трајала 1 минут. Резултати су показали да је замор присутан код рекреативаца и 5 минута након вежби са великим оптерећењем, па није било побољшања резултата. Насупрот њима, након ПАП стимулуса великим оптерећењем код такмичара је побољшан резултат и после 5 и после 18.5 минута. Поредећи резултате рекреативаца и спортиста утврђена је значајна разлика у корист спортиста у тесту CJS са оптерећењем од 30% ($p=0.013$; $ES=0.576$) и 50% ($p=0.006$; $ES=0.622$) и за тест RJS са 30% оптерећења ($p=0.005$; $ES=0.630$). Такође, након експерименталног загревања просечна сила ($p \leq 0.05$; $ES=0.621$), просечна снага ($p \leq 0.01$;

$ES=0.810$) и врх снаге ($p \leq 0.05$; $ES=0.655$) су били значајно већи након 18.5 минута у поређењу са вредностима измереним након 5 минута. На основу резултата аутори закључују да постоји значајно побољшање способности извођења експлозивних кретњи код врхунских спортиста као последица високог степена спортске форме и повећане отпорности на појаву замора.

Де Хојо и сарадници (De Nooy et al., 2014) су на узорку 20 професионалних фудбалера утврђивали акутни утицај изоинерцијалног тренинга на кинетичке параметре тестова агилности, брзине и вертикалног скока. Испитаници су рандомизовано спроводили два протокола: 1) 5 минута загревања вожњом бицикла и 2) 5 минута загревања вожњом бицикла + получучњеви на изоинерцијалној *YoYo* машини. Мерен је већи број кинематичких параметара током извођења теста реактивне агилности, али су додатно и урађени тестови скока са получучњем (*countermovement jump* – CMJ) и спринт на 10 и 20 метара. Статистички значајно бољи резултати су остварени у готово свим параметрима мереним у тестовима агилности, али је и величина ефекта у скоку са получучњем показала статистичку значајност ($ES: 0.47$; *very likely*), док је на тесту спринт 20 метара величина ефекта нешто мања, али ипак значајна ($ES: 0.20$; *possibly*). Најмања вредност величине ефекта је за тест трчања 10 метара ($ES: 0.04$; *unclear*). Изражено у процентима, група која је вежбала са ексцентричним надоптерећењем је у скоку CMJ побољшала резултат 6.3%, трчању 10 метара 0.2% и у трчању 20 метара 0.7%. У закључку аутори констатују како изоинерцијални тренинг снаге непосредно пре активности експлозивног типа значајно побољшава резултате на узорку професионалних фудбалера, без појаве замора.

Мунгер и сарадници (Munger et al., 2017) су на узорку од 20 тренираних мушкараца (старост= 23.80 ± 1.82 година, висина= 176.95 ± 5.21 cm, телесна маса= 83.49 ± 10.43 kg) утврђивали акутне ефекте изоинерцијалног тренинга на максималне вредности снаге, брзине покрета и максималне силе остварене на подлогу (*ground reaction force*) током извођења получучња. Након динамичког загревања примењене су три процедуре које су претходиле максимално брзом извођењу получучња. Применом ексцентричних хваталки извођена је ексцентрична фаза покрета у трајању од 3 секунде и са три различита оптерећења (105, 110 и 120% од 1RM). После 3 секунде склањали су ексцентричне хваталке и испитаник је максимално брзо покушавао да уради получучањ. Резултати

истраживања су показали да постоје статистички значајне разлике у максималној снази (*peak power*) и максималној сили остварене на подлогу између 3 различита режима рада при чему оптерећење од 120% од 1RM остварује најбоље резултате. Ексцентрично надоптерећење остварује позитивне ефекте на непосредно концентрично испољавање динамичких параметара снаге и може се користити као валидна стратегија током тренинга за развој експлозивности, закључили су аутори.

Седмнаест фудбалерки студенткиња су учествовале у раду којим су **Стиг и сарадници** (Stieg et al., 2011) истраживали акутне ефекте утицаја дубоких саскока на скок у вис. Кроз 5 тестирања тренинг-стимулус се повећавао бројем изведених скокова са кутије висине колена испитаница. Број скокова је био 0, 3, 6, 9, 12. Након одмора од 10 минута испитанице су изводиле 3 скока СМЈ, а мерени су висина скока и релативна сила реакције на подлогу приликом скока. Анализа варијансе је показала да нема значајне интеракције између фактора, па аутори закључују да овакав протокол није изазвао позитивне ефекте ПАП. Оптерећење, период одмора и висина са које су испитанице скакале током стимулације, су наведени као фактори узроци негативних ефеката ПАП.

Тил и сарадници (Till et al., 2009) су анализирали ефекте ПАП након различитих врста загревања на способност скока у вис и спринта изазване максималном вољном контракцијом, код фудбалера. Спроведена су 4 протокола загревања за потребе истраживања. Поред контролног стандардног протокола загревања, мерени су и ефекти након 5 понављања вежбе мртво дизање са оптерећењем од 5RM, затим након 5 скокова са подизањем колена до висине груди и након 3 изометријске максималне вољне контракције у трајању од 3 секунде. Мерени су резултати трчања 10 и 20 метара у три временске тачке, 4, 5 и 6 минута након загревања-стимулације. Скок у вис је мерен такође у три временске тачке 7, 8 и 9 минута након загревања-стимулације. Није било значајне разлике у резултатима спринта и скока након различитих протокола загревања са динамичком и изометријском максималном вољном контракцијом и резултата након стандардног загревања. Аутори сугеришу на основу велике варијабилности индивидуалних резултата (-7.1% до +8.2%) да се морају узети у разматрање и индивидуалне карактеристике спортисте.

3 ПРЕДМЕТ, ПРОБЛЕМ И ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

На основу наведених истраживања можемо закључити неколико интересантних ствари:

- Мали је број досадашњих истраживања о овој врсти тренинга.
- Узорак испитаника је хетероген.
- Релативно нејасно дефинисано оптерећење.
- У неким истраживањима нема контролне групе.

На основу свега наведеног могуће је дефинисати предмет, проблем и циљ истраживања.

Предмет истраживања представља моторички статус кошаркаша јуниорског узраста.

Проблем истраживања су ефекти тренинга на поједине моторичке способности спортиста.

Генерални циљ истраживања је да се утврде разлике у ефектима 8-недељног изодинамичког тренинга снаге и изоинерцијалног тренинга снаге на апсолутну снагу, експлозивну снагу, брзину и агилност кошаркаша јуниорског узраста.

Парцијални циљеви:

Први парцијални циљ: Утврдити акутне ефекте оптерећења изодинамичком методом на експлозивну снагу, брзину и агилност кошаркаша јуниорског узраста.

Други парцијални циљ: Утврдити акутне ефекте оптерећења изоинерцијалном методом на експлозивну снагу, брзину и агилност кошаркаша јуниорског узраста.

Трећи парцијални циљ: Утврдити разлике у акутним ефектима изодинамичког и изоинерцијалног оптерећења на апсолутну снагу, експлозивну снагу, брзину и агилност кошаркаша јуниорског узраста.

4 ХИПОТЕЗЕ ИСТРАЖИВАЊА

На основу предмета и проблема истраживања, као и циљева истраживања постављене су и хипотезе истраживања, генерална и три парцијалне хипотезе:

Генерална нул хипотеза: Не постоје статистички значајне разлике у ефектима изодинамичког и изоинерцијалног метода тренинга снаге на апсолутну снагу, експлозивну снагу, брзину и агилност кошаркаша јуниорског узраста.

Прва парцијална нул хипотеза: Не постоје акутни ефекти изодинамичког оптерећења на експлозивну снагу, брзину и агилност кошаркаша јуниорског узраста.

Друга парцијална нул хипотеза: Не постоје акутни ефекти изоинерцијалног оптерећења на експлозивну снагу, брзину и агилност кошаркаша јуниорског узраста.

Трећа парцијална нул хипотеза: Не постоје статистички значајне разлике у акутним ефектима изодинамичког и изоинерцијалног метода тренинга снаге на апсолутну снагу, експлозивну снагу, брзину и агилност кошаркаша јуниорског узраста.

5 МЕТОД РАДА

Целокупан експериментални програм је спроведен у посттакмичарском периоду, 7-15 дана након завршетка такмичења, зависно од клуба у коме испитаник тренира. Испитаници су наставили да редовно тренирају у својим клубовима, нису играли утакмице и викендом су имали два дана одмора. Иницијално тестирање је претходило 3-5 дана првом тренингу снаге, док је финално тестирање спроведено 3-5 дана након последњег тренинга снаге. Тестирања испитаника, иницијално, финално као и тест постактивацијске потенцијације, су спроведена у преподневним сатима, а испитаници дан пре тестирања нису имали тренинге у клубу, имали су дан одмора. Испитаницима ЕСС и CON групе су након иницијалног тестирања објашњене и демонстриране вежбе, а затим су урадили 2 серије са 6-8 понављања на изоинерцијалном тренажеру (ЕСС група) и са теговима (CON група) у циљу фамилијаризације са протоколом тренинга.

5.1 Узорак испитаника

Узорак испитаника чинили су кошаркаши јуниорског узраста са територије Новог Сада, њих 36, подељени у три групе насумичним одабиром, по 12 у сваку групу. Приликом селекције испитаници су морали да задовоље одређене критеријуме:

- Да нису кошаркашки почетници (да кошарку тренирају минимално 2 године).
- Да редовно тренирају у својим клубовима (наставили су током трајања експерименталног програма).
- Да имају минимално 4 тренинга у току недеље са екипом (тренинг кошарке).
- Да нису повређени ни болесни.

Свим испитаницима су детаљно објашњени захтеви и обавезе током рада, као и циљеви рада, као и да у сваком тренутку могу да се повуку из екперимента. Сви испитаници су добровољно прихватили учешће у раду и потписали информисани пристанак, а за малолетне испитанике потписали су њихови родитељи (законски заступници).

5.2 Узорак мерних варијабли

Узорак варијабли чини 9 морфолошких мера: телесна висина (*TV*), телесна маса (*TM*), и седам кожних набора кроз варијаблу сума кожних набора (*KNSUMA*); и 11 моторичких тестова (пет врста скокова и тест изометријске снаге доњих екстремитета, 3 теста агилности и 2 теста брзине).

За мерење **телесне висине** (*TV*) кориштен је висиномер (*SE213, SECA, Germany*), а читавана је вредност са прецизношћу од 0,1 cm. Испитаник је био бос на равној подлози, потпуно исправљен, састављених пета и мало размакнутих стопала, са главом у положају Франкфуртске равни. Мерилац је стајао са стране и спуштао крак антропометра док не додирне теме главе.

За мерење **телесне масе** (*TM*) кориштена је дигитална вага (*OMRON, Nederland*) са прецизношћу од 0,1 kg. Испитаници су током мерења били боси и у спортском шорцу, мирно стојећи са обе ноге на ваги, тежина распоређена на обе ноге, са рукама опруженим поред тела.

За мерење **дебљине кожних набора** кориштен је калипер марке *Harpenden (Baty International, Great Britain)*. Испитаник приликом мерења стоји у усправном положају, са рукама опуштеним поред тела. Мерилац палцем и кажипрстом леве руке одигне кожни набор, прихвати га врховима калипера на око један центиметар од прстију и на средину висине одигнутог набора и очита вредност мерења, као резултат се узима два пута добијена иста вредност. Мерени су:

Кожни набор **натколенице** – узима се вертикални кожни набор са предње стране натколенице, на средини између чашице и зглоба кука (препонског канала).

Кожни набор **супраилијачни** – узима се кожни набор дијагонални на месту које се налази 1 cm изнад и 2 cm медијално од коштане избочине карлице.

Кожни набор **трбуха (абдомена)** – узима се вертикални кожни набор 2-3 cm од пупка у његовој висини.

Кожни набор **грудни** – узима се дијагонални кожни набор дијагонални на средини између предњег дела рамена и брадавице.

Кожни набор **мидаксиларни** – узима се вертикални кожни набор на средини средње пазушне (аксиларне) линије у висини мачног наставка грудне кости.

Кожни набор **подлопатични (субскапуларни)** – узима се кожни набор дијагонални 2 до 3 центиметра испод унутрашњег угла лопатице.

Кожни набор **трицепса руке** – узима се вертикални кожни набор са задње стране надлактице испитаника, на средини између зглоба лакта и рамена.

Тест **изометријске снаге доњих екстремитета (ISOMET)** спроведен је на изоинерцијалном тренажеру (*Desmotec d11, Italy*) – испитаник је повезан са тренажером помоћу траке чији један крај је везан за тренажер, а други за прслук који носи испитаник. Трака је затегнута тако да не дозвољава да се испитаник креће ка горе. Тренажер је опремљен са две контактне плоче које су повезане са рачунаром који је опремљен програмом фирме *Desmotec*. Испитаник стоји у получучњу на плочама, ноге су савијене под углом од 100 степени, а шаке постављене на кукове. На знак мериоца 10 секунди испитаник врши притисак на плоче одгурујући се од њих из положаја получучња. Контакт плоче мере силу коју испитаник производи и која се читава на рачунару. Тест се ради два пута, одмор је 1 минут, а уписује се бољи резултат, изражен у килограмима.

Изоинерцијални тренажер *Desmotec* обезбеђује ексцентрично надоптерећење мишића бутине и трупа док растеређује рамени појас и кичму. Оптерећење током рада је скоро неограничено и практично зависи од вежбача пошто се инерција замајца супротставља сили испољеној напрезањем мишића. Иако се испољена сила смањује са појавом замора вежбача помоћу тренажера са замајцем се сила рада прилагођава током целокупног покрета. Сам тренажер има више функција. Може се тестирати снага серијом од 10 понављања максималном вољном контракцијом, кривуља снаге, тест баланса као и снага изометријским тестом. Помоћу софтвера се могу у реалном времену пратити вредности испољене снаге за концентричну и ексцентричну фазу рада и то за појединачне покушаје или током серије рада. Такође, софтвер може да аутоматски рачуна серије, понављања, време опоравка, као и додатно оптерећење помоћу тегова који су део пратеће опреме тренажера.

Тестирање скокова је извршено помоћу контактне плоче (*Just Jump, Probotics, USA*). Плоча детектује присуство или одсуство испитаника и на основу времена проведеног у скоку програмски пакет приказује параметре скока. Сваки скок испитаник је изводио два пута, уписан је бољи резултат. Уколико је испитаник побољшавао резултат дозвољен је још један скок. Одмор између скокова је 20 секунди како не би дошло до замора који би утицао на резултате тестирања. Мерени су следећи скокови:

Скок из получучња (*squat jump – SJ*) – Испитаник из стојећег става са рукама на куковима спушта се у почетну позицију получучња (зглоб колена под углом од 90 степени). Из получучња максималним вертикалним напрезањем изводи скок и враћа се у почетну позицију. Ова врста мерења омогућава процену способности изоловане концентричне мишићне контракције опружача доњег екстремитета.

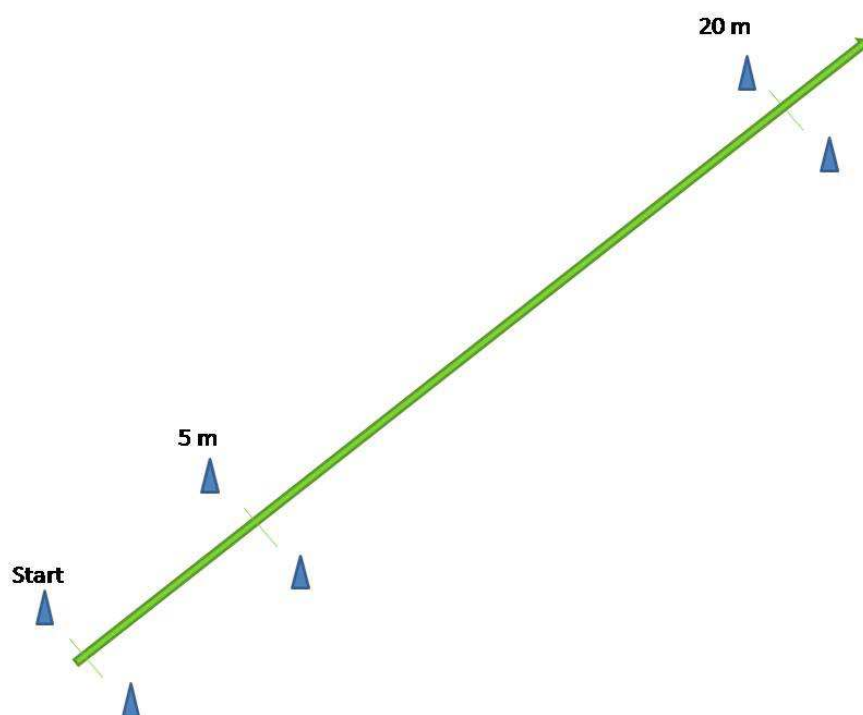
Скок из стојећег става са рукама на куковима (*countermovement jump – CMJ*) – испитаник је у стојећем ставу и са рукама на куковима. Максималан вертикалан скок изводи се након брзог получучња. Овај тест омогућава индиректну процену способности опружача доњег екстремитета тј. способности брзог смењивања ексцентричне и концентричне контракције током циклуса издуживања и скраћивања мишића.

Скок са једне ноге из стојећег става са рукама на куковима (*single leg countermovement jump*) – Испитаник је у стојећем ставу са рукама на куковима и ослоњен на једну ногу. Скок се изводи по истом методу као и CMJ, али са једне ноге (без замаха другом ногом). Мери се скок и десном (CMJDN) и левом ногом (CMJLN).

Класичан скок из стојећег става са замахом рукама (*vertical jump – VJ*) – испитаник је у стојећем ставу са опруженим ногама у зглобу колена и са слободним рукама, опуштеним поред тела. Испитаник изводи максимално снажан вертикалан скок праћен замахом руку (процењује се способност смењивања изотоничних контракција опружача доњих и горњих екстремитета).

