



УНИВЕРЗИТЕТ У НИШУ
ФАКУЛТЕТ СПОРТА И
ФИЗИЧКОГ ВАСПИТАЊА



Кандидат:

Љубомир Павловић ДАС 54

**УНУТАРСЕЗОНСКЕ ВАРИЈАЦИЈЕ ОДРЕЂЕНИХ МОТОРИЧКИХ И
ФИЗИОЛОШКИХ ПАРАМЕТАРА КОД РУКОМЕТАША**

Докторска дисертација

Ментор: **др Ивана Бојић**, *ванредни професор*

Ниш, септембар 2015.



UNIVERSITY OF NIŠ
**FACULTY OF SPORT AND
PHYSICAL EDUCATION**



Ljubomir Pavlović

**VARIATIONS OF CERTAIN MOTOR AND PHYSIOLOGICAL
PARAMETERS IN MALE HANDBALL PLAYERS WITHIN AN
ENTIRE SEASON**

Doctoral Dissertation

Niš, 2015

| | |
|------------------------------|--|
| Наслов докторске дисертације | УНУТАРСЕЗОНСКЕ ВАРИЈАЦИЈЕ ОДРЕЂЕНИХ МОТОРИЧКИХ И ФИЗИОЛОШКИХ ПАРАМЕТАРА КОД РУКОМЕТАША |
| Резиме | <p>Циљ истраживања био је да се утврде варијације у одређеним моторичким и физиолошким параметрима током такмичарске сезоне код претходно већ утренираних и искусних рукометаша. Истраживање је спроведено са 14 рукометаша мушког рукометног клуба „Црвена звезда“ из Београда, учесника Супер рукометне лиге Србије у сезони 2014/2015. Мерења су извршена четири пута током такмичарске сезоне. Анализа добијених резултата је показала да је током такмичарске сезоне дошло до статистички значајних варијација у одређеним моторичким и физиолошким параметрима. Као негативне карактеристике могу се истаћи значајно смањење експлозивне снаге ногу и укупног анаеробног рада, а као позитивна повећање кардиореспираторне издржљивости рукометаша. Уз наведено, ниске вредности максималне мишићне силе и кардиореспираторне издржљивости у почетном делу такмичарске сезоне указују на недовољно добар рад током припремног периода.</p> |
| Кључне речи | рукомет, мишићна сила, мишићна снага, кардиореспираторна издржљивост, адаптација, тренинг |
| Научна област | Физичко васпитање и спорт |
| Ужа научна област | Научне дисциплине у спорту и физичком васпитању |
| УДК број | 796.322.2.012:612(043.3) |

| | |
|--------------------------------|---|
| Title of Doctoral Dissertation | VARIATIONS OF CERTAIN MOTOR AND PHYSIOLOGICAL PARAMETERS IN MALE HANDBALL PLAYERS WITHIN AN ENTIRE SEASON |
| Summary | The aim of the research was to determine the variations of motor and physiological parameters in experienced and previously well trained male handball players within an entire season. The research was conducted on 14 male handball players, members of “Red Star” male handball club from Belgrade, the participant of the “Super Handball League” of Serbia during the 2014/2015 season. The measurements were taken four times during the season. The analysis of the obtained results showed that there were statistically significant variations in certain motor and physiological parameters within the entire season. A significant decrease in explosive power and the overall anaerobe work can be pointed out as negative characteristics on one hand, whereas on the other hand, an increase of cardiorespiratory endurance of handball players can be pointed out as a positive characteristic. Apart from that, low values of the maximum muscular power and cardiorespiratory endurance at the beginning of the competition season point to an insufficient work during the preparation period. |
| Keywords | team handball, muscular strength, muscular power, cardiorespiratory endurance, adaptation, training |
| Scientific field | Physical Education and Sport |
| Specified scientific field | Academic Discipline in Physical Education and Sport |
| UDC number | 796.322.2.012:612(043.3) |

Научни допринос докторске дисертације

Докторска дисертација је кроз спроведено истраживање, као оригинални допринос науци, пружила прецизан одговор на питање постојања варијација у одређеним моторичким и физиолошким параметрима током такмичарске сезоне код претходно већ утренираних и искусних рукометаша. У истраживању коришћена је методологија мерења која испуњава савремене стандарде у области спортских наука, тако да су добијене обухватније информације о адаптивним одговорима и њиховим варијацијама код рукометаша, у односу на до сада спроведена истраживања. Након анализе добијених резултата и на основу детаљне анализе претходно објављених истраживања, дате су смернице за побољшање индивидуалне физичке припремљености играча током трајања такмичарске сезоне.