За процену експлозивне снаге типа спринта кориштен је тест **брзине трчања 5 и 20 метара**. Испитаник креће из високог старта удаљен око 30 cm од стартне линије и претрчава дистанцу од 20 метара највећом могућом брзином (слика 4). Време се мери светлосним капијама (*Microgate – Witty, Italy*) у стотим деловима секунде. Укупно три светлосне капије су постављене на стартну линију и на линије 5 и 20 метара, на висину од

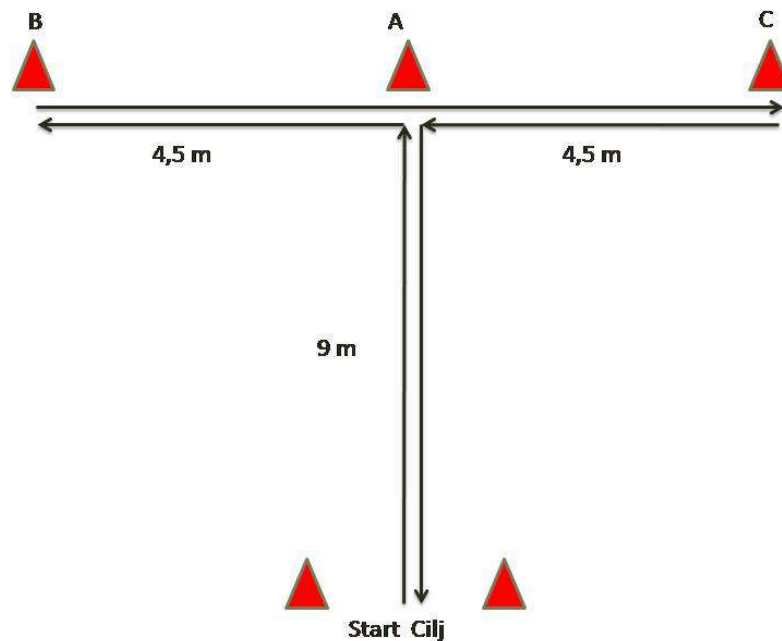
100 cm. Иза треће капије (20 m) на удаљености од 3 метра постављена је ознака (капица) и испитаницима је сугерисано да до ознаке трче максималном брзином, како не би успорили пре проласка кроз трећу капију. Бележи се резултат који испитаник постигне на 5 и 20 метара. Испитаник два пута изводи тест, одмор је 1 минут, а уписује се бољи резултат.



Слика 4. Кретање током теста трчања 5 и 20 метара

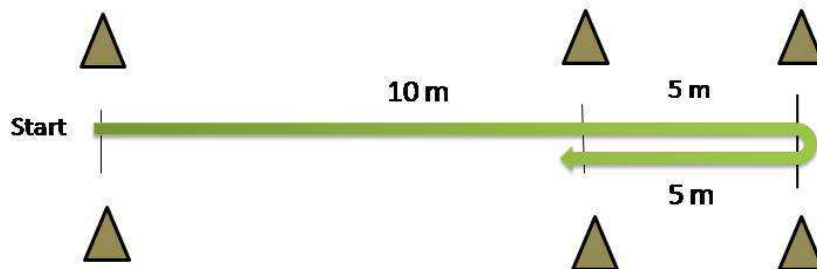
За процену агилности употребљена су два теста, Т-тест и тест 505.

Т-тест – Испитаник заузме позицију око 30 cm испред стартне линије и из високог старта трчи од старта до чуња А, додирне га руком и затим иде ка чуњу В крећући се бочно докорацима у кошаркашком ставу. Када додирне чуњ В креће се на исти начин (бочно докорацима у кошаркашком ставу) до чуња С, додирне га и у кошаркашком ставу се враћа до чуња А. Након што поново додирне чуњ А трчи уназад до циља (слика 5). На старту-циљу су постављене светлосне капије које мере резултат испитаника. Овај тест сваки испитаник изводи два пута, са одмором 1 минут између.



Слика 5. Кретање током теста агилности Т-тест

Тест 505 – Испитаник је у положају високог старта око 30 cm испред старта. Самостално, без знака мериоца, испитаник почиње тест и трчи 15 m, једном ногом прелази означену линију, окреће се и трчи још 5 m (слика 6). Мери се време (помоћу светлосних капија постављених на старту–циљу) за које је испитаник претрчао деоницу 5 m од друге светлосне капије до линије, окренуо се за 180° и истрчао још 5 m. Тест се изводи 2x2, односно два пута се линија прелази левом ногом (505LN), а два пута десном ногом (505DN), одмор је 1 минут. Време се посебно уписује за сваки покушај зависно од ноге којом је прешао линију приликом окрета. Мериоц вербално подстиче испитаника да се креће максималном брзином током извођења теста.



Слика 6. Кретање током теста агилности Т-тест

5.3 Протокол загревања и тестирања

Сваки од испитаника је пре тестирања урадио загревање које се састојало од 5 минута праволинијског трчања, а затим вежби динамичког истезања. Примењен је следећи сет вежби:

1. Лагано трчање дужином кошаркашког терена, 2x;
2. Трчање уз бочно кружење рукама у зглобу рамена, 2x;
3. Трчање уназад, 2x;
4. *Carioca drill* – бочно кретање при којем испитаник задњом ногом прелази преко предње ноге у правцу кретања, наизменично испред и иза ноге; по једну дужину сваком ногом;
5. Истежање листа – из лаганог трчања заустављање у стојећем ставу са дијагонално постављеним стопалима; претклоном супротном руком додирнути прсте предње ноге и задржати 5 секунди, 1x;
6. Позиција „четворке“ – из ниског скипа поскок и доскок на исту ногу, друга нога савијена и потколеница се поставља преко натколенице стајне ноге; рукама лагано потискује колена савијене ноге ка поду, 1x;

7. *Knee hug* – из ниског скипа зауставља се на једној ноzi, колeно другe ногe високo подигнуто; са обe рукe обухвати потколеницу и повлачи ка грудима уз пропињање на прсте стајне ногe, 1x;
8. *Knee hug* и испружање ногe – иста вежба као претходна са наставком када пусти савијeну ногу и активно је опружи у предножење и затим настави у ниски скип, 1x;
9. Бочно кретање докорацима, заустављање у широки став, претколон и ротација трупа у торакалном делу, 1x;
10. Бочно кретање докорацима, заустављање и спуштање у дубоки чучањ уз додиривање пода шакама, леђа остају права, 1x;
11. Закорак дубоки уз узручење, ротација трупа у једну и другу страну, устаје уз привлачење предње ногe па закорак другом ногом, 2x;
12. Искорак напред уз узручење, спустити руке на колeно предње ногe, ротација трупа у страну предње ногe и враћање трупа; затим спустити обe шаке на под и привући задњу ногу уз подизање кукова до потпуног опружања ногу, 1 дужину;
13. Ниски скип, од половине терена сваки трећи корак је високи скип, 1 дужину;
14. Сваки трећи корак високи скип, од половине високи скип, 1 дужину;
15. Дечији поскоци до половине терена, од половине суножни поскоци, 1 дужину;
16. На знак трчање напред 5 метара, заустављање и промена правца и трчање укосо уназад, бочно кретање докорацима у средину и поново трчање напред, 1x20 секунди трче уназад у леву страну и 1x20 секунди трче уназад у десну страну.

5.4 Програм рада на тренингу – тренажна средства

Две експерименталне групе (ЕСС и CON) су током трајања експерименталног третмана имале исти број тренинга, исти број серија и понављања. Приликом вежбања на изоинерцијалном тренажеру ЕСС групе свака серија почиње са два субмаксимална покушаја која се не броје у укупан број понављања, а затим испитаник без прекида наставља вежбање максималним вољним покушајима, предвиђени број понављања. Испитаник вежбу почиње прво концентричном контракцијом и затим наставља, без заустављања, фазу ексцентричне контракције.

Први тренинг ЕСС групе испитаници су две вежбе на изоинерцијалном тренажеру (получучањ и румунско мртво дизање) вежбали 4 серије са по 4 понављања са додатним оптерећењем. Током четири серије испитаници су тестирани у раду са додатним оптерећењем постављањем дискова са различитим тежинама на осовину са замајцем изоинерцијалног тренажера. На почетку тестирања у софтверу је изабран тест снаге и у свакој серији је прогресивно повећавано оптерећење. У првој серији постављена два мала диска (*small*) диск, у другој серији један средњи и један мали диск диск (*medium+small*), у трећој серији два средња диска (*medium+ medium*) и у четвртој серији један ПРО диск (*PRO*). Помоћу софтвера анализирана је остварена продукција снаге и одређено је оптимално додатно оптерећење индивидуално за сваког испитаника, које је постављано током рада на изоинерцијалном тренажеру.

Табела1. Протокол тренинга експерименталних група

| <i>ECC</i> | <i>CON</i> |
|--|--------------------------------------|
| Веслање са једноручним тегом | Веслање са једноручним тегом |
| Вежба ротације трупа | Вежба ротације трупа |
| Комплекс за рамена | Комплекс за рамена |
| Румунско мртво дизање на изоинерцијалном тренажеру | Румунско мртво дизање на једној ноzi |
| Получучањ на изоинерцијалном тренажеру | Бугарски сплит чучањ |

Румунско мртво дизање (*Romanian Deadlift - RDL*) на изоинерцијалном тренажеру (слика 9) – Стојећи став, вежбач шипку траком повезану са замајцем држи у ширини рамена или мало шире, стопала су у ширини рамена. Шипка се спушта ка врховима стопала савијајући се у куковима, шипка прати предњу страну ногу док се спушта надолe. Колена се при

спуштању постепено савијају толико да изазову ефекат истезања задње ложе непосредно пре него што се шипка спусти у најнижу тачку током фазе спуштања. Кичма мора бити све време равна тако да је у најнижој позицији труп хоризонталан. Задња ложа би требало да је потпуно истегнута док је тело у најнижој позицији. Из овог положаја вежбач се подиже до стојећег става опружајући се у зглобу кука при чему повлачи шипку опруженим рукама, на крају повлачи рамена назад. На тренажеру током првог спуштања шипке асистент покреће замајац који намотава траку и вежбач почиње вежбу исправљајући се. Током извођења вежбач не зауставља рад, када дође до крајње тачке фазе исправљања (концентрична фаза) одмах наставља другу фазу у којој испитаник успорава намотавање траке пружајући отпор (ексцентрична фаза) до почетног положаја. Вежба је добила име 1990. године у САД, где су је први пут представили олимпијски победник у дизању тегова Ницу Влад (*Nicu Vlad*) из Румуније и његов тренер Драгомир Циорослан (*Dragomir Cioroslan*). Током припрема за Игре добре воље боравили су у олимпијском тренинг центру у Америци. Пошто нису имали име за вежбу, у њихову част, вежба је названа *Romanian Deadlift (RDL)* - румунско мртво дизање.

Получучањ на изоинерцијалном тренажеру – из получучња (однос потколенице и натколенице у зглобу колена 100 степени) максималном вољном контракцијом опружа ноге при чему вуче и траку која је повезана са замајцем на изоинерцијалном тренажеру (слика 8). Чим опружи ноге трака се почиње намотавати око осовине и тада вежбач пружа отпор (ексцентрична контракција) и заустави се у почетном положају получучња. Вежба се затим понавља.

Бугарски сплит чучањ (*Bulgarian split squats - BSS*) – Стојећи став на једној ноzi, друга нога благо савијена у заножењу и прсти стопала ослоњени на клупу. Тело је исправљено, а у рукама тегови од 8 или 12 килограма. Вежбач савија стајну ногу спуштајући кукове вертикално према поду не савијајући леђа, тегови се опруженим рукама спуштају према поду (слика 10). Спуштање се зауставља у получучњу и одмах се наставља фаза опружање стајне ноге. Вежбач све време мора да одржава равнотежу, а леђа су исправљена.

Румунско мртво дизање на једној ноzi – Стојећи став са тегом у истоименој руци као и замајна нога. Стопало замајне ноге се одвоји од тла, затим се тело спушта у претклон уз

истовремено заножeње при чему замајна нога треба да буде у продужетку леђа која су равна (слика 11). У крајњем положају претклона замајна нога је опружена (положај „вага“), а рука у којој је тег спуштена ка поду, али тег не додирује тло. Затим се истовременим динамичним кретањем тела и замајне ноге испитаник враћа у почетни положај.

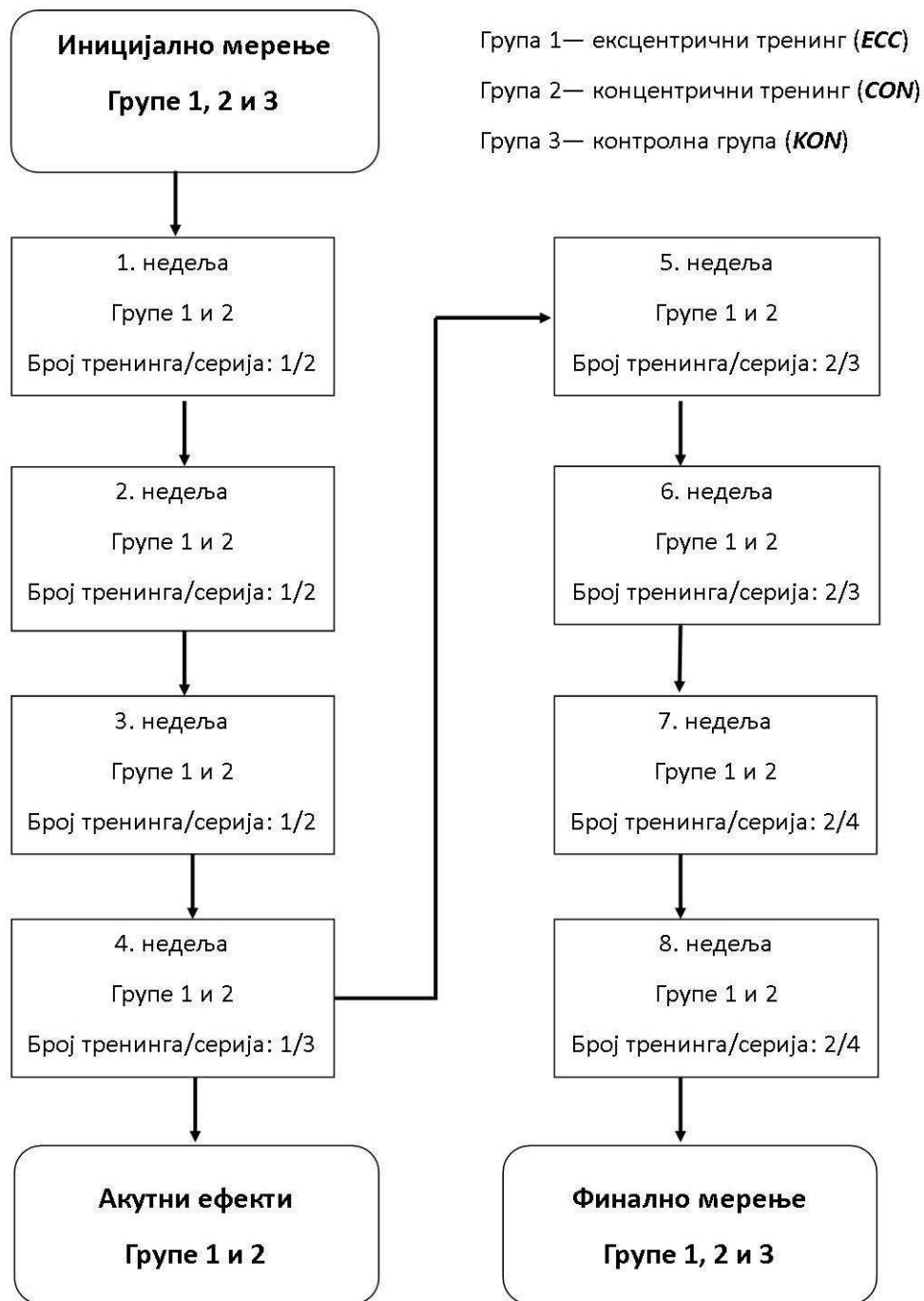
Комплекс за рамена – стојећи став, стопала у ширини рамена, у рукама држи једноручне тегове (слика 12А). Прегивањем у зглобу лакта подиже тегове до висине рамена и одмах наставља у узручење. Из узручења руке одводи у одручење при чему савија руке у зглобу лакта тако да су у крајњем положају подлактица и надлактица под углом од 90° и одмах назад у узручење, поновити још једном (слика 12Б). Руке спушта кроз предручење савијајући у зглобу лакта и до приручења при чему лактови се задрже поред тела и подлактица и шаке са теговима се спуштају и зауставе поред тела. Још једном флексијом у зглобу лакта подиже шаке до рамена и спушта поред тела. Цела вежба се ради полако, контролишући брзину кретања тега.

Вежба ротације трупа са траком – Стојећи раскорачни став, стопала шира од ширине рамена, ноге савијене у зглобу колена. Руке у предручењу држе еластичну траку, тело је бочно окренуто ка месту где је трака фиксирана (слика 14). Не савијајући руке и уз што мање померања колена ротација горњег дела тела супротно од места где је фиксирана трака, при чему руке са телом истежу траку. Контролисано враћање у почетни положај при чему вежбач пружа отпор сили коју ствара еластична трака.

Веслање са једноручним тегом (*One-arm dumbbell row*) – У претклону, тело равно и у односу на подлогу под углом од 45 степени, једном руком ослоњен на подлогу, опружена нога у предужетку тела а друга нога савијена (истоимена са руком која је ослонац). У другој руци (истоименој као и опружена нога) је тег од 8, 12 или 16 килограма, према могућностима вежбача (слика 13). Вертикално подизање тега уз савијање руке у зглобу лакта који се такође подиже увис све док се шака са тегом подигне до висине кука, а одмах затим контролисано спуштање тега до почетног положаја.

5.5 Постактивацијска потенцијација

На средини експерименталног третмана, на крају четврте седмице рада, прва експериментална група (ексцентрична – ЕСС) и друга експериментална - концентрична група (CON) урадиле су тест за утврђивање ефеката постактивацијске потенцијације (ПАП). Испитаници су након стандардизованог загревања и динамичког истезања тестирани четири теста: скок VJ, трчање 5 и 20 метара и Т-тест. Након паузе од 3 минута испитаници су вежбали две серије са 4-6 понављања са субмаксималним тежинама: ЕСС група је вежбала *получучањ* на изоинерцијалном тренажеру са замајцем док је CON група вежбала *бугарски сплит чучањ*. Додатно оптерећење за испитанике из ЕСС групе је индивидуално одређено према оптерећењу на тренинзима током прве 4 недеље експерименталног програма. Контролна мерења су спроведена 2, 4, 8 и 15 минута мерено од завршетка вежбе.



Слика 7. Нацрт експеримента

5.6 Метод обраде података

Пошто је у експерименту кориштен паралелни дизајн, разлике између група у иницијалном мерењу су анализирани у уиваријантном анализи варијансе (ANOVA) са фактором Група (ЕСС, CON и KON), а за проверу нормалности расподеле кориштен је Шапиро-Вилков тест (*Shapiro–Wilk test*) нормалности фреквенција. За даљу анализу разлика између група под утицајем експерименталног третмана кориштена је двофакторска ANOVA са поновљеним мерењем (*two-way ANOVA*, 3x2) са фактором Група (Група 1 – ЕСС – ексцентрични тренинг, Група 2 – CON – концентрични тренинг и Група 3 – KON – контролна група), и фактором Време (T0, T1). Статистички значајним се сматра резултат где је добијена вредност $p \leq 0.05$. Тамо где је утврђена значајност утицаја неког фактора или интеракције фактора за даљу накнадну (*Post hoc*) анализу је кориштен тест најмање значајних разлика – *LSD (Least Significant Difference)*, тест који користи низ т-тестова да би упоредио сваки подузорок са сваким.

Резултати постаktivацијске потенцијације анализирани су једнофакторском анализом варијансе поновљених мерења за сваку групу посебно како би се утврдили акутни ефекти третмана на резултате испитаника. Употребом теста комбинована анализа варијансе поновљених мерења анализирани су разлике утицаја два различита третмана (CON и ЕСС тренинг) на резултате испитаника у ефектима постаktivацијске потенцијације (ПАП), мерених у пет временских периода: пре тренинга и 2, 4, 8 и 15 минута након тренинга. У сваком временском периоду спроведена су 4 теста: скок увис (VJ), Т-тест агилности и трчања на 5 и 20 метара. Статистички значајним резултатом се сматра резултат где је добијена вредност $p \leq 0.05$. Као и код анализе хроничних ефеката, за варијабле где је утврђена значајност утицаја неког фактора или интеракције фактора за даљу *post hoc* анализу је кориштен тест најмање значајних разлика – *LSD (Least Significant Difference)*.

Подаци су обрађени коришћењем статистичког програмског пакета *SPSS - Statistical Package for Social Science*, верзија 20 (*Chicago, IL*), на Факултету спорта и физичког васпитања Универзитета у Новом Саду.

6 РЕЗУЛТАТИ

У експерименту је укупно учествовало 36 испитаника који су подељени у три групе по 12 испитаника:

- Прву експерименталну групу (ЕСС) која је радила ексцентричне тренинге снаге;
- Другу експерименталну групу (CON) која је радила концентричне тренинге снаге и
- Трећу групу која је била контролна (KON).

Сви испитаници су јуниорског узраста, и сви су имали исти број тренинга у својим тимовима, по 5 тренинга недељно. Испитаници ЕСС и CON групе су додатно имали тренинге снаге 2-3 пута недељно.

У табелама 2, 3 и 4 приказана је дескриптивна статистика и процена хомогености резултата по групама на иницијалном тестирању. Приказани су основни параметри дескриптивне статистике: аритметичка средина (*AS*), стандардна девијација (*SD*), као и вредности минималног (*Min*) и максималног (*Max*) резултата и коефицијент варијације изражен у процентима (*KV%*). Тестирана је и нормалност дистрибуције резултата коришћењем Шапиро-Вилковог теста (*S-W*).

У Табели 2. приказани су резултати иницијалног тестирања за прву експерименталну групу (ЕСС). Може се приметити прегледом добијених вредности коефицијента варијације да су резултати хетерогени у варијабли дужине играчког стажа (*Stazh*), што је очекивано с обзиром да време организованог почетка тренирања варира од детета до детета. Посматрајући резултате све три групе у ЕСС групи је забележен и минимални (73 kg) и максимални (109 kg) резултат у варијабли изометријске снаге ногу. Резултати теста сума кожних набора показују умерену варијабилност. У осталим варијаблима резултати су хомогени. Резултати Шапиро-Вилковог теста указују да су резултати ЕСС групе нормално

дистрибуирани осим за варијаблу године старости (*GOD*), али у овој варијабли је задовољен услов да су сви испитаници јуниорског узраста.

Табела 2. Дескриптивна статистика и процена хомогености за прву експерименталну групу (ЕСС) – иницијално тестирање

| | N | AS | SD | Min. | Max. | KV% | S-W |
|--------|----|--------|-------|-------|-------|-------|------|
| GOD | 12 | 17.58 | 0.52 | 17 | 18 | 2.96 | .000 |
| Staž | 12 | 6.17 | 1.90 | 3 | 10 | 30.79 | .287 |
| TV | 12 | 190.54 | 4.98 | 183.5 | 198.5 | 2.61 | .653 |
| TM | 12 | 75.53 | 5.43 | 65.5 | 83.9 | 7.19 | .645 |
| KNSUMA | 12 | 70.44 | 11.98 | 51.8 | 89.9 | 17.01 | .908 |
| ISOMET | 12 | 92.33 | 10.57 | 73 | 109 | 11.45 | .898 |
| SJ | 12 | 47.05 | 1.79 | 44.31 | 50.10 | 3.80 | .796 |
| CMJ | 12 | 52.36 | 3.33 | 48.20 | 58.84 | 6.36 | .669 |
| VJ | 12 | 57.52 | 3.97 | 51.34 | 63.29 | 6.90 | .610 |
| CMJLN | 12 | 29.60 | 2.79 | 24.69 | 33.35 | 9.43 | .649 |
| CMJDN | 12 | 29.23 | 2.56 | 24.82 | 33.35 | 8.76 | .751 |
| SPR5m | 12 | 1.16 | .04 | 1.09 | 1.23 | 3.45 | .870 |
| SPR20m | 12 | 3.20 | .11 | 3.02 | 3.35 | 3.43 | .256 |
| T test | 12 | 10.07 | .10 | 9.88 | 10.22 | 0.99 | .994 |
| 505_DN | 12 | 2.46 | .08 | 2.34 | 2.62 | 3.25 | .962 |
| 505_LN | 12 | 2.49 | .08 | 2.36 | 2.61 | 3.22 | .799 |

AS - аритметичка средина; SD – стандардна девијација; Min – најмања вредност резултата; Max – највећа вредност резултата; KV% – коефицијент варијације; S-W – Шапиро-Вилков тест нормалности расподеле резултата.

Резултати које су остварили испитаници друге експерименталне групе (CON) на иницијалном тестирању приказани су у Табели 3. Може се приметити да су резултати варијабле играчког искуства (*Staž*) хетерогени, вредности се крећу у распону од 2 до 11 година, а коефицијент варијације има вишу вредност него у ЕСС групи. Вредности коефицијента варијације за остале варијабле показују да су резултати груписани око просечних вредности, хомогени су. Резултати Шапиро-Вилковог теста показују нормалности расподеле за све варијабле осим година старости (*GOD*).

Табела 3. Дескриптивна статистика и процена хомогености за другу експерименталну групу (CON) – иницијално тестирање

| | N | AS | SD | Min. | Max. | KV% | S-W |
|--------|----|--------|-------|-------|-------|-------|------|
| GOD | 12 | 17.58 | 0.52 | 17 | 18 | 2.96 | .000 |
| Staž | 12 | 6.92 | 2.88 | 2 | 11 | 41.62 | .330 |
| TV | 12 | 190.58 | 6.56 | 181.0 | 202.0 | 3.44 | .521 |
| TM | 12 | 78.78 | 8.01 | 68.6 | 96.0 | 10.18 | .507 |
| KNSUMA | 12 | 73.81 | 10.46 | 57.0 | 88.8 | 14.17 | .696 |
| ISOMET | 12 | 90.25 | 10.30 | 74 | 107 | 11.41 | .703 |
| SJ | 12 | 46.87 | 3.32 | 40.10 | 51.46 | 7.08 | .707 |
| CMJ | 12 | 51.45 | 3.61 | 44.73 | 56.77 | 7.02 | .770 |
| VJ | 12 | 56.19 | 3.21 | 50.83 | 61.46 | 5.71 | .957 |
| CMJLN | 12 | 27.91 | 2.41 | 24.27 | 31.83 | 8.64 | .710 |
| CMJDN | 12 | 27.49 | 2.64 | 23.86 | 31.70 | 9.60 | .574 |
| SPR5m | 12 | 1.18 | .07 | 1.07 | 1.27 | 5.93 | .389 |
| SPR20m | 12 | 3.24 | .10 | 3.08 | 3.37 | 3.09 | .824 |
| T test | 12 | 10.04 | .09 | 9.93 | 10.16 | 8.96 | .109 |
| 505_DN | 12 | 2.48 | .13 | 2.27 | 2.66 | 5.24 | .380 |
| 505_LN | 12 | 2.46 | .07 | 2.37 | 2.61 | 2.85 | .391 |

AS - аритметичка средина; SD – стандардна девијација; Min. – најмања вредност резултата; Max. – највећа вредност резултата; KV% – коефицијент варијације; S-W – Шапиро-Вилков тест нормалности расподеле резултата.

Резултати испитаника контролне групе (KON) на иницијалном тестирању (Табела 4) имају највећу хомогеност, добијене вредности коефицијента варијације за поједине варијабле показују груписаност око средњих вредности. Поново највећу варијабилност показују резултати варијабле године играчког искуства (*Staž*) и сума кожних набора (*KNSUMA*), али су вредности коефицијента варијације ниже у поређењу са ЕСС и CON групом. Резултати Шапиро-Вилковог теста показују нормалности расподеле за све варијабле осим година старости (*GOD*). Коефицијент варијабилности за варијаблу Т-тест агилности (*T test*) има вредност испод 1, резултати су распоређени уско око средње вредности.

Табела 4. Дескриптивна статистика и процена хомогености за контролну групу (KON) – иницијално тестирање

| | N | AS | SD | Min. | Max. | KV% | S-W |
|--------|----|--------|-------|-------|-------|-------|------|
| GOD | 12 | 17.58 | 0.52 | 17 | 18 | 2.96 | .000 |
| Stаж | 12 | 6.58 | 1.38 | 4 | 8 | 20.97 | .100 |
| TV | 12 | 192.81 | 3.99 | 187.0 | 200.0 | 2.07 | .931 |
| TM | 12 | 80.00 | 8.76 | 65.1 | 93.1 | 10.95 | .852 |
| KNSUMA | 12 | 72.84 | 11.98 | 56.4 | 93.9 | 16.45 | .719 |
| ISOMET | 12 | 92.42 | 4.08 | 85 | 100 | 4.42 | .952 |
| SJ | 12 | 47.83 | 2.52 | 43.17 | 52.36 | 5.27 | .998 |
| CMJ | 12 | 50.77 | 2.53 | 47.67 | 55.93 | 4.98 | .344 |
| VJ | 12 | 57.58 | 3.85 | 50.89 | 63.64 | 6.69 | .325 |
| CMJLN | 12 | 28.81 | 1.50 | 26.22 | 30.74 | 5.21 | .496 |
| CMJDN | 12 | 28.43 | 1.56 | 25.90 | 30.72 | 5.49 | .782 |
| SPR5m | 12 | 1.18 | .03 | 1.14 | 1.23 | 2.55 | .185 |
| SPR20m | 12 | 3.28 | .05 | 3.12 | 3.29 | 1.56 | .606 |
| T test | 12 | 10.12 | .07 | 9.98 | 10.21 | 6.92 | .404 |
| 505_DN | 12 | 2.44 | .09 | 2.25 | 2.55 | 3.69 | .560 |
| 505_LN | 12 | 2.44 | .10 | 2.25 | 2.54 | 4.11 | .126 |

AS - аритметичка средина; SD – стандардна девијација; Min. – најмања вредност резултата; Max. – највећа вредност резултата; KV% – коефицијент варијације; S-W – Шапиро-Вилков тест нормалности расподеле резултата.

Може се приметити највећи варијабилитет резултата за варијаблу *Stаж* док је највећа хомогеност резултата за све три групе у варијабли Т-тест агилности. Испитаници KON групе су нешто веће телесне висине и телесне масе у односу на ECC и CON групу, али разлика није статистички значајна.

Тестирана је и хомогеност варијанси између узоркованих група помоћу Левеновог теста на нивоу значајности ($p \leq 0.05$). Добијене вредности су показале статистички значајна одступања за варијабле спринт 5 m ($p=0.035$) и спринт 20 m ($p=0.020$), док су за преостале варијабле добијене вредности биле изнад нивоа значајности.

Затим је примењена униваријантна анализа варијансе (ANOVA) са фактором *Група* (ЕСС, CON и KON) како би се утврдиле евентуалне разлике између група за поједине варијабле. Анализа је показала да не постоје статистички значајне разлике између група пошто су све добијене вредности биле изнад нивоа значајности ($p > 0.05$).

6.1 Хронични ефекти

Двосмерном (двофакторском) анализом варијансе анализирани су резултати три групе (ЕСС, CON и KON) добијени у два мерења – иницијалном и финалном (интеракција фактора ГРУПА*ВРЕМЕ). У варијаблама где су потврђени главни ефекти интеракције фактора приступило се међусобном поређењу тестираних група и примењених метода тренинга накнадним поређењем (*LSD – Least Significant Difference post hoc test*) како би се утврдило између којих група постоји разлика.

Анализа резултата антропомеријских карактеристика (телесна висина, телесна маса и сума кожних набора) је показала да нема значајних разлика између група (Табела 5). Није било значајнијег повећања телесне висине што је разумљиво с обзиром на дужину трајања експерименталног третмана – 8 недеља. За варијаблу телесна висина (*ТВ*) интеракција фактора ГРУПА*ВРЕМЕ је показала да се групе не разликују статистички значајно ($p=1.000$). Нема значајних разлика ни за главни фактор ГРУПА ($p=0.243$), као ни разлике између иницијалног и контролног мерења ($p=1.000$).

Узимајући у обзир да се ради о испитаницима који редовно тренирају, а и временски период трајања експерименталног третмана, резултати за варијаблу телесна маса (*ТМ*) су очекивани. Анализа интеракције фактора ГРУПА*ВРЕМЕ није показала статистички значајне разлике ($p=1.000$), као ни утицај главног фактора ГРУПА ($p=0.122$) ни главног фактора ВРЕМЕ ($p=0.945$).

Резултати су показали да је у варијабли сума кожних набора (*КНСУМА*) највећу разлику између иницијалног и финалног тестирања остварила ЕСС група, али разлике између група немају статистичку значајност. Анализа интеракције фактора ГРУПА*ВРЕМЕ није показала статистички значајне разлике као последицу различитих врста тренинга

($p=0.703$). Нема значајне разлике као последица утицаја главног фактора ГРУПА ($p=0.159$) ни утицаја главног фактора ВРЕМЕ ($p=0.341$). Група ECC је имала побољшање резултата за варијаблу *KNSUMA* од 7.5%, истовремено група CON имала је побољшање од 1.8%. Побољшање групе KON износи 0.7%.

Табела 5. Резултати двосмерне анализе варијансе за 3 групе – антропометријске мере

| | ECC | | CON | | KON | | p |
|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------|
| | IN | FIN | IN | FIN | IN | FIN | |
| TV | 190.54±4.98 | 190.54±4.97 | 190.58±6.56 | 190.58±6.56 | 192.81±3.99 | 192.81±3,98 | 1.000 |
| TM | 75.53±5.43 | 75.70±6.05 | 78.78±8.01 | 78.93±7.93 | 80.00±8.76 | 80.06±8,77 | 1.000 |
| <i>KNSUMA</i> | 70.44±11.98 | 65.19±2.70 | 73.81±10.46 | 72.48±10.36 | 72.84±11.98 | 72.34±11,91 | 0.703 |

IN – резултат на иницијалном тестирању ± стандардна девијација; FIN – резултат на финалном тестирању ± стандардна девијација вежбања; p – ниво статистичке значајности; ** $p < 0,05$.

Резултати двосмерне (двофакторске) анализе варијансе разлика између група (ECC, CON и KON) у две временске тачке као последица различитих врста тренинга за моторичке способности су приказани у табели 6. Нису утврђене статистички значајне разлике у варијаблима скока са десне ноге *CMJDN*, спринта 20 метара и теста агилности 505 са окретом око леве ноге.

Ако погледамо резултате у тесту скока са десне ноге (*CMJDN*) највеће побољшање резултата су имали испитаници ECC групе, скоро 4 центиметра (11.7%), у односу на CON групу – 1 центиметар (9.6%), док је група KON побољшала резултат за 3.3%. Ипак, анализа утицаја интеракције фактора ГРУПА*ВРЕМЕ је показала да нема значајне разлике између група као последица врсте тренинга ($p=0.070$). Постоји значајан утицај фактора ГРУПА ($p=0.001$), а такође и значајан утицај фактора ВРЕМЕ ($p=0.000$).

Анализа добијених резултата у изометријској снази доњих екстремитета (*ISOMET*) је показала да постоји статистичка значајност у интеракцији фактора ГРУПА*ВРЕМЕ ($p=0.000$). Накнадним поређењем (*post hoc* анализом) је показано да постоји значајна

разлика између прве експерименталне и контролне групе ($p=0.014$). Није утврђена значајна разлика између прве и друге експерименталне групе ($p=0.268$), нити између друге експерименталне групе и контролне групе ($p=0.149$). Постоје значајне разлике као последица утицаја фактора ГРУПА ($p=0.045$), као и утицај главног фактора ВРЕМЕ ($p=0.000$). Поредиши резултате иницијалног и финалног мерења приметно је да је ECC група имала побољшање од 18.7%, група CON је остварила побољшање од 16.6%, док је група KON поправила резултат 2.9%.