Scientific Contribution of the Doctoral Dissertation

With the conducted research, this doctoral thesis has given its own and unique contribution to the science offering answers to the question of whether there are any variations within certain motor and physiological parameters within an entire season in experienced and previously trained male handball players. Measurement methodology, which satisfies the modern standards in the field of sports science, was used in the research; therefore more complete information on adaptive answers and their variations in male handball players were obtained in comparison to the so far conducted researches. After analyzing the obtained results and after carefully analyzing previously conducted researches, the guidelines for improving individual physical preparation of players within an entire season were given.

Комисија:

др Драган Радовановић, редовни професор Факултета спорта и физичког васпитања у Нишу, председник;

др Ивана Бојић, ванредни професор Факултета спорта и физичког васпитања у Нишу, ментор и члан;

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

др Зоран Валдевит, доцент Факултета спорта и физичког васпитања у Београду, члан.

Датум одбране: 17.9.2015. године

С А Д Р Ж А Ј

| | | |
|------------|---|-----------|
| 1 | УВОД | 8 |
| 1.1 | Тренажно оптерећење рукометаша | 8 |
| 1.2 | Тренажно оптерећење кроз теорију стреса | 10 |
| 1.3 | Годишњи циклус у рукомету | 13 |
| 1.3.1 | <i>Припремни период</i> | 13 |
| 1.3.2 | <i>Такмичарски период</i> | 13 |
| 1.3.3 | <i>Прелазни период</i> | 14 |
| 1.4 | Дефиниције појмова | 15 |
| 2 | ПРЕГЛЕД ИСТРАЖИВАЊА | 17 |
| 2.1 | Осврт на досадашња истраживања | 22 |
| 3 | ПРЕДМЕТ | 24 |
| 4 | ЦИЉ И ЗАДАЦИ | 26 |
| 5 | ХИПОТЕЗЕ | 27 |
| 6 | МЕТОД ИСТРАЖИВАЊА | 28 |
| 6.1 | Узорак испитаника | 28 |
| 6.2 | Узорак мерних инструмената | 28 |
| 6.2.1 | <i>Мерни инструменти за процену антропометријских карактеристика узорка</i> | 28 |
| 6.2.2 | <i>Мерни инструменти за процену моторичких параметара</i> | 28 |
| 6.2.3 | <i>Мерни инструменти за процену физиолошких параметара</i> | 29 |
| 6.3 | Опис мерних инструмената | 29 |
| 6.3.1 | <i>Антропометријске карактеристике</i> | 29 |
| 6.3.2 | <i>Моторички параметри</i> | 31 |
| 6.3.3 | <i>Физиолошки параметри</i> | 38 |
| 6.4 | Организација мерења | 40 |
| 6.5 | Експериментални поступак | 41 |
| 6.6 | Методе обраде података | 42 |
| 7 | РЕЗУЛТАТИ | 43 |
| 7.1 | Дескриптивни статистички показатељи телесне масе и процента масног ткива | 43 |

| | | |
|-----|--|----|
| 7.2 | Дескриптивни статистички показатељи моторичких параметара | 44 |
| 7.3 | Дескриптивни статистички показатељи физиолошких параметара | 48 |
| 7.4 | Резултати униваријантне анализе варијансе телесне масе и процента масног ткива | 52 |
| 7.5 | Резултати мултиваријантне анализе варијансе моторичких параметара | 53 |
| 7.6 | Резултати униваријантне анализе варијансе моторичких параметара | 54 |
| 7.7 | Резултати мултиваријантне анализе варијансе физиолошких параметара | 57 |
| 7.8 | Резултати униваријантне анализе варијансе физиолошких параметара | 57 |
| 7.9 | Резултати анализе просечног тренажног оптерећења | 60 |
| 8 | ДИСКУСИЈА | 61 |
| 8.1 | Унутарсезонске варијације моторичких параметара..... | 64 |
| 8.2 | Унутарсезонске варијације физиолошких параметара..... | 70 |
| 8.3 | Анализа тренажног оптерећења..... | 78 |
| 8.4 | Осврт на целокупно истраживање | 80 |
| 9 | ЗАКЉУЧАК | 81 |
| 10 | ЗНАЧАЈ ИСТРАЖИВАЊА | 84 |
| 11 | ЦИТИРАНА ЛИТЕРАТУРА | 86 |
| 12 | БИОГРАФИЈА..... | 98 |
| 13 | ЗАХВАЛНОСТ..... | 99 |