Табела 6. Резултати двосмерне анализе варијансе за 3 групе – моторичке способности

| | ECC | | CON | | KON | | p |
|--------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|-----------------|
| | IN | FIN | IN | FIN | IN | FIN | |
| ISOMET | 92.33±10.57 | 109.83±7.81 | 90.25±10.30 | 105.25±9.36 | 92.42±4.08 | 94.33±3.28 | 0.000†‡ |
| SJ | 47.06±1.79 | 54.59±2.34 | 46.87±3.32 | 51.06±3.42 | 47.83±2.52 | 48.44±2,32 | 0.000†‡ |
| CMJ | 52.36±3.33 | 59.29±2.97 | 51.45±3.61 | 55.22±3.07 | 50.77±2.53 | 50.92±2,56 | 0.001†‡Δ |
| VJ | 57.51±3.97 | 65.11±2.40 | 56.19±3.21 | 60.15±3.40 | 57.58±3.85 | 59.32±3,94 | 0.018†‡ |
| CMJLN | 29.60±2.79 | 33.25±2.26 | 27.91±2.41 | 30.64±2.15 | 28.81±1.50 | 29.28±1,83 | 0.042†‡ |
| CMJDN | 29.23±2.56 | 33.10±2.10 | 27.49±2.64 | 30.40±2.32 | 28.43±1.56 | 29.41±1,54 | 0.700 |
| SPR5m | 1.16±0.04 | 1.04±0.02 | 1.18±0.07 | 1.11±0.05 | 1.18±0.03 | 1.14±0,06 | 0.010†‡ |
| SPR20m | 3.20±0.11 | 3.07±0.09 | 3.24±0.10 | 3.13±0.11 | 3.21±0.05 | 3.19±0,56 | 0.088 |
| T test | 10.07±0.10 | 9.83±0.07 | 10.04±0.09 | 9.99±0.08 | 10.12±0.07 | 10.06±0,06 | 0.000†‡Δ |
| 505_DN | 2.46±0.08 | 2.27±0.10 | 2.48±0.13 | 2.40±0.09 | 2.44±0.09 | 2.40±0,08 | 0.020†‡ |
| 505_LN | 2.49±0.08 | 2.34±0.06 | 2.46±0.07 | 2.38±0.11 | 2.44±0.10 | 2.41±0,09 | 0.087 |

IN – резултат на иницијалном тестирању ± стандардна девијација; FIN – резултат на финалном тестирању ± стандардна девијација вежбања; p – ниво статистичке значајности $p < 0,05$; † - статистички значајна разлика између ECC и CON групе; ‡ - статистички значајна разлика између ECC и KON групе; Δ - статистички значајна разлика између CON и KON групе.

У резултатима скокова постоји статистички значајна разлика између група, за коју сматрамо да је ефекат различитих врста тренинга, у свим скоковима са две ноге (SJ, CMJ и VJ) и у скоку са леве ноге (CMJLN). Статистички значајна разлика је потврђена и за варијабле спринт 5 метара (SPR5m) и тест агилности 505 за окрет десном ногом (505_DN).

За варијаблу скок из чучња (*SJ*) анализа интеракције ГРУПА*ВРЕМЕ је показала да постоје значајне разлике ($p=0.000$). Накнадним поређењем (*post hoc* анализом) је потврђено да постоји значајна разлика између прве и друге експерименталне групе ($p=0.019$) као и између прве експерименталне и контролне групе ($p=0.001$). Није утврђена значајна разлика између друге експерименталне групе и контролне групе ($p=0.290$). Постоје и значајне разлике за главни фактор ГРУПА ($p=0.003$) и главни фактор ВРЕМЕ ($p=0.000$). Изражено у процентима, групе ЕСС, СОН и КОН су на финалном тестирању оствариле бољи резултат 13.8%, 8.2% и 1.3%, редом.

Анализа резултата за варијаблу скок из стојећег става са рукама на куковима (*СМЈ*) показала је да постоји значајна разлика као последица врсте тренинга (интеракција ГРУПА*ВРЕМЕ, $p=0.001$). Накнадним поређењем резултата (*post hoc* анализом) потврђена је значајна разлика између прве и друге експерименталне групе ($p=0.006$), прве експерименталне и контролне групе ($p=0.000$) као и између друге експерименталне и контролне групе ($p=0.006$). Значајна разлика потврђена је и за главни утицај фактора ГРУПА ($p=0.000$) и за разлику између два тестирања (фактор ВРЕМЕ, $p=0.000$). Експерименталне групе, ЕСС и СОН оствариле су напредак од 11.7% и 6.8%. Група КОН је имала напредак од 0.3%.

Анализа резултата варијабле скока из стојећег става (*VJ*) је показала да су све три групе напредовале, забележени су проценти напредовања за ЕСС и СОН групе од 11.7% и 6.6%, група КОН је побољшала резултат 2.9%, што је највећи напредак ове групе у суножним скоковима. Постоје статистички значајне разлике у интеракцији ГРУПА*ВРЕМЕ ($p=0.018$). Применом *post hoc* теста утврђене су разлике између прве и друге експерименталне групе ($p=0.003$) и између прве експерименталне и контролне групе ($p=0.006$). Нема значајне разлике између друге експерименталне и контролне групе ($p=0.783$). Такође, постоје значајне разлике при поређењу група ($p=0.004$), и између два тестирања ($p=0.000$).

За варијаблу скок са леве ноге из стојећег става са рукама на куковима (*CMJLN*) интеракција ГРУПА*ВРЕМЕ показала је да постоје значајне разлике ($p=0.042$) као последица врсте тренинга. *Post hoc* анализа је показала да постоје значајне разлике између прве експерименталне групе у поређењу са другом експерименталном ($p=0.001$) и контролном групом ($p=0.000$). Нема значајне разлике у резултатима друге експерименталне и контролне групе ($p=0.721$). Анализа је показала и разлике за утицај главног фактора ГРУПА ($p=0.000$) и утицај фактора ВРЕМЕ ($p=0.000$). Процентуално изражен напредак за прву експерименталну групу је 11.0%, за другу експерименталну 8.9%, а за контролну групу 1.6%.

Анализа интеракције фактора ГРУПА*ВРЕМЕ за варијаблу спринт 5 метара (*SPR5m*) је показала значајну разлику као последицу врсте тренинга ($p=0.010$). *Post hoc* анализа је показала да постоје значајне разлике између прве и друге експерименталне групе ($p=0.001$) и између прве експерименталне и контролне групе ($p=0.000$), док између друге експерименталне и контролне групе није било значајне разлике ($p=0.333$). Такође, утицај главног фактора ГРУПА је статистички значајан ($p=0.000$), као и утицај главног фактора ВРЕМЕ ($p=0.000$). Процентуално изражено, напредак прве експерименталне групе је 10.3%, друге експерименталне групе 5.9%, док је контролна групе побољшала резултат за 3.4%

За варијаблу Т-тест агилности (*T test*) анализа интеракције фактора ГРУПА*ВРЕМЕ је показала да постоје статистички значајне разлике ($p=0.000$). *Post hoc* анализа је показала да постоји значајна разлика између контролне групе и прве ($p=0.000$) и друге ($p=0.018$) експерименталне групе. Утврђена је и статистички значајна разлика између две експерименталне групе ($p=0.045$). Главни утицај фактора ГРУПА је показао статистичку значајност ($p=0.000$). Разлика у резултатима два тестирања се такође показала статистички значајном ($p=0.000$). Када се побољшања изразе у процентима, за групу ЕСС износи 2.4%, за групу CON 1.5% док је за групу KON 0.6%.

Утицај интеракције фактора ГРУПА*ВРЕМЕ је показао да постоје значајне разлике у резултатима теста агилности 505 за окрет десном ногом (*505_DN*) као последица врсте тренинга ($p=0.020$). Резултати *post hoc* анализе су показали да постоји значајна разлика

између прве експерименталне и контролне групе ($p=0.012$), али не и између друге експерименталне и контролне групе ($p=0.497$). Није било значајне разлике између две експерименталне групе ($p=0.062$). Такође, главни фактор ГРУПА је имао значајан утицај ($p=0.033$), као и разлика резултата у два тестирања ($p=0.000$). Група ЕСС је побољшала резултат у овом тесту 7.7%, група CON је резултат побољшала 3.2% а контролна група 1.6%.

6.2 Акутни ефекти – постаktivацијска потенцијација

Да би се утврдили ефекти постаktivацијске потенцијације резултати су мерени у 5 временских тачака: након стандардизованог динамичког загревања, а пре тренинга, и у четири временске тачке после урађеног тренинга: 2, 4, 8 и 15 минута мерено од момента када је испитаник завршио вежбу. Обе групе су тестиране у тесту скок увис (VJ), Т-тесту агилности и трчању 5 и 20 метара.

Испитаници су подељени у две групе:

- групу која је радила класичан изодинамички тренинг (CON групу) и
- групу која је радила ексцентрични тренинг на изоинерцијалном тренажеру (ЕСС групу).

Како би анализирали ефекте постаktivацијске потенцијације примењена је једнофакторска анализа варијансе поновљених мерења за сваку групу посебно. Разлике у ефектима постаktivацијске потенцијације између група анализираних су комбинованом анализом варијансе поновљених мерења за две групе (CON и ЕСС), у 5 временских периода – пре активације и 2, 4, 8 и 15 минута након активације.

Резултати теста ПАП и анализа варијансе поновљених мерења за CON групу приказани су у табели 7. Анализа варијансе поновљених мерења за варијаблу скок увис је показала да постоји статистички значајна разлика ($p=0.04$). Може се приметити да се резултати кроз 5 временских тачака побољшавају, сваки резултат је бољи од претходног за 0.5 до 1 центиметра, тако да је резултат постигнут 15 минута након тренинга бољи 3.3 cm од

резултата пре тренинга. *Post hoc* анализа (*LSD*) је показала да нема значајне разлике између резултата оствареног пре тренинга (T1) и резултата оствареног 15 минута након тренинга (T5) ($p=0.060$), али и да постоји значајна разлика између резултата у временској тачки T5 и резултата у T2 ($p=0.001$), резултата у T3 ($p=0.010$) и резултата у T4 ($p=0.045$). У поређењу са резултатом пре потенцијације испитаници CON групе су имали бољи резултат што је дуже време одмора након тренинга потенцијације (0.4%, 1.9%, 2.6%, 5.4%, хронолошки гледано). За преостале три варијабле није утврђена статистички значајна разлика као последица постаktivацијске потенцијације.

Табела 7. Резултати анализе варијансе поновљених мерења CON групе за постаktivацијску потенцијацију

| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | p |
|--------|------------|------------|------------|------------|------------|---------------|
| VJ | 57.79±6.94 | 58.00±6.74 | 58.91±6.12 | 59.32±7.65 | 61.09±7.06 | 0.04** |
| T test | 9.71±0.61 | 9.57±0.38 | 9.51±0.50 | 9.80±0.49 | 9.64±0.65 | 0.25 |
| SPR5m | 1.16±0.60 | 1.14±0.06 | 1.17±0.08 | 1.14±0.06 | 1.16±0.09 | 0.72 |
| SPR20m | 3.26±0.14 | 3.27±0.15 | 3.32±0.35 | 3.27±0.14 | 3.26±0.17 | 0.99 |

T1 – резултат остварен пре вежбања, T2 – резултат остварен 2 минута након вежбања; T3 – резултат остварен 4 минута након вежбања; T4 – резултат остварен 8 минута након вежбања; T5 – резултат остварен 15 минута након вежбања; p – ниво статистичке значајности; ** $p < 0,05$.

Анализе варијансе поновљених мерења резултата које су постигли испитаници ЕСС групе (табела 8) је показала да постоје статистички значајне разлике у варијаблама скок увис ($p=0.04$) и Т тест агилности ($p=0.02$). Прегледом добијених резултата варијабле скок увис може се видети да је резултат постигнут 2 минута након тренинга (T2) слабији од резултата измереног пре тренинга (T1) за 2.5 центиметра или 4.4%, да би се 4 минута након тренинга (T3) резултат вратио скоро на ниво пре тренинга (0.18 cm или 0.3% слабији од резултата пре тренинга). У временској тачки T4, 8 минута након тренинга, резултат је био бољи 0.01 cm или 0.01%. Најбољи резултат је постигнут након 15 минута одмора, повећање од 1.59 cm или 2.8% у односу на резултат пре тренинга. *Post hoc* анализа (*LSD*) је показала да је резултат у T2 значајно слабији од резултата у T1 - пре тренинга ($p=0.045$), док је резултат у T3 је значајно бољи од резултата у T2 ($p=0.033$). Разлика

результата у временским тачкама T3 и T4 нема статистичку значајност ($p=0.842$), а затим разлика резултата у T4 и T5 је статистички значајна ($p=0.032$).

Из табеле је приметно да су сви резултати варијабле T тест након тренинга бољи од претеста. При томе, резултати су бољи у сваком временском периоду у односу на претходни. Резултат 2 минута након тренинга је бољи за 0.5% у односу на T1, 4 минута након тренинга резултат је бољи 1%. Након 8 минута одмора резултат је бољи 6%, док је највеће побољшање резултата измерено 15 минута након тренинга, 0.84 секунди или 8.4%. *Post hoc* анализа (*LSD*) је показала да нема значајне разлике у резултатима оствареним у T1 и T2 ($p=0.533$), T1 и T3 ($p=0.098$) као ни између T2 и T3 ($p=0.523$), док постоји значајна разлика између резултата T1 и резултата у временским тачкама T4 ($p=0.008$) и T5 ($p=0.001$). Статистички значајне разлике постоје између резултата T3 и T4 ($p=0.037$), као и између T3 и T5 (0.007). Значајна је и разлика резултата у временским тачкама T4 и T5 ($p=0.019$). Анализа варијансе поновљених мерења није показала статистички значајне разлике у варијаблама спринта 5 и 20 метара.

Табела 8. Резултати анализе варијансе поновљених мерења ECC групе за постаktivацијску потенцијацију

| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | p |
|--------|------------|------------|-------------|------------|------------|---------------|
| VJ | 57.62±9.44 | 55.11±9.10 | 57.44±10.15 | 57.63±8.53 | 59.21±9.30 | 0.04** |
| T test | 9.95±0.48 | 9.90±0.54 | 9.85±0.59 | 9.35±0.32 | 9.11±0.45 | 0.02** |
| SPR5m | 1.12±0.06 | 1.14±0.05 | 1.14±0.08 | 1.16±0.10 | 1.14±0.08 | 0.81 |
| SPR20m | 3.22±0.19 | 3.23±0.17 | 3.24±0.13 | 3.15±0.14 | 3.19±0.20 | 0.50 |

T1 – резултат остварен пре вежбања, T2 – резултат остварен 2 минута након вежбања; T3 – резултат остварен 4 минута након вежбања; T4 – резултат остварен 8 минута након вежбања; T5 – резултат остварен 15 минута након вежбања ; p – ниво статистичке значајности; ** $p < 0,05$.

Да би се утврдиле евентуалне разлике у ефектима постаktivацијске потенцијације између група примењена је комбинована анализа варијансе поновљених мерења. Добијени резултати су показали да нема статистички значајних разлика ни за једну варијаблу (табела 9).

Табела 9. Резултати комбиноване анализе варијансе поновљених мерења CON и ECC групе за постаktivацијску потенцијацију

| | <i>Wilks' lambda</i> | F | p |
|--------|----------------------|------|------|
| VJ | 0.84 | 0.73 | 0.59 |
| T test | 0.66 | 1.90 | 0.16 |
| SPR5m | 0.87 | 0.58 | 0.68 |
| SPR20m | 0.88 | 0.54 | 0.71 |

$p \leq 0,05$.

Можемо закључити да нема разлике у акутним ефектима између две групе који су последица различитих врста тренинга за тестове постаktivацијске потенцијације.

7 ДИСКУСИЈА

Када мишићна контракција производи силу већу од силе која делује на њега мишић се скраћује током концентричне контракције. Подизање тела из чучња до највише тачке је пример концентричне контракције квадрицепса. Када мишић производи силу мању од силе која делује на њега мишић се издужује током ексцентричне контракције. Спуштање тела из усправног положаја у получучањ или чучањ је пример ексцентричне контракције истог мишића. Ексцентрична кретања су супротна концентричним.

Кретања која карактеришу кошарку, кратки спринтеви, промене правца, бочна кретања, скокови са једне или две ноге су састављена од низа циклуса издуживања и скраћивања мишића. При свакој промени брзине и правца, у фази заустављања или успоравања, мишићи доминантно производе ексцентричну контракцију. При томе, током ексцентричне контракције мишић може да произведе силу која је 20 до 60% већа од силе током концентричне контракције, уз мању енергетску потрошњу (Caruso et al., 2003). Такође, током ексцентричне контракције еластична енергија се складишти и може се отпустити током концентричне контракције која следи (Norrelar, 2016). Изоинерцијални тренинг као релативно новији модел тренинга у спорту задњих двадесетак година користи технологију са замајцем помоћу које се ствара надоптерећење у ексцентричној фази рада. Досадашња истраживања су показала да изоинерцијална метода тренинга омогућава додатно оптерећење током ексцентричне фазе рада мишића (Norrbbrand et al., 2010) што доводи до повећања снаге (Tech et al., 2004). Максимална вољна контракција током концентричне фазе рада на изоинерцијалном тренажеру последично доводи до надоптерећења током ексцентричне контракције која непосредно следи током циклуса скраћивања и издуживања мишића.

Генерални циљ овог истраживања је био да се утврде разлике у ефектима осмонедельног тренинга снаге двома различитим методама на апсолутну снагу, експлозивну снагу, брзину и агилност кошаркаша јуниорског узраста. Резултати приказани у табелама у претходном поглављу (поређењем резултата ECC, CON и KON групе) су показали да тренинг снаге спроведен током 8 недеља има значајан позитиван ефекат на младе кошаркаше у

варијаблама изометријске снаге, скок из получучња (SJ), скок увис из стојећег става (VJ), скок из стојећег става са рукама на куковима (CMJ), скок са леве ноге из стојећег става са рукама на куковима (CMJLN), спринт 5 метара (SPR5m), Т-тест (T test) и 505 тест агилности са окретом са десне ноге (505_DN). *Post hoc* анализом је утврђено да постоје значајно бољи ефекти изоинерцијалног тренинга у односу на изодинамички тренинг у варијаблама скокова SJ, CMJ, VJ, CMJLN, трчања SPR5m и агилности Т-тест и 505_DN. Прва експериментална група која је вежбала изоинерцијалном методом (ЕСС) је имала значајно боље резултате у односу на контролну групу у свим варијаблама моторичких тестова. Друга експериментална група (CON) је имала значајно боље резултате у поређењу са контролном групом само у варијаблама CMJ и Т-тест.

Распон резултата телесне висине (TV) испитаника је од 181 до 202 центиметра, и минимална и максимална вредност је забележена у CON групи. Није било значајних промена после 8 недеља, а велики распон резултата је логичан обзиром да испитаници нису раздвојени по позицијама. Просечна висина је нешто изнад 190 cm, слично као и у истраживању Монтгомерија (Montgomery et al., 2010) код аустралијских кошаркаша јуниора висине 191 cm, и у истраживању Делекстрат (Delextrat & Cohen, 2008) где су кошаркаши из енглеске студентске лиге просечно високи 190 cm. Није било значајних промена ни у варијабли телесна маса (TM). Распон резултата је од 65 до 96 килограма. Као и за претходну варијаблу, распон је велики с обзиром да испитаници нису раздвојени по позицијама што би вероватно хомогенизовало групе. Сви испитаници су кошаркаши који тренирају 5 тренинга недељно и изгледа да имају добар ниво физичке форме, па није било значајних промена као последица додатних тренинга. Анализа резултата варијабле сума кожних набора није показала статистички значајне разлике као последицу тренинга снаге током трајања истраживања. Ипак, ЕСС група је имала побољшање резултата од 7.5% у поређењу са CON групом која је имала побољшање од 1.8%.

За процену мишићне снаге кориштен је **тест изометријске снаге на изоинерцијалном тренажеру (ISOMET)**. Нису пронађена досадашња истраживања која су користила нову технологију изоинерцијалних тренажера за тестирање снаге. Нису утврђене статистички значајне разлике у ефектима две различите методе тренинга снаге за ову варијаблу. Код

ЕСС групе је забележена највећа разлика између иницијалног и финалног резултата, побољшање од 18.7%, док је CON група имала побољшање од 16.6%. Ово је нешто мање побољшање у поређењу са радом Фернандез-Гозала (Fernandez-Gonzalo et al., 2014) и сарадника где су физички активни студенти побољшали апсолутну снагу за 25% након 6 недеља изоинерцијалног тренинга мерено кроз вежбу лег прес 1RM, али веће од оствареног након 6 недеља тренинга професионалних рукометаша и у ЕСС групи (12.2%) и у CON групи (7.9%) у истраживању Марото-Изкуиердо и сарадника (Maroto-Izquierdo et al., 2017B).

Насупрот овим истраживањима, Де Хојо и сарадници (De Hoyos et al., 2015B) су установили да код здравих особа рекреативаца није било значајне разлике у ефектима развоја снаге и експлозивне снаге као последица различите врсте тренинга, изоинерцијалног са ексцентричним надоптерећењем и изодинамичког тренинга са слободним теговима. Онамбеле и сарадници (Onambele et al., 2008) су поредили разлике у ефектима изоинерцијалног и тренинга са теговима код старијих здравих особа. Анализа је показала да нема значајних разлика у снази оствареној максималном вољном контракцијом, али је максимална снага 1RM повећана након изоинерцијалног тренинга. Још неколико радова је потврдило да нема разлике у ефектима изоинерцијалног тренинга и тренинга са теговима у трајању од 10 недеља (Caruso et al., 2005), 40 дана (Caruso et al., 2003) или 5 недеља (Norrbrand et al., 2010) на снагу мишића здравих особа које нису физички активне, а само један рад је утврдио значајне разлике у ефектима ове две методе након 5 недеља рада (Norrbrand et al., 2008) и то у максималној вољној контракцији и попречном пресеку мишића. У неколико истраживања су потврђени бољи ефекти тренинга снаге са ексцентричним надоптерећењем и на развој експлозивне снаге (Askling et al., 2003; Tesch et al., 2004; Naczk et al., 2014; Naczk et al., 2016; Maroto-Izquierdo et al., 2017B) и на развој максималне снаге мишића мерен кроз 1RM (Naczk et al., 2014; Naczk et al., 2016; Maroto-Izquierdo et al., 2017B). Скелетни мишићи имају способност испољавања веће силе током издуживања мишића у поређењу са скраћивањем мишића, а први ефекти повећања попречног пресека мишића могу се јавити већ после 3 недеље изоинерцијалног тренинга (Seynnes et al., 2006).

Норбранд и сарадници у раду (Norrbrand et al. 2011) испитивали су ефекте стандардног тренинга са теговима и изоинерцијалног тренинга на доње екстремитете рекреативаца. Ексцентрични тренинг је довео до вишег врха силе током ексцентричне и концентричне контракције у поређењу са вежбањем са слободним теговима. Предност ексцентричног тренинга са надоптерећењем у развоју хипертрофије мишића је потврђена у неколико радова (Tesch et al., 2004; Norrbrand et al., 2008; Naczk et al., 2016). Нека истраживања су утврдила ефекте тренинга снаге на експлозивну изометријску снагу (Aagaard et al., 2002; Hakkinen et al., 1998), иако постоје и истраживања у којима није потврђено да тренинг утиче на повећање изометријске експлозивне снаге (Andersen et al., 2010; Tillin et al., 2011), мерено помоћу изокинетичког динамометра.

Познато је да само-екцентрични тренинг снаге (вежба се само ексцентрична фаза акције, асистенти помажу кроз концентричну фазу) значајно доприноси хипертрофији мишића у поређењу са само-концентричном контракцијом (Higbie et al., 1996; Vikne et al., 2006) док су Хигби и сарадници (Higbie et al., 1996) утврдили у свом раду повећање од 43% у снази (укупној ексцентрично-концентричној) након само-екцентричног тренинга снаге, у поређењу са повећањем од 31.2% након само-концентричног тренинга снаге код жена. У поређењу са само-концентричним тренингом, комбиновани концентрично-ексцентрични тренинг снаге доводи до значајног повећања способности продукције силе (Häkkinen & Komi, 1981; Colliander & Tesch, 1990; Dudley et al., 1991). У неким другим истраживањима (Komi & Buskirk, 1972; Higbie et al., 1996; Hortobágyi et al., 1996; Roig et al., 2009) није било значајних побољшања продукције силе током концентричне контракције као последице адаптације мишића на само-ексцентрични тренинг. Истраживања која су помоћу изокинетичких уређаја испитивала ефекте само-концентричне и само-ексцентричне контракције (Seeger & Thorstensson, 2005; Franchi et al., 2015). показала су да код нетренираних особа обе методе тренинга имају сличне ефекте на повећање продукције силе у изометријској и концентричној контракцији. Још раније, Хортобађи и сарадници (Hortobágyi et al., 2001) су закључили да и краткотрајни седмодневни тренинг са ексцентричним надоптерећењем значајно повећава продукцију силе током изометријске и ексцентричне контракције квадрицепса леве ноге младих жена које нису физички активне.

Роџ и сарадници (Roig et al., 2009) закључују да ексцентрични тренинг, у поређењу са концентричним и изометријским тренингом, има већи потенцијал за повећање величине и снаге мишића, иако неки други аутори сугеришу да када се два типа тренинга примене са истим оптерећењем након обе врсте тренинга се као последица значајно повећава хипертрофија (Huydahl & Hubal, 2013). Такође, истраживања су показала да тренинг снаге са великим оптерећењем доводи до већег повећања снаге мишића од тренинга са умереним (Schoenfeld et al. 2016) или малим оптерећењем (Schoenfeld et al. 2015), и након концентричног и након ексцентричног тренинга. Већ је познато да утицај рада на мишиће током ексцентричне фазе има за последицу повећање испољене снаге током концентричне контракције, али Викне и сарадници (Vikne et al., 2006) су закључили да ексцентрични тренинг има већи ефекат на ексцентричну снагу мишића од концентричног тренинга, док концентрични тренинг има тенденцију да повећа концентричну снагу више од ексцентричног тренинга, што је у складу са добро познатим принципом специфичности примењеног тренинга.

Укупно оптерећење је један од фактора који могу да утичу на ефекте тренинга. Тако су Крамер и сарадници (Kramer et al., 1997) на узорку од 53 умерено тренираних спортиста анализирали ефекте 14-о недељног тренинга снаге различитим бројем серија. Група која је током тренинга вежбала 1 серију је имала значајно мање ефекте у односу на групе које су вежбале више серија, иако су све групе имале значајно бољи резултат у тесту чучња 1RM. Могуће је да је мали број тренинга током прве 4 недеље, један недељно, није имао позитивне ефекте на снагу испитаника, што је сугерисано у неким досадашњим истраживањима (Schoenfeld et al. 2015; Schoenfeld et al. 2016). Такође, током извођења вежби на изоинерцијалном тренажеру испитаници су се током ексцентричне фазе спуштали у получучањ до положаја у коме је угао између потколенице и натколенице око 100°. Могуће је да мала одступања током рада имају значајан утицај на ефекте тренинга. Испитаници у нашем истраживању су млади кошаркаши са дугим стажом тренинга који редовно тренирају 5 тренинга недељно. Спортска форма је још један од фактора који могу да утичу на ефекте тренинга, пошто је познато да ексцентрични тренинг има веће ефекте код особа које нису физички активне (Hortobágyi et al., 2001)

У досадашњим истраживањима је за тест изометријске снаге углавном кориштен изокинетички динамометар, а за мерење снаге најчешће је кориштен тест једног максималног понављања – 1RM. Нова технологија, изоинерцијални тренажери са додатном опремом која може да мери снагу и силу вежбача могуће је анализирати способности у условима који су ближи условима тренинга и такмичења. Изокинетички динамометри ограничавају обим и брзину покрета који је контролисан условима извођења, док је извођење вежбе на изоинерцијалном тренажеру сличније покрету које кошаркаш изводи на терену.

У **тестовима скочности** постоји значајна разлика између група које су вежбале додатно тренинге снаге у варијаблама SJ, CMJ, VJ и CMJLN, а статистички значајне разлике није било у скоку са десне ноге са рукама на куковима (CMJDN).

У тесту скока увис **из получучња са рукама на куковима (SJ)** испитаници ЕСС групе су побољшали резултат 13.8%, знатно више него у студији коју су спровели Марото-Изкуердо и сарадници од 9.8% након 6 недеља изоинерцијалног тренинга (Maroto-Iquierdo et al., 2017B). Такође, разлика у побољшању у односу на групу која је вежбала традиционални изодинамички тренинг је 5.6% и већа је од разлике у студији на рукометашима од 3.3% (Maroto-Iquierdo et al., 2017B). Анализа ефеката тренинга снаге процењена тестом **скок у вис VJ** је показала да постоје значајне разлике између групе која је вежбала изоинерцијални тренинг и групе која је вежбала изодинамички тренинг. Скок VJ је један од најчешће кориштених тестова у кошарци. Способност вертикалног скока са замахом рукама је карактеристична кретња у кошарци, у скоку за лопту након шута на кош, или када се осваја лопта након што је високо одскочила, приликом подбацивања или скока како би се нападач са лоптом спречио да постигне погодак. Хофман и сарадници (Hoffman et al., 1996) у свом истраживању су показали да је највећа корелација између извођења теста скока увис VJ и временаведеног у игри кошаркаша Дивизије I NCAA ($r = 0.68$, $p \leq 0.05$). ЕСС група је имала повећање од 7.6 cm или 11.7% док је CON група побољшала резултат за 3.96 cm или 6.6%. Нису пронађена истраживања ефеката изоинерцијалног тренинга која су користила овај тест скочности, али је уврштен у ову студију због своје специфичности за узорак кошаркаша.

Значајна разлика је утврђена и у ефектима за **варијаблу скок СМЈ** а као последица различитих метода тренинга снаге. Испитаници ЕСС групе су побољшали резултат за 6.93 cm или 11.7% са разлику од CON групе 3.77 cm (6.8%). Анализа резултата скока SJ је показала да постоје значајне разлике као последица тренинга. ЕСС група је побољшала резултат за 7.53 cm (13.8%), више од 9.6% у истраживању са професионалним рукометашима (Maroto-Iquierdo et al., 2017B) и 7.6% у истраживању са младим фудбалерима (De Ноуо et al., 2015). Разлика у побољшању резултата између ЕСС и CON групе од 4.9% је такође већа од разлика у ова два истраживања (3.3% и 3.7%, редом). Иако су обе експерименталне групе имале тренинг снаге једнаког обима значајно већи напредак у тесту **СМЈLN** остварила је ЕСС група, што је анализа потврдила. ЕСС група је поправила резултат за 3.65 cm (11%) а за исто време је CON група поправила резултат за 2.73 cm, или 9%. Нису пронађена истраживања која су за анализу ефикасности изоинерцијалног тренинга користила скок са једне ноге. Резултати овог истраживања у тестовима скочности су у складу са претходним истраживањима која су потврдила повећање висине вертикалног скока након изоинерцијалног тренинга 6-15% (De Ноуо et al., 2014; Naczk et al., 2016; Maroto-Iquierdo et al., 2017B). Познато је да тренинг снаге позитивно утиче на способност скока у вис кошаркаша (Matavulj et al., 2001; Santos & Janeira, 2012). Радови у којима су анализирани ефекти изоинерцијалног тренинга и тренинга снаге са теговима су показала да изоинерцијални тренинг има значајно веће позитивне ефекте на способност вертикалног скока фудбалера јуниорског узраста (De Ноуо et al., 2015B), здравих особа студената (Naczk et al., 2016) и професионалних рукометаша (Maroto-Iquierdo et al., 2017B). Недавно истраживање које су спровели Гуал и сарадници (Gual et al., 2016) имало је за циљ да утврди ефекте једног изоинерцијалног тренинга недељно тренинга чучња на снагу доњих екстремитета младих спортиста и резултати након 24 недеље тренинга су показали побољшање у спринту од 3.6% и у скоку у вис СМЈ од 8.2% уз побољшање резултата у тесту „мртво дизање” за 18.2%. Резултати су у складу и са истраживањима која су спровели Нацк и сарадници (Naczk et al., 2016), који су мерили експлозивну снагу младих активних мушкараца након пет недеља изоинерцијалног тренинга. Тестиране су способност скока у вис СМЈ и SJ, и максимална сила и снага коју испитаник постигне током теста на ергометру. Статистички значајно су

побољшали максималну и експлозивну снагу и резултате у скоковима. Максимална вољна контракција је захтевана од испитаника у оба истраживања.

Вирт и сарадници (Wirth et al., 2015) су спровели истраживање о ефектима ексцентричног тренинга на максималну и експлозивну снагу. Испитаници су вежбали тренинг снаге са ексцентричним надоптерећењем током 6 недеља и резултати су показали значајно повећање максималне снаге, али за тест скока у вис није било значајне разлике у поређењу са резултатима контролне групе. Аутори указују да је могуће објашњење недостатка разлике у експлозивној снази исказаној у скоку у вис у начину тренинга, и сугеришу да би тренинге за развој експлозивне снаге требало радити већом брзином, ближеј реалним кретњама током тестирања и такмичења. Мада, још увек постоје недоумице око утицаја изоинерцијалног тренинга са вежбањем максималним брзинама. Код бејзбол и софтбола играча није било утицаја изоинерцијалног тренинга на брзину покрета руке и брзину лета лопте приликом бацања (McLoda et al., 2003). Долежал и сарадници (Dolezal et al., 2016) су поредили ефекте тренинга са теговима где је VEB група ексцентричну фазу наглашавала споријим извођењем (око 3 секунде) у односу на експлозивну концентричну фазу, док је VET група обе фазе изводила експлозивно. Нису утврђене значајне разлике у ефектима два режима вежбања на извођење вертикалног скока VJ, као ни за снагу доњих екстремитета мерену кроз 1RM чучањ. Програм рада је трајао 12 недеља, а узорак су чинили атлетичари.

Фридман-Бете и сарадници (Friedmann-Bette et al., 2010) су анализирали повећање скока увис код спортиста такмичара који су редовно вежбали тренинге снаге. Ефекат шестонедељног акцентованог ексцентричног тренинга је знатно повећање висине скока увис у односу на традиционални изодинамички тренинг. Позитиван ефекат плиометријског тренинга, модел тренинга са надоптерећењем у ексцентричној фази, на резултате у тесту СМЈ код кошаркаша је потврдио и Матавуљ са сарадницима (Matavulj et al., 2001). У досадашњим истраживањима о ефектима изоинерцијалног тренинга најчешће кориштен тест способности скока у вис је скок получучњем са рукама на куковима СМЈ. ЕСС група је остварила статистички значајно веће побољшање у свим скоковима осим скока са десне ноге. Иако доминантна нога већини испитаника, могуће је да нема разлика

због посебне кошаркашке технике. У специфичним кретњама за кошарку као што је шут са једне ноге из места или из двокорака кошаркаши више користе скок са леве ноге, да би шутирали или додали лопту доминантном десном руком. Скок са једне ноге без помоћи руку и без замаха другом ногом је некарактеристична кретња за кошаркаше па се може претпоставити да и биомеханичка сложеност извођења овог теста утиче на добијање оваквих резултата.

Неколико истраживања је указало да активности високог интензитета као што су убрзања, брзина трчања и брзина промене правца, омогућавају спортисти да побољша свој учинак на терену током кошаркашке утакмице (BenAbdelkrim et al., 2007; Ziv & Lidor, 2010). Због тога је способност извођења ових активности високог интензитета важан предуслов успешног играња кошарке, али и других тимских спортова (BenAbdelkrim et al., 2007; Gabbett et al., 2008). Статистички значајна разлика као последица тренинга потврђена је у тесту **спринта 5 метара**. Група ЕСС је побољшала резултат за 10.3%, док је група CON побољшала резултат за 5.9%. Значајно се разликују и резултати две експерименталне групе, ЕСС је имала 4.4% веће побољшање као последицу тренинга, па можемо закључити да изоинерцијални тренинг више побољшава способност експлозивне снаге и убрзања на кратким деоницама.