1 УВОД

Рукомет је сложена игра која од учесника захтева висок ниво моторичких и метаболичких потенцијала. Овај интермитентни спорт одликује се аеробним кретњама различитом брзином уз мноштво високо интензивних (анаеробних) кретњи, као што су шутеви, убрзања, окрети, скокови, гурања и држања у међусобним дуелима, што све заједно захтева висок ниво и опште и специфичне припремљености. Иако први записи о играма сличним рукомету воде порекло из средњовековне Француске, игра која је настала у Данској 1898. године сматра се претечом данашњег рукомета. Током 20. века првобитни рукомет је претрпео многобројне модификације, а данашња верзија игре у сали (Европски рукомет) постала је саставни део програма Олимпијских игара у Минхену 1972.

1.1 Тренажно оптерећење рукометаша

Ефикасност спортског тренинга је резултат његовог трајања, удаљености која се пређе и понављања (обима), оптерећења и брзине (интензитета), и фреквенције извођења. У фазама тренинга које претходе такмичењу дефинишу се компоненте које треба нагласити да би се постигао циљ. Сходно карактеристикама спортске активности, у спортовима у којима су евидентне брзина и снага по правилу се наглашава интензитет, а у спортовима издржљивости обим. У спортовима који садрже сложене кретне активности примарна је сложеност тренинга (Koprivica, 2002).

У спортском тренингу мора се разликовати спољашње и унутрашње оптерећење. Спољашње тренажно оптерећење односи се на физички рад који спортиста треба да обави у тренингу или такмичењу, а унутрашње тренажно оптерећење представља реакцију организма на спољашње тренажно оптерећење, нпр. физиолошки стрес који организам доживљава током тренинга (Tabakov, Maksimov, Rađo, Crnogorac, & Drid, 2014)

Проблем оптерећења у спортској припреми није нимало једноставан. Прво треба прихватити да оптерећење није једноставан скуп елемената који га чине. Зато сваки тренер треба да трага за оптималним односом између компоненти оптерећења, посебно за сваку нову фазу такмичења и припреме спортиста. Нарочито је важно да тренер познаје величину оптерећења, његову специфичност и дозирање оптерећења у такмичарском и тренажном процесу (Koprivica, 2013). Два су битна разлога због којих је важно познавање унутрашњег оптерећења спортисте на тренингу: физиолошки стрес који организам доживи током примене спољашњег оптерећења одређује какве ће промене произвести тренажни процес; и други: примена истог спољашњег оптерећења код различитих спортиста неће произвести исте физиолошке реакције у организму (Tabakov, Maksimov, Rado, Stogorac, & Drid, 2014). По карактеру, оптерећења се деле на такмичарска и тренажна. Карактер оптерећења говори о томе да ли је спортиста оптерећен на тренингу или такмичењу. Међутим, то не мора бити у довољној мери информативно у погледу специфичности оптерећења. Специфичност оптерећења се процењује нивоом сличности утицаја неког оптерећења са специфичним захтевима конкретне спортске гране. Примењена средства се морају правилно проценити. (Koprivica, 2002). Спољашње тренажно оптерећење дефинишу три параметра: интензитет, екстензитет и обим (волумен). Интензитет оптерећења представља „јачину“ тренажног надражаја, тј. количину обављеног физичког рада у јединици времена. Може се дефинисати и као потрошена енергија у јединици времена. Интензитет извођења вежбе и фреквенција оптерећења одређују интензитет оптерећења у тренингу. Фреквенција оптерећења представља учесталост извођења вежбе у јединици времена, а одређује је и трајање интервала одмора између понављања одређене вежбе. Промена интензитета на тренингу своди се на: промену интензитета извођења вежби; промену трајања интервала одмора између понављања/серија/вежби; или истовремену промену обе компоненте интензитета оптерећења. Трајање физичког рада представља екстензитет оптерећења. То може бити стварно временско трајање рада, укупна пређена удаљеност или укупан број понављања одређене вежбе на тренингу. Као примарна компонента тренинга, обим (волумен) је квантитативан предуслов за висока техничка, тактичка и физичка достигнућа. Врхунски спортски резултати су примарно резултат великог обима тренинга. Обим тренинга састоји се од следећих интегралних делова: време трајања тренинга, удаљеност која се пређе или тежина подигнута у јединици времена и понављања вежбе или техничког елемента које спортиста изводи у датом времену (Womra, 2006).