Није било значајних разлика у **тесту трчања 20 метара**. У тесту трчања 20 метара кошаркаши постижу просечне резултате између 3.19 секунди (Hoare, 2000) и 3.33 секунде (Delextrat & Cohen, 2008), што је у складу са резултатима које су остварили испитаници у нашем истраживању. Асклинг и сарадници (Askling et al., 2003) су истраживали утицај изоинерцијалног тренинга на младе фудбалере. Протокол тренинга је трајао 10 недеља, 16 тренинга, и експериментална група која је вежбала изоинерцијални тренинг је побољшала способност трчања 30 m, али није било значајне разлике између експерименталне и контролне групе која је вежбала традиционални тренинг снаге. Насупрот томе, у свом истраживању Марото-Изкуердо и сарадници (Maroto-Izquierdo et al., 2017B) закључују да изоинерцијални тренинг у трајању од 10 тренинга за 6 недеља, 4 серије са 7 понављања значајно побољшава способности трчања 20 m код професионалних рукометаша (10%). Још једно новије истраживање Де Хоја и сарадника (De Noyo et al., 2015A) је показало

побољшање трчања 20 метара (1.5%) уз истовремено смањен број повреда и побољшање учинка младих фудбалера јуниорског узраста као последицу десетонедељног ексцентричног тренинга са надоптерећењем. Није било значајне разлике у брзини трчања 20 метара између прволигашких играча и играча нижег ранга такмичења у истраживању Делекстрат и Кохен (Delextrat & Cohen, 2008), као ни у ранијем истраживању на кошаркашима јуниорског узраста у Аустралији (Hoare, 2000). Делекстрат и Кохен (Delextrat & Cohen, 2008) у закључку рада препоручују кошаркашким кондиционим тренерима да избегавају вежбе спринта дуже од 10 метара, да вежбају убрзања, односно кретања које су специфична за кошаркашку игру. Још неколико радова који су истраживали факторе успеха у кошарци препоручили су тестове убрзања до 15 метара (Caterisano et al., 1997; Gillam et al., 1985; Hoare, 2000)

Развој способности да се савладају силе током наглог заустављања је неопходна у превенцији од повреда, док је успоравање и убрзавање у кратком временском периоду основа промене правца. У већини тимских спортова, у које спада и кошарка, од такмичара се захтевају кратке експлозивне кретања са много промена правца (De Novo et al., 2015). Тоус-Фахардо и сарадници (Tous-Fajardo et al., 2016) су у свом раду показали да један тренинг недељно изоинерцијалног тренинга комбинован са вибрационим тренингом може значајно унапредити способности фудбалера за линеарну брзину и промену правца.

Т-тест агилности је један од најчешће кориштених тестова од стране кошаркашких тренера пошто садржи најважнија кретања током игре: трчање, промене правца, кретање у кошаркашком ставу и трчање уназад. Један од фактора који одређују брзину промене правца спортисте је и колико могу да складиште ексцентричну силу и произведу концентричну силу мишића. Брзина реакције и промене правца је данас један од кључних фактора успеха играња кошарке па су тестови агилности обавезан део батерије тестова (Delextrat & Cohen, 2008). Постоји значајна статистичка разлика у ефектима два различита тренинга снаге у тестовима агилности Т-тест и 505 са окретом десном ногом (505_DN). Група ЕСС је у Т-тесту агилности побољшала резултат иницијално-финално тестирање за 2.4%, док је истовремено CON група побољшала резултат за 1.5%. У 505_DN тесту

агилности група ECC је побољшала резултат за 7.7%, а CON група 3.2%. Није било значајне разлике као последице тренинга у варијабли 505_LN.

Изоинерцијални тренинг у трајању од 6 недеља је у Т-тесту агилности код професионалних рукометаша (Maroto-Izquierdo et al., 2017B) довео до значајно бољих резултата након 6 недеља изоинерцијалног тренинга и побољшања од 7%. Де Хојо и сарадници (De Ноуо et al., 2016) су на узорку од 34 млада фудбалера показали да изоинерцијални тренинг има позитивне ефекте на брзину промене правца. Тренинг снаге са ексцентричним надоптерећењем омогућава значајно брже заустављање и краће време контакта са подлогом па се овај метод рада сматра фундаменталним за развој способности промене правца (De Ноуо et al., 2016). Такође, истраживања су потврдила да тренинг са ексцентричним надоптерећењем на изоинерцијалном тренажеру са додатним вибрационим тренингом (током 11 недеља) побољшава способност брзе промене правца код младих фудбалера (Tous-Fajardo et al., 2016). Изгледа да је разлог оваквих резултата релативна сличност тренинга получучња на изоинерцијалном тренажеру и покрета при промени правца, где је потребна већа сила при фази заустављања коју карактерише издуживање мишића. И плиометријски тренинг као једна врста тренинга са надоптерећењем у ексцентричној фази може позитивно утицати на брзину промене правца. Поређењем ефеката шестонедељног програма унилатералног, билатералног и комбинованог уни- и билатералног плиометријског тренинга аутори (Ramírez-Campillo et al., 2015) су закључили да су све експерименталне групе фудбалера имале значајно побољшане резултате на тестовима скока у вис, спринта и агилности.

Неколико досадашњих истраживања није утврдило значајне разлике у тестовима промене правца као последицу различитих метода тренинга које сматрамо традиционалним као што су дизање тегова и олимпијско дизање тегова (Harris, 2000; Hoffman et al., 2004; Kraemer et al., 2003). Изгледа да традиционални тренинг снаге не побољшава значајно резултате у тестовима агилности, па је потребна већа употреба тренинга снаге са ексцентричним надоптерећењем како би се побољшали резултати у промени правца (Brughelli et al., 2008). Студија о разликама у ефектима унилатералног и билатералног тренинга снаге у трајању од 6 недеља је показала да унилатерални тренинг доводи до

бољих резултата у тесту промене правца окретом од 180° левом ногом (Gonzalo-Skok et al., 2016). Окрет од 180° је управо карактеристика теста агилности 505. Није утврђена значајна разлика у тесту 505 окретом левом ногом. На способност брзе промене правца утиче више фактора као што су линеарна брзина трчања, снага доњих екстремитета, техника извођења, као и антропометријске карактеристике спортисте (Sheppard & Young, 2006).

Истраживање Спитерија и сарадника (Spiteri et al., 2015) указује да изоинерцијални тренинг има значајан утицај на побољшање способности промене правца и то и докораком, што је карактеристично за Т-тест, и прекораком који карактерише тест агилности 505. Исти аутор указује да овај метод рада доприноси развијању веће силе приликом успоравања, те складиштењу еластичне енергије што као последицу има повећану способност поновног убрзања, сада у другом (новом) правцу. Чини се да ова побољшања у развоју силе кочења уз елонгацију мишића, а након примене изоинерцијалног тренинга, последично доводе и до веће способности брзе промене правца спортисте. Исто истраживање кроз неколико тестова агилности је показало да бржи спортисти имају краће време контакта са подлогом у односу на спорије спортисте (Spiteri et al., 2015). Ексцентрични тренинг побољшава способност чувања и употребе еластичне енергије током трчања (Hunter et al., 2005), што доводи до побољшања током пропулзивне фазе у промени правца где је неопходно нагло убрзање кретања након промене правца (Young et al., 1998; Brughelli et al., 2008). Оба теста агилности, и Т-тест и 505 карактеришу спорт специфичне кретње. Изгледа да је окрет доминантном ногом техника коју млади кошаркаши више примењују и тренирају и током кошаркашких тренинга, боље и брже је изводе, па је и већи утицај технике извођења на резултат. Разлике нису утврђене за окрет доминантном ногом, пошто је већини испитаника доминантна десна нога. При окрету недоминантном ногом, левом, покрет је некарактеристичан. Брзина реакције и промене правца је данас један од кључних фактора успеха играња кошарке, па су тестови агилности обавезан део батерије тестова (Delextrat & Cohen, 2008).

Анализа **акутних (ПАП) ефеката** изодинамичког тренинга на експлозивну снагу, брзину и агилност кошаркаша јуниорског узраста је показала да је статистички значајан ефекат у тесту скока увис. Није било значајних промена у тестовима трчања 5 и 20 метара као и Т-тесту агилности. У тесту скок увис VJ након сваког периода одмора резултат се

побољшао, па је резултат у времену T5, 15 минута након стимулуса, у односу на резултат пре тренинга-стимулуса бољи 5.4%.

Изоинерцијални тренинг је имао позитиван ефекат на експлозивну снагу процењену тестом скок у вис и агилност процењену T-тестом. Није било значајних ефеката исказаних кроз тестове трчања 5 и 20 метара. У скоку увис испитаници који су вежбали изоинерцијалном методом су имали пад резултата од 4.4% у T2, 2 минута након стимулуса. Након тога резултат се побољшавао да би у T5, 15 минута након стимулуса био најбољи, са повећањем од 2.8% у односу на резултат пре тренинга-стимулуса. У T-тесту агилности резултат након 2 минута одмора је био на нивоу резултата пре стимулуса, да би сваки следећи резултат био бољи од претходног, са најбољим резултатом у T5 који је 8.4% бољи од резултата пре тренинга-стимулуса.

Анализа разлика у акутним ефектима изодинамичког и изоинерцијалног тренинга на експлозивну снагу, брзину и агилност кошаркаша јуниорског узраста је показала да није било значајних разлика у акутним ефектима као последица различитих метода тренинга. Чини се да нема разлика у ефектима два различита модела тренинга-стимулуса на постаktivацијску потенцијацију када се изводе максималном вољном контракцијом. Више истраживања је за потребе анализе ПАП ефекта користило различите тестове скока у вис (Bogdanis et al., 2014; Till et al., 2009; Gourgoulis et al., 2003; Stieg et al., 2011; De Novo et al., 2014; Arabatzi et al., 2014), а у једном тест скока у даљ (Scott et al., 2004). Гоургулис и сарадници (Gourgoulis et al., 2003) су пратили ефекте 5 серија чучња *back squat* непосредно након тренинга-стимулуса. Снажнији испитаници, они који су могли да изведу чучањ са оптерећењем већим од 160 kg, су остварили 4% боље резултате у скоку у вис, док они који нису могли да изведу чучањ са великим оптерећењем су побољшали резултат за 0.4%. Друго истраживање је показало да способност вертикалног скока може да се побољша 1-3% и то 5 минута након што испитаник изведе 5 серија по 1 чучањ, са додатним оптерећењем 90% 1RM (Chiu et al., 2003). Вебер са сарадницима (Weber et al., 2008) је анализирао утицај тренинга са великим оптерећењем од 85% од 1RM на акутне ефекте извођења узастопних скокова из получучња на узорку од 12 атлетичара. Просечна висина скока се након вежбе са оптерећењем повећала око 6%, док је висина скока код контролне

групе смањена за 2.7%. Богданис и сар. (Bogdanis et al., 2014) су истраживали да ли ексцентрични тренинг чучња са оптерећењем од 70%RM има утицај на побољшање учинка у скоку СМЈ и нису пронашли статистички значајне ефекте. Могуће је да је оптерећење уместо ПАП ефекта изазвало замор мишића и да је то разлог што није било позитивног ефекта на тесту након тренинга. Још неколико истраживања је за потребе анализе ПАП ефекта користило различите тестове скока у вис (Young et al., 1998; Jensen et al., 2003; Gourgoulis et al., 2003; Jones et al., 2003; Scott et al., 2004), а у једном тест скока у даљ (Scott et al., 2004). У истраживањима која су испитивала ПАП ефекат на трчање до 20 метара спроведено је неколико метода тренинга-стимулуса младих фудбалера (мртво дизање са оптерећењем од 5RM, изометријске контракције, скокови са подизањем колена до груди). Нису пронађене значајне разлике у способности трчања као последица различитих тренинга (Till et al., 2009; Tillin et al., 2009). Аутори сматрају да се мора обратити посебна пажња на индивидуалне карактеристике спортиста када се разматрају ПАП ефекти. **Акутна адаптација на тренинг снаге** је најчешће повезана са нервно-мишићном адаптацијом, променама у мишићима стабилизаторима мишићне активације и агониста и антагониста нарочито за карактеристичне кретне активности (Folland & Williams, 2007), док се радом у дужем временском периоду на тренинзима снаге развијају морфолошке адаптације као што је хипертрофија мишића и промене у структури мишића. Предложено објашњење ефекта ПАП је везано за фосфоризацију регулатора лаквих ланаца миозина током мишићне контракције што протеинске филаменте (актин и миозин) чини осетљивијим на отпуштање јона калцијума Ca^{2+} (Hodgson et al., 2005). Више фактора одређује одговор на ПАП: обим, интензитет, одмор као и који тип мишића је активиран. Комбинација ових фактора може да доведе или до замора или до потенцијације (Gourgoulis et al., 2003, De Hoyo et al., 2014), иако је могуће да коегзистирају (Rassier & MacIntosh, 2000). До побољшања у тесту скокности може доћи већ након једне серије динамичког вежбања, било концентричног или ексцентричног, нарочито након вежби получучња 3RM (Young et al., 1998) или 5RM (Kilduff et al., 2007). Получучањ као вежба може значајније да допринесе побољшању резултата код добро утренираних спортиста у поређењу са особама које не тренирају. Једна серија получучња са оптерећењем 5RM довела је до побољшања резултата за 2.8% у скоку са једне ноге СМЈ (Kilduff et al., 2007)

код спортиста који су били искусни у тренингу снаге. Тил и сарадници (Till et al., 2009) су анализирали ефекте ПАП након различитих врста загревања на способност скока у вис и спринта изазване максималном вољном контракцијом код фудбалера. Није било значајне разлике у резултатима спринта и скока након различитих протокола загревања са динамичком и изометријском максималном вољном контракцијом и резултата након стандардног загревања. Аутори предлажу да се приликом планирања експеримента у разматрање узму и индивидуалне карактеристике спортисте.

Неуромускуларне и функционалне адаптације организма су специфичне према начину на који се вежба изводи (Hedayatpour & Falla, 2015). Ако се вежба изводи вертикалним кретањем највећи напредак ће бити у кретањима која су вертикална као што је скок у вис. Уколико је кретање током вежбе у више праваца и напредак ће бити у више праваца, што и јесте способност промене правца (Gonzalo-Skok et al., 2016). Изгледа да је специфична кретања током извођења вежбе (вертикална кретања) разлог изостанка постактивацијске потенцијације у тестовима трчања (хоризонтална кретања). Ранија истраживања су показала да ексцентрични тренинг брже изазива краткотрајни замор мишића (Gonzalez-Izal et al., 2014), при чему је реакција у организму значајнија ако је веће оптерећење (Krentz & Farthing, 2010), већа брзина извођења вежбе (Chapman et al., 2006) и ако је скраћен обим покрета при извођењу вежбе (Paschalis et al., 2005). Такође, повећана активација вишег нивоа моторних јединица може бити одговор организма на тренинг са великим оптерећењем (Tillin et al., 2009). Ипак, још увек је нејасан прави „разлог” одговора организма на постактивацијску потенцијацију.

Постојеће разлике у добијеним резултатима и досадашњим истраживањима могу се објаснити утицајем неколико фактора. Различите групе испитаника, пол, старост и спортска форма испитаника, као и разлике у протоколу тренинга и тестирања могу бити фактори због којих постоје разлике у ефектима. У досадашњим истраживањима је за тест изометријске снаге углавном кориштен изокинетички динамометар, постоје разлике у старости, спортској активности испитаника, као и у избору вежби и трајању експерименталног програма. Већи број истраживања о ефектима изоинерцијалног тренинга је спроведен на узорку повређених спортиста, рекреативаца или особа које нису

физички активне. Различито је време трајања протокола тренинга, од 3 до 20 недеља, оптерећење као и избор самих вежби се значајно разликују у истраживањима. Постоје разлике у старости и спортској активности испитаника, као и у избору вежби и трајању експерименталног програма. Више истраживача је у својим радовима сугерисало да су већи ефекти ексцентричног тренинга са надоптерећењем код спортиста који су у бољој физичкој форми, са дужом историјом тренинга снаге.

Развој доминантних моторичких способности код младих играча је важан фактор њихове припреме за врхунски спорт и неопходно је још истраживања са овим циљем.

8 ЗАКЉУЧАК

Након анализе ефеката експерименталног третмана који је примењен у овом истраживању, а на основу задатих циљева истраживања и постављених хипотеза, можемо извести закључке. Од 11 спроведених тестова потврђена је значајна разлика између ЕСС групе која је вежбала изоинерцијалном методом на тренажеру са замајцем и CON групе која је вежбала изодинамичком методом са слободним теговима у 5 тестова за процену моторичких способности кошаркаша јуниорског узраста. Разлика је потврђена у варијаблама SJ, CMJ, VJ, CMJLN и SPR5m, Т-тест и 505_DN. С обзиром да тестови скока CMJ, SJ и VJ служе за процену динамичке снаге можемо закључити да се ефекти две методе тренинга значајно разликују у развоју способности експлозивне снаге, агилности и брзине трчања 5 метара. Нема разлике у ефектима различитих врста тренинга снаге исказаних кроз тест изометријске снаге доњих екстремитета (ЕСС и CON групе). На основу ових резултата може се закључити да се **генерална нул хипотеза** која гласи: „Не постоје статистички значајне разлике у ефектима изодинамичког и изоинерцијалног метода тренинга снаге на апсолутну снагу, експлозивну снагу, брзину и агилност кошаркаша јуниорског узраста.” одбацује. Резултати показују да је изоинерцијални тренинг у трајању од 8 недеља (12 тренинга) ефикаснији за побољшање експлозивне снаге, брзине и агилности код младих кошаркаша јуниорског узраста у поређењу са традиционалним изодинамичким тренингом.

Анализа акутних (ПАП) ефеката изодинамичког оптерећења на доминантне моторичке способности кошаркаша је показала да две серије са 4-6 понављања вежбе *бугарски сплит получучањ* са додатним оптерећењем слободним теговима има значајан утицај само на способност скока у вис процењену тестом VJ, док за остале три варијабле резултати су показали да ова врста тренинга-стимулуса постакивацијске потенцијације нема значајног утицаја. На основу ових резултата може се закључити да се **прва парцијална нул хипотеза** која гласи: „Не постоје акутни ефекти изодинамичког оптерећења на експлозивну снагу, брзину и агилност кошаркаша јуниорског узраста.” одбацује.

Изодинамички метод тренинга са слободним теговима је код кошаркаша јуниора довео до статистички значајних ПАП ефеката за способност експлозивне снаге процењене тестом VJ код кошаркаша јуниорског узраста у четири временске тачке: 2, 4, 8 и 15 минута након тренинга потенцијације вежбом унилатералног получучња (2 серије са 6 понављања). Нема статистички значајних ефеката у способности спринта 5 и 20 метара.

Анализа акутних ефеката изоинерцијалног тренинга на тренажеру са замајцем је показала да две серије са 4-6 понављања вежбе получучња изведене максималном вољном контракцијом има значајан позитиван ефекат на способности експлозивне снаге процењене тестом скок увис VJ и агилности процењене Т-тестом. Није било значајног утицаја на брзину трчања 5 и 20 метара. На основу резултата може се закључити да се **друга парцијална нул хипотеза** која гласи: „Не постоје акутни ефекти изоинерцијалног оптерећења на експлозивну снагу, брзину и агилност кошаркаша јуниорског узраста.” одбацује. Изоинерцијална метода тренинга максималном вољном контракцијом је довела до позитивних ефеката постаktivацијске потенцијације за способности експлозивне снаге процењене тестом VJ након 8 и 15 минута одмора, и агилности процењене Т тестом у све четири временске тачке након тренинга потенцијације, код младих кошаркаша. Као и за CON групу, нема статистички значајних ефеката у способности спринта 5 и 20 метара.

Анализа разлика у акутним ефектима изодинамичког и изоинерцијалног метода тренинга је показала да не постоје статистички значајне разлике за две спроведене методе изложеним протоколом вежби ни за једну моторичку анализирану способност. На основу резултата може се закључити да се **трећа парцијална нул хипотеза** која гласи: „Не постоје статистички значајне разлике у акутним ефектима изодинамичког и изоинерцијалног метода тренинга снаге на апсолутну снагу, експлозивну снагу, брзину и агилност кошаркаша јуниорског узраста.” у потпуности прихвата. Нема статистички значајних разлика у акутним ефектима два спроведена модела тренинга у четири временске тачке након тренинга потенцијације код младих кошаркаша јуниора.

Изгледа да можемо са великом дозом сигурности да кажемо да изоинерцијални ексцентрични тренинг остварује значајно боље ефекте тренинга од класичних тренинга снаге у неколико параметара спортских перформанси, пре свега експлозивне снаге, брзине

и агилности (на различитим деловима кривуље сила-брзина што пре свега зависи од примењеног тренинга). Што се тиче снаге, изгледа да на вертикалну компоненту експлозивне снаге (вертикални скокови и слични тестови) овај тренинг остварује умерену величину ефекта, а за хоризонталну компоненту малу величину ефекта (пре свега последица начина остваривања силе током тренинга – увек вертикална). Такође, изгледа да су ефекти израженији на узорку младих или добро тренираних испитаника. Тренинг се углавном састоји од 3-4 серије са 6-12 понављања у серији, што пре свега зависи од тренажног оптерећења. Ако се примењује веће оптерећење (тежи замајац који доводи до смањења брзине извођења покрета) онда се изводи мањи број понављања и обрнуто. С обзиром на релативно нови модел тренинга и с обзиром на специфичности ексцентричне контракције није изненађујуће да постоје само грубе препоруке, а не дефинисани протоколи тренинга са аспекта обима и интензитета.

Изоинерцијални тренинг је ефикасан за побољшање кључних детерминанти тренираности кошаркаша. Примена овог тренинга, малог обима (1-2 тренинга недељно) и умереног трајања (25-30 минута) доводи до знатно бољих резултата у експлозивној снази, брзини и агилности од најчешће коришћеног изодинамичког тренинга. Стога можемо препоручити примену овог метода тренинга код кошаркаша. Наредна истраживања би требало да истражују утицај различитих оптерећења током тренинга, различитог броја тренинга, као и примену различито орјентисаних вежби (вертикалне и хоризонталне пројекције силе) на испољавање спорт-специфичних перформанси.

Неопходан је већи број истраживања који би се бавио овом проблематиком у наредном периоду и на основу којих би се добиле јасније инструкције за програмирање овог модалитета ексцентричног тренинга.

9 ЛИТЕРАТУРА

- Aagaard, P., Simonsen, E.B., Andersen, J.L., Magnusson, P. & Dyhre-Poulsen, P. (2002) Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *Journal of Applied Physiology*, 93: 1318-1326.
- Abbott, B. C., Bigland, B. & Ritchie, J. M. (1952). The physiological cost of negative work. *Journal of Physiology*, 117: 380-390.
- Alfredson, H., Pietilä, T., Jonsson, P. & Lorentzon, R. (1998). Heavy-load eccentric calf muscle training for the treatment of chronic Achilles tendinosis. *American Journal of Sports Medicine*, 26(3): 360-366.
- Andersen, L.L., Andersen, J.L., Kebis, M.K. & Aagaard, P. (2010). Early and late rate of force development: differential adaptive responses to resistance training? *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20 (1): 162–169.
- Arabatzi, F., Patikas, D., Zafeiridis, A., Giavroudis, K., Kannas, T., Gourgoulis, V. & Kotzamanidis, C.M. (2014). The post-activation potentiation effect on squat jump performance: age and sex effect. *Pediatric exercise science*, 26(2): 187-194.
- Askling, C., Karlsson, J., and Thorstensson, A. (2003). Hamstring injury occurrence in elite soccer players after preseason strength training with eccentric overload. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 13: 244-250.
- Asmussen, E. (1953). Positive and negative muscular work. *Acta Physiologica Scandinavica*, 28: 364–382.
- Baker, D. & Nance, S. (1999). The Relation Between Running Speed and Measures of Strength and Power in Professional Rugby League Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 13(3): 230–235.
- Bale, P. (1991). Anthropometric, body composition and performance variables of young elite female basketball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 31(2): 173-177.

- Ben Abdelkrim, N., El Fazaa, S. & El Ati, J. (2007). Time-motion analysis and physiological data of elite under-19-year-old basketball players during competition. *British Journal of Sports Medicine*, 41: 69–75.
- Ben Abdelkrim, N., Castagna, C., Jabri, I., Battikh, T., El Fazaa, S. & El Ati, J. (2010), Activity profile and physiological requirements of junior elite basketball players in relation to aerobic-anaerobic fitness. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(9): 2330-2342.
- Baudry, a S. & Duchateau, J. (2004). Postactivation potentiation in human muscle is not related to the type of maximal conditioning contraction. *Muscle & Nerve*, 30: 328–336.
- Bogdanis, G.C., Tsoukos, A., Veligeas, P., Tsolakis, C. & Terzis, G. (2014). Effects of Muscle Action Type with Equal impulse of Conditioning Activity on Post Activation Potentiation. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(9): 2521-2528.
- Brandenburg, J.P. & Docherty, D. (2002). The effects of accentuated eccentric loading on strength, muscle hypertrophy, and neural adaptations in trained individuals. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16(1): 25-32.
- Brockett, C.L., Morgan, D.L. & Proske, U. (2001). Human hamstring muscles adapt to eccentric exercise by changing optimum length. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33 (5): 783-790.
- Brughelli, M., Cronin, J., Levin, G. & Chaouachi, A. (2008). Understanding change of direction ability in sport: a review of resistance training studies. *Sports Medicine*, 38: 1045–1063.
- Caruso, J.F. & Hernández, D.A. (2003). Net caloric cost of a 3- set flywheel ergometer resistance exercise paradigm. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16 (2): 567- 572.
- Caruso, J.F., Hamill, J.L., Hernandez, D.A. & Yamauchi, M. (2005). A comparison of isoload and isoinertial leg press training on bone and muscle outcomes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19: 592-598.
- Castagna, C., Abt, G., Manzi, V., Annino, G., Padua, E. & D'Ottavio, S. (2008). Effect of recovery mode on repeated sprint ability in young basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22: 923–929.

- Caterisano, A., Patrick, B.T., Edenfield, W.L. & Batson, M.J. (1997). The effects of a basketball season on aerobic and strength parameters among college men: starters vs. reserves. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21–24.
- Chapman, D., Newton, M., Sacco, P. & Nosaka, K. (2006). Greater muscle damage induced by fast versus slow velocity eccentric exercise. *International Journal of Sports Medicine*, 27: 591–598.
- Chappell, J.D., Herman, D.C., Knight, B.S., Kirkendall, D.T., Garrett, W.E. & Yu, B. (2005). Effect of fatigue on knee kinetics and kinematics in stop-jump tasks. *American Journal of Sports Medicine*, 33(7): 1022-1029.
- Cheung, K., Hume, P. & Maxwell, L. (2003). Delayed onset muscle soreness: treatment strategies and performance factors. *Sports Medicine*, 33(2): 145-64.
- Chui, L., Fry, A., Weiss, L., 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.
- Colliander, E.B. & Tesch, P.A. (1990). Effects of eccentric and concentric muscle actions in resistance training. *Acta Physiologica Scandinavica*, 140: 31–39.
- Cormery, B., Marcil, M. & Bouvard, M. (2008). Rule change incidence on physiological characteristics of elite basketball players: a 10-year-period investigation. *British Journal of Sports Medicine*, 42(1): 25-30.
- Dudley, G. A., Tesch, P.A., Miller, B.J. & Buchanan, P. (1991). Importance of eccentric actions in performance adaptations to resistance training. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 62: 543–550.
- De Hoyo, M., De la Torre, A., Pradas, F., Sañudo, B., Carrasco, L., Mateo-Cortes, J., Domínguez-Cobo, S., Fernandes, O. & Gonzalo-Skok, O. (2014). Effects of eccentric overload bout on change of direction and performance in soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 36(4): 308-314.
- De Hoyo, M., Pozzo, M., Sañudo, B., Carrasco, L., Gonzalo-Skok, O., Domínguez-Cobo, S. & Morán-Camacho, E. (2015A). Effects of a 10-week in-season eccentric-overload training

- program on muscle-injury prevention and performance in junior elite soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(1): 46-52.
- De Hoyos, M., Sanudo, B., Carrasco, L., Dominguez-Cobo, S., Mateo-Cortes, J., Cadenas-Sanchez, M.M. & Nimphius, S. (2015B). Effects of traditional versus horizontal inertial flywheel power training on common sport-related tasks. *Journal of Human Kinetics*, 47: 155-167.
- De Hoyos, M., Sanudo, B., Carrasco, L., Mateo-Cortes, J., Dominguez-Cobo, S., Fernandes, O., Del Ojo, J.J. & Gonzalo-Skok, O. (2016). Effects of 10-week eccentric overload training on kinetic parameters during change of direction in football players. *Journal of Sports Sciences*, 34(14): 1380-1387.
- Delextrat, A. & Cohen, D. (2008). Physiological Testing of Basketball Players: Toward a Standard Evaluation of Anaerobic Fitness. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22 (4): 1066-1072.
- Delextrat, A. & Cohen, D. (2009). Strength, power, speed, and agility of women basketball players according to playing position. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(7): 1974–1981.
- Dibble, L.E., Hale, T., Marcus, R.L., Gerber, J.P., LaStayo, P.C. (2006). The Safety and Feasibility of High-Force Eccentric Resistance Exercise in Person with Parkinson’s Disease. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 87:1280-1282.
- Dickinson, M. H., Farley, C. T., Full, R. J., Koehl, M. A., Kram, R. & Lehman, S. (2000). How animals move: an integrative view. *Science*, 288: 100–106.
- Dolezal, S.M., Frese, D.L. & Llewellyn, T.L. (2016).Original Research: The Effects of Eccentric, Velocity-Based Training on Strength and Power in Collegiate Athletes. *International Journal of Exercise Science*, 9(5): 657-666.
- Drinkwater, E. J, Hopkins, W. G, McKenna, M. J., Hunt, P. H. & Pyne, D. B. (2005). Characterizing changes in fitness of basketball players within and between seasons, *International journal of performance analysis in sport*, vol. 19, no. 2, pp. 382-388.
- Duchateau, J. & Enoka, R. M. (2016). Neural control of lengthening contractions. *Journal of Experimental Biology*, 219(2): 197-204.

- Dudley, G.A., Tesch, P.A., Miller, B.J. & Buchanan, P. (1991). Importance of eccentric actions in performance adaptations to resistance training. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 62: 543–550.
- Dufour, S. P., Lampert, E., Doutreleau, S., Lonsdorfer-Wolf, E., Billat, V. L., Piquard, F. & Richard, R. (2004). Eccentric cycle exercise: training application of specific circulatory adjustments. *Medicine and Science in Sports & Exercise*, 36: 1900–1906.
- 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: 530–538.
- Eliasson, J., Elfegoun, T., Nilsson, J., Köhnke, R., Ekblom, B. & Blomstrand, E. (2006). Maximal lengthening contractions increase p70 S6 kinase phosphorylation in human skeletal muscle in the absence of nutritional supply. *American Journal of Physiology – Endocrinology and Metabolism*, 291: 1197–1205.
- Enoka, R. M. (2002). *Neuromechanics of Human Movement*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Erčulj, F., Blas, M. & Bračić, M. (2010). Physical demands on young elite European female basketball players with special reference to speed, agility, explosive strength, and take-off power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(11): 2970–2978.
- Esformes, J. I., Keenan, M., Moody, J. & Bampouras, T. M. (2011). Effect of different types of conditioning contraction on upper body postactivation potentiation. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25: 143–148.
- Eston, R. G., Lemmey, A. B., McHugh, P., Byrne, C. & Walsh, S. E. (2000). Effect of stride length on symptoms of exercise-induced muscle damage during a repeated bout of downhill running. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 10(4): 199–204.
- Fernandez-Gonzalo, R., Lundberg, T. R., Alvarez-Alvarez, L. & De Paz, J. A. (2014A). Muscle damage responses and adaptations to eccentric-overload resistance exercise in men and women. *European Journal of Applied Physiology*, 114(5): 1075–1084.
- Fernandez-Gonzalo, R., Nissemark, C., Aslund, B., Tesch, P. A. & Sojka, P. (2014B). Chronic stroke patients show early and robust improvements in muscle and functional performance in response to eccentric-overload flywheel resistance training: a pilot study. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 11: 150.

- Fick, A. (1882). *Mechanische Arbeit und Wärmeentwicklung bei der Muskeltätigkeit*. Leipzig: 715 Brockhaus.
- Folland, J. P., Wakamatsu, T. & Fimland, M. S. (2008). The influence of maximal isometric activity on twitch and H-reflex potentiation, and quadriceps femoris performance. *European Journal of Applied Physiology*, 104: 739–748.
- Franchi, M.V., Reeves, N.D. & Narici, M.V. (2017). Skeletal Muscle Remodeling in Response to Eccentric vs. Concentric Loading: Morphological, Molecular, and Metabolic Adaptations. *Frontiers in Physiology*, 8: 447.
- Franchi, M. V., Wilkinson, D. J., Quinlan, J. I., Mitchell, W. K., Lund, J. N., Williams, J. P., et al. (2015). Early structural remodeling and deuterium oxide-derived protein metabolic responses to eccentric and concentric loading in human skeletal muscle. *Physiological Reports*, e12593–e12593.
- Friedmann-Bette, B., Bauer, T., Kinscherf, R., Vorwald, S., Klute, K., Bischoff, D., Müller, H., Weber, M.A., Metz, J., Kauczor, H.U., Bärtsh, P. & Billeter, R. (2010). Effects of strength training with eccentric overload on muscle adaptation in male athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 108(4): 821-36.
- Gabbett, T.J., Kelly, J.N., Sheppard, J.M. (2008). Speed, change of direction speed, and reactive agility of rugby league players. *Journal of Strength and Conditioning Research* , 22(1):174-81.
- Gillam, G.M. (1985). Basketball energetics: physiological basis. *Nat Strength Cond Assoc J*, 44–73.
- Gabbett, T.J., Kelly, J.N. & Sheppard, J.M. (2008). Speed, change of direction speed, and reactive agility of rugby league players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(1): 174-181.

- Gerber, J.P., Marcus, R.L., Dibble, L.E., Greis, P.E., Burks, R.T. & LaStayo, P.C. (2009). Effects of early progressive eccentric exercise on muscle size and function after anterior cruciate ligament reconstruction: a 1-year follow-up study of a randomized clinical trial. *Physical Therapy*, 89(1): 51-59.
- Gillam, G.M. (1985). Identification of anthropometric and physiological characteristics relative to participation in college basketball. *National Strength & Conditioning Association Journal*, 7: 34–36.
- Gomes, J.H., Mendes, R.R., Almeida, M.B., Zanetti, M.C., Leite, G.S. & Figueira Júnior, A.J. (2017). Relationship between physical fitness and game-related statistics in elite professional basketball players: Regular season vs. playoffs. *Motriz: Revista de Educação Física*, 23(2): e101626.
- Gonzalo-Skok, O., Tous-Fajardo, J., Valero-Campo, C., Berzosa, C., Bataller, A.V., Arjol-Serrano, J.L., Moras, G., Mendez-Villanueva, A. (2016). Eccentric-Overload Training in Team-Sport Functional Performance: Constant Bilateral Vertical Versus Variable Unilateral Multidirectional Movements. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(7): 951-958.
- González-Izal, M., Lusa Cadore, E., Izquierdo, M. (2013). Muscle conduction velocity, surface electromyography variables, and echo intensity during concentric and eccentric fatigue. *Muscle & Nerve*, 49: 389-397.
- Gourgoulis, V., Aggeloussis, N., Kasimatis, P., Mavromatis, G. & Garas, A. (2003). Effect of a submaximal half-squats warm-up program on vertical jump ingability. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17: 342–344.
- Gual, G., Fort-Vanmeerhaeghe, A., Romero-Rodriguez, D. & Tesch, P. A. (2016). Effects of in-season inertial resistance training with eccentric overload in a sports population at risk for patellar tendinopathy. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30: 1834–1842.
- Hedayatpour, N. & Falla, D. (2015). Physiological and Neural Adaptations to Eccentric Exercise: Mechanisms and Considerations for Training. *BioMed Research International*, 2015: 193741.
- Hakkinen, K., Kallinen, M., Izquierdo, M., Jokelainen, K., Lassila, H., Malkia, E., Kraemer, W.J., Newton, R.U. & Alen, M. (1998). Changes in agonist-antagonist EMG, muscle CSA, and

- force during strength training in middle-aged and older people. *Journal of Applied Physiology*, 84: 1341–1349.
- Hakkinen, K. & Komi, P.V. (1981). Effect of different combined concentric and eccentric muscle work regimens on maximal strength development. *Journal of Human Movement Studies*, 7: 33–44.
- Hamada, T., Sale, D. G. & MacDougall, J. D. (2000). Postactivation potentiation in endurance-trained male athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32: 403–411.
- Harris, G. R., Stone, M. H., O’Bryant, H. S., Proulx, C. M., and Johnson, R. L. (2000). Short term performance effects of high speed, high force or combined weight-training methods. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14, 14–20.
- Higbie, E.J., Cureton, K.J., Warren, G.L.III & Prior, B.M. (1996). Effects of concentric and eccentric training on muscle strength, cross-sectional area, and neural activation. *Journal of Applied Physiology*, 81: 2173–2181.
- Hill, A.V. (1922). The maximum work and mechanical efficiency of human muscles, and their most economical speed. *Journal of Physiology*, 56(1-2): 19-41.
- Hill, A.V. (1938). The heat of shortening and the dynamic constants of muscle. *Proceedings of the Royal Society of London Series B, Biological Sciences*, 126(843), 136-195.
- Hoare, D. G. (2000). Predicting success in junior elite basketball players - The contribution of anthropometric and physiological attributes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 3(4): 391-405.
- Hodgson, M., Docherty, D. & Robbins D. (2005). Postactivation potentiation: Underlying physiology and implications for motor performance. *Sports Medicine*; 35: 585–595.
- Hoffman, J. R., Tenenbaum, G., Maresh, C. M. & Kraemer, W. J. (1996). Relationship between athletic performance tests and playing time in elite college basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 10: 67–71.
- Hoffman, J.R., Cooper, J., Wendell, M. & Kang, J. (2004). Comparison Of Olympic Vs Traditional Power Lifting Training Programs In Football Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(1), 129–135.
- Hoppeler, H. (2016). Moderate Load Eccentric Exercise; A Distinct Novel Training Modality. *Frontiers in Physiology*, 7: 483.

- Hortobágyi, T., Hill, J.P., Houmard, J.A., Fraser, D.D., Lambert, N.J. & Israel, R.G. (1996). Adaptive responses to muscle lengthening and shortening in humans. *Journal of Applied Physiology*, 80(3): 765-772.
- Hortobágyi, T., Devita, P., Money, J. & Barrier, J. (2001). Effects of standard and eccentric overload strength training in young women. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(7): 1206-1212.
- Hughes, J.D., Massiah, R.G. & Clarke, R.D. (2016). The potentiating effect of an accentuated eccentric load on countermovement jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(12): 3450-3455.
- Hunter, J.P., Marshall, R.N. & McNair, P.J. (2005). Relationships between ground reaction force impulse and kinematics of sprint-running acceleration. *Journal of Applied Biomechanics*, 21: 31-43.
- Hyldahl, R.D. & Hubal, M.J. (2014). Lengthening our perspective: morphological, cellular, and molecular responses to eccentric exercise. *Muscle & Nerve*, 49(2): 155-1570.
- Ibanez, S.J., Sampaio, J., Feu, S., Lorenzo, A., Gomez, M.A. & Ortega, E. (2008). Basketball game-related statistics that discriminate between teams' season-long success. *European Journal of Sport Science*, 8(6): 369-372.
- Isner-Horobeti, M. E., Dufour, S. P., Vautravers, P., Geny, B., Coudeyre, E. & Richard, R. (2013). Eccentric exercise training: modalities, applications and perspectives. *Sports Medicine*, 43: 483-512.
- Janeira, M. & Maia, J. (1998). Game intensity in basketball. An interactionist view linking time-motion analysis, lactate concentration and heart rate. *Coaching & Sport Science*, 2, 26-30.
- Jensen, R.L. & Ebben, W.P. (2003). Kinetic analysis of complex training rest interval effect on vertical jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(2): 345-349.
- Jukić, I., Milanović, D. & Vuleta, D. (2005). The Latent Structure Of Variables Of Sports Preparation And Athletic Preparedness Based On Physical Conditioning Contents In Basketball. *Kinesiology*, 37 (2): 182-194.

- Katz, B. (1939). The relation between force and speed in muscular contraction. *Journal of Physiology*, 96(1): 45-64.
- Kelly, S. B., Brown, L. E., Hooker, S. P., Swan, P. D., Buman, M. P., Alvar, B. A. & Black, L. E. (2015). Comparison of concentric and eccentric bench press repetitions to failure. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(4):1027-1032.
- Kilduff, L. P., Bevan, H. R., Kingsley, M. C., Owen, N. J., Bennett, M. A., Bunce, P. J., Hore, A. M., Maw, J. R. & Cunningham, D. J. (2007). Postactivation potentiation in professional rugby players: optimal recovery. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21: 1134–1138.
- Klinzig, J. E. (1991). Training for improved jumping ability of basketball players. *National Strength & Conditioning Association Journal*, 13(3): 27-33.
- Klusemann, M.J., Pyne, D.B., Hopkins, W.G. & Drinkwater, E.J. (2013). Activity profiles and demands of seasonal and tournament basketball competition. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8(6): 623-629.
- Komi, P.V. & Buskirk, E.R. (1972). Effect of eccentric and concentric muscle conditioning on tension and electrical activity of human muscle. *Ergonomics*, 15(4): 417-434.
- Knapik, J. J., Bauman, C. L., Jones, B. H., Harris, J. M. & Vaughan, L. (1991). Preseason strength and flexibility imbalances associated with athletic injuries in female collegiate athletes. *American Journal of Sports Medicine*, 19(1):76-81.
- Kramer, J.B., Stone, M.S., O'Bryant, H.S., Conley, M.S., Johnson, R.L., Neiman, D.C., Honeycutt, D.R. & Bake, T.P. (1997). Effect of single vs. multiple sets of weight training: impact of volume, intensity, and variation. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 11: 143-147.
- Kraemer, W.J. & Ratamess, N.A. (2005). Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. *Sports Med*, 35: 339–361.
- Krentz, J.R. & Farthing, J.P. (2010). Neural and morphological changes in response to a 20-day intense eccentric training protocol. *European Journal of Applied Physiology*, 110(2): 333-340.
- LaStayo, P. C., Woolf, J. M., Lewek M. D., Snyder-Mackler, L., Reich, T. & Lindstedt, S. L. (2003A). Eccentric muscle contractions: their contribution to injury, prevention,

rehabilitation, and sport. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 33(10): 557–571.

LaStayo, P.C., Ewy, G.A., Pierotti, D.D., Johns, R.K. & Lindstedt, S. (2003B). The positive effect of negative work: increased muscle strength and decreased fall risk in a frail elderly population. *Journal of Gerontology*, 58(5): 419-424.

LaStayo, P., Marcusm, R., Dibble, L., Frajacomo, F. & Lindstedt, S. (2014). Eccentric exercise in rehabilitation: safety, feasibility, and application. *Journal of Applied Physiology*, 116 (11): 1426-1434.

Latin, R. W., Berg, K. & Baechle, T. (1994). Physical and performance characteristics of NCAA division I male basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 8: 214–218.

Lindstedt, S.L., LaStayo, P.C. & Reich, T.E. (2001). When active muscles lengthen: properties and consequences of eccentric contractions. *News in Physiological Sciences*, 16, 256-261.

Maroto-Izquierdo, S., García-López, D., Fernandez-Gonzalo, R., Moreira, O. C., González-Gallego, J. & de Paz, J. A. (2017A). Skeletal muscle functional and structural adaptations after eccentric overload flywheel resistance training: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(10): 943-951.

Maroto-Izquierdo, S., García-López, D. & de Paz, J. A. (2017B). Functional and muscle-size effects of flywheel resistance training with eccentric-overload in professional handball players. *Journal of Human Kinetics*, 60: 133-143.

Matavulj, D., Kukulj M., Ugarković, D., Tihanyi, J. & Jarić, S. (2001). Effect of plyometric training on jumping performance in junior basketball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41, 159–164.

McGill, S.M., Andersen, J.T. & Home, A.D. (2012). Predicting performance and injury resilience from movement quality and fitness scores in a basketball team over 2 years. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(7): 1731-1739.

McInnes, S. E., Carlson, J. S., Jones, C. J. & McKenna, M. J. (1995). The physiological load imposed on basketball players during competition. *Journal of Sports Science*, 13: 387–397.

- Meckell, Y., Casorla, T. & Eliakim A. (2009). The influence of basketball dribbling on repeated sprints. *International Journal of Coaching Science*, 3(2): 43-56.
- McLoda, T.A., Murphy, K.M. & Davison, S. (2003). Functional effects of inertial training of the upper extremity. *J Sport Rehabil*, 12: 229-239.
- Montgomery, P.G., Pyne, D.B. & Minahan, C.L. (2010). The physical and physiological demands of basketball training and competition. *International journal of sports physiology and performance*, 5: 75–86.
- Moore, C.A., Weiss, L.W., Schilling, B.K., Fry, A.C. & Li, Y. (2007). Acute effects of augmented eccentric loading on jump squat performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(2): 372-377.
- Munger, C. N., Archer, D. C., Leyva, W. D., Wong, M. A., Coburn, J. W., Costa, P.B. & Brown, L. E. (2017). Acute effects of eccentric overload on concentric front squat performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(5): 1192–1197.
- Naczki, M., Brzenczek-Owczarzak, W., Arlet, J., Naczki, A. & Adach, Z. (2014). Training effectiveness of the inertial training and measurement system. *Journal of Human Kinetics*, 44: 19–28.
- Naczki, M., Naczki, A., Brzenczek-Owczarzak, W., Arlet, J. & Adach, Z. (2013). Impact of inertial training on strength and power performance in young active men. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 30(8):2107–2113.
- Naczki, M., Naczki, A., Brzenczek-Owczarzak, W., Arlet, J. & Adach, Z. (2016). Efficacy of inertial training in elbow joint muscles: influence of different movement velocities. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 56(3): 223-231.
- Norrbrand, L., Fluckey, J. D., Pozzo, M. & Tesch, P.A. (2008). Resistance training using eccentric overload induces early adaptations in skeletal muscle size. *European Journal of Applied Physiology*, 102(3): 271-81.
- Norrbrand, L., Pozzo, M. & Tesch, P.A. (2010). Flywheel resistance training calls for greater eccentric muscle activation than weight training. *European Journal of Applied Physiology*, 110(5): 997-1005.

- Norrbrand, L., Tous-Fajardo, J., Vargas, R. & Tesch, P.A. (2011). Quadriceps muscle use in the flywheel and barbell squat. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 82(1): 13-19.
- Onambele, G.L., Maganaris, C.N., Mian, O.S., Tam, E., Rejc, E., McEwan, I.M. & Narici, M.V. (2008). Neuromuscular and balance responses to flywheel inertial versus weight training in older persons. *Journal of Biomechanics*, 41: 3133-3138.
- Ostojić, S. M., Mazic, S. & Dikić, N. (2006). Profiling in basketball: physical and physiological characteristics of elite players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 740-744.
- Paschalis, V., Koutedakis, Y., Baltzopoulos, V., Mougos, V., Jamurtas, A.Z., & Theoharis, V. (2005). The effects of muscle damage on running economy in healthy males. *International Journal of Sports Medicine*, 26(10), 827-831.
- Ramírez-Campillo, R., Gallardo, F., Henriquez-Olguín, C., Meylan, C. M., Martínez, C., Álvarez, C. & Izquierdo, M. (2015). Effect of vertical, horizontal, and combined plyometric training on explosive, balance and endurance performance of young soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29, 1784–1795.
- Rassier, D.E. & MacIntosh, B.R. (2000). Coexistence of potentiation and fatigue in skeletal muscle. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 33: 499–508.
- Reiman, M.P. & Lorenz, D.S. (2011). Integration of strength and conditioning principles into a rehabilitation program. *Int J Sports Phys Ther*, 6(3): 241-253.
- Riezebos, M. L., Paterson, D. H., Hall, C. R. & Yuhasz, M. S. (1983). Relationship of selected variables to performance in women's basketball. *Canadian Journal of Applied Sport Sciences*, 8, 34-40.
- Roig, M., O'Brien, K., Kirk, G., Murray, R., McKinnon, P., Shadgan, B. & Reid, W.D. (2009). The effects of eccentric versus concentric resistance training on muscle strength and mass in healthy adults: a systematic review with meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 43(8): 556-568.
- Sabido, R., Hernández-Davó, J. L., Botella, J., Navarro, A. & Tous-Fajardo, J. (2017). Effects of adding a weekly eccentric-overload training session on strength and athletic performance in team-handball players. *European Journal of Sport Science*, 1-9.

- Sampaio, J., Drinkwater, E.J. & Leite, N.L. (2010). Effects of season period, team quality, and playing time on basketball player's game-related statistics. *European Journal of Sport Science*, 10(2): 141-149.
- Santos, E.J.A.M. & Janeira, M.A.A.S. (2012). The effects of resistance training on explosive strength indicators in adolescent basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(10): 2641–2647.
- Sayers, A. & Sayers, B.E. (2008). The Nordic Eccentric Hamstring Exercise for Injury Prevention in Soccer Players. *Strength and Conditioning Journal*, 30(4): 56-58.
- Scanlan, A. T., Dascombe, B. J., Reaburn, P. & Dalbo, V. J. (2012). The physiological and activity demands experienced by Australian female basketball players during competition. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 15(4): 341-347.
- Scott, S.L., & Docherty, D. (2004). Acute effects of heavy preloading on vertical and horizontal jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(2): 201–205.
- Seger, J.Y. & Thorstensson, A. (2005). Effects of eccentric versus concentric training on thigh muscle strength and EMG. *International Journal of Sports Medicine*, 26, 45–52.
- Seynnes, O.R., de Boer, M. & Narici, M.V. (2006). Early skeletal muscle hypertrophy and architectural changes in response to high-intensity resistance training. *Journal of Applied Physiology*, 102: 368–373.
- Sheppard, J. M., Hobson, S., Barker, M., Taylor, K., Chapman, D., McGuigan, M. & Newton, R. (2008). The effect of training with accentuated eccentric load counter-movement jumps on strength and power characteristics of high-performance volleyball players. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 3: 355–363.
- Sheppard, J. M. & Young, W. B. (2006). Agility literature review: Classifications, training and testing. *Journal of Sports Sciences*, 24, 919-932.
- Schoenfeld, B. J., Contreras, B., Vigotsky, A. D., & Peterson, M. (2016). Differential Effects of Heavy Versus Moderate Loads on Measures of Strength and Hypertrophy in Resistance-Trained Men. *Journal of Sports Science & Medicine*, 15(4), 715.

- Schoenfeld, B. J., Peterson, M. D., Ogborn, D., Contreras, B., & Sonmez, G. T. (2015). Effects of low-vs. high-load resistance training on muscle strength and hypertrophy in well-trained men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(10), 2954-2963.
- Spiteri, T., Newton, R. U., Binetti, M., Hart, N. H., Sheppard, J. M., & Nimphius, S. (2015). Mechanical determinants of faster change of direction and agility performance in female basketball athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29: 2205–2214.
- Stieg, J.L., Faulkinbury, K.J., Tran, T.T., Brown, L.E., Coburn, J.W. & Judelson, D.A. (2011). Acute effects of depth jump volume on vertical jump performance in collegiate women soccer players. *Kinesiology*, 43(1): 25-30.
- Stojanović, M.D.M., Mikić, M. & Ostojić, S.M. (2016). Eccentric based training - fundamentals and effects. *Kondicijski trening*, 14(2): 4-13.
- Stojanović, M.D., Ostojić, S.M., Calleja-Gonzalez, J., Milošević, Z. & Mikić, M. (2012). Correlation between explosive strength, aerobic power and repeated sprint ability in elite basketball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 52: 1-2.
- Tee, J. C., Bosch, A. N. & Lambert, M.I. (2007). Metabolic consequences of exercise-induced muscle damage. *Sports Medicine*, 37(10):827-36.
- Tesch, P. A., Ekberg, A., Lindquist, D. M. & Trieschmann, J. T. (2004). Muscle hypertrophy following 5-week resistance training using a nongravity dependent exercise system. *Scandinavian Physiological Society*, 180: 89-98.
- Till, K.A. & Cooke, C. (2009). The Effects of Postactivation Potentiation on Sprint and Jump Performance of Male Academy Soccer Players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(7): 1960-1967.
- Tillin, N. A. & Bishop, D. (2009). Factors modulating post-activation potentiation and its effect on performance of subsequent explosive activities. *Sports Medicine*, 39: 147–166.
- Tillin, N.A., Pain, M.T.G. & Folland, J.P. (2011). Short-term unilateral resistance training affects the agonist-antagonist but not the force-agonist activation relationship. *Muscle & Nerve*, 43(3): 375-384.
- Torres-Unda, J., Zarrasquin, I., Gil, J., Ruiz, F., Irazusta, A., Kortajarena, M., Seco, J. & Irazusta, J. (2013). Anthropometric, physiological and maturational characteristics in selected elite and non-elite male adolescent basketball players. *Journal of Sports Sciences*, 31(2): 196-203.

- Tous-Fajardo, J., Maldonado, R. A., Quintana, J. M., Pozzo, M. & Tesch, P. A. (2006). The flywheel leg-curl machine: offering eccentric overload for hamstring development. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 1(3): 293–298.
- Tous-Fajardo, J., Gonzalo-Skok, O., Arjol-Serrano, J. L. & Tesch, P. (2016). Change of Direction Speed in Soccer Players is Enhanced by Functional Inertial Eccentric Overload and Vibration Training. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11: 66-73.
- Trninić, S. & Dizdar, D. (2000). System of the performance evaluation criteria weighted per positions in the basketball game. *Collegium antropologicum*, 24(1): 217-34.
- Vikne, H., Refsnes, P.E., Ekmark, M., Medbo, J.I., Gundersen, V. & Gundersen, K. (2006). Muscular performance after concentric and eccentric exercise in trained men. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38: 1770–1781.
- Walker, S., Blazevich, A.J., Haff, G.G., Tufano, J.J., Newton, R.U. & Häkkinen, K. (2016). Greater Strength Gains after Training with Accentuated Eccentric than Traditional Isoinertial Loads in Already Strength-Trained Men. *Frontiers in Physiology*, 7:149.
- 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 and Conditioning Research*; 22(3): 726-730.
- Wirth, K., Keiner, M., Szilvas, E., Hartmann, H. & Sander, A. (2015). Effects of Eccentric Strength Training on Different Maximal Strength and Speed-Strength Parameters of the Lower Extremity. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(7): 1837-1845.
- Wisløff, U., Castagna, C., Helgerud, J., Jones, R. & Hoff, J. (2004). Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 38: 285–288.
- Young, W.B., Jenner, A. & Griffiths, K. (1998). Acute enhancement of power performance from heavy load squats. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 12: 82–84.
- Ziv, G. & Lidor, R. (2009). Physical attributes, physiological characteristics, on-court performances and nutritional strategies of female and male basketball players. *Sports Medicine*, 39(7): 547-568.

10 ПРИЛОЗИ

Прилог 1. Сlike вежби



Слика 8. Получучањ на изоинерцијалном тренажеру



Слика 9. Румунско мртво дизање на изоинерцијалном тренажеру



Слика 10. Бугарски сплит чучањ



Слика 11. Румунско мртво дизање на једној ноzi



Слика 12А. Комплекс за рамена



Слика 12Б. Комплекс за рамена



Слика 13. Веслање са једноручним тегом



Слика 14. Вежба ротације трупа