У спорту се спроводе три тренажна циклуса: макро, мезо и микро циклуси.

- Макро циклуси су везани за тренирање и припремање спортиста у периоду од неколико месеци (нпр. полусезона у рукомету). У ширем смислу макро циклус се односи на период између великих такмичења, најчешће на олимпијске циклусе (четири године).
- Мезо циклуси се односе на планирање и програмирање тренинга у периоду од три до седам микро циклуса (најчешће четири микро циклуса или месец дана).
- Микро циклуси су најкраћа временска раздобља за планирање и програмирање тренажних процеса у спорту и често се одвијају унутар једне недеље.

1.2 Тренажно оптерећење кроз теорију стреса

Посматрано кроз теорију стреса спортског тренинга, услов да тренинг доведе до повећања такмичарских способности на виши ниво је оптимално деловање тренажног оптерећења као стресора. Тренажна оптерећења, која као стресор узрокују позитивне адаптације, налазе се унутар целог распона хомеостатског таласа у сензитивној области. Међутим, такво тренажно оптерећење је веома тешко прецизно одредити јер је распон физиолошке регулације индивидуалан и променљив током чак и релативно кратког временског периода.

Анализирајући кроз механизме физиолошких адаптација, добро планиран и програмиран тренажни процес одликује се степенастим повећањем интензитета и обима, са довољним периодима одмора између тренажних јединица како би се обезбедио потпуни опоравак, односно постигла суперкомпензација. Идеално, тренажни стимулус би требало применити када спортиста након појединачног тренинга постигне суперкомпензацију, како би сваки нови суперкомпензациони циклус почињао са новог нивоа хомеостазе и тиме повећао могућност за побољшање спортских перформанси током времена (Koutedakis, Metsios, & Stavropoulos-Kalinoglou, 2006).

Свака тренажна епизода се завршава одређеним замором. Замор је привремено смањење или престанак функције неког органа или система органа. Такође, замор се може дефинисати као значајно ограничење физичке активности, али процеси који га прате и даље нису схваћени у потпуности, упркос читавом веку истраживања. Овоме очигледно доприноси чињеница да је замор веома сложен концепт, који укључује велики број физиолошких и психолошких фактора. Замор који је проузрокован

физичком активношћу заснива се на физиолошким основама. Овај физиолошки замор се тумачи као механизам за упозорење који треба да спречи пренапрегнуће читавог организма или појединог његовог дела. Издвојено, мишићни замор се дефинише као било која редукција максималног капацитета за генерисање силе или излазне снаге изазвана физичком активношћу (Радовановић, 2009).

Након престанка тренажних оптерећења креће опоравак. Међутим, процеси опоравка теку хетерохроно, као и адаптивни процеси. Након тренинга аеробне издржљивости суперкомпензација се може постићи у оквиру од 6–8 сати након тренинга, док, с друге стране, код интензивне активности (која централни нервни систем подвргава високим захтевима) за достизање суперкомпензације може бити потребно чак до 48 сати. Осим замора, као последица тренажног процеса могу настати следећа стања слична замору (Радовановић, 2009):

- Прекорачење (*Overreaching*) јесте физиолошка појава смањења радне способности под утицајем неколико интензивнијих тренинга. То је нормално стање које се јавља у тренажном процесу и указује да је задато оптерећење довољан стимулус за подизање радне способности на виши ниво.
- Преоптерећење (*Overstrain*) карактерише постојање физиолошког замора и замора ЦНС-а. Сматра се граничним подручјем између физиолошког и патолошког стања и уводом у претренираност. Настаје као последица једног или више ексцесивних тренинга.
- Претренираност (*Overtraining*) јесте стање организма у коме долази до пада радне способности и испољавања многих симптома органске и функционалне природе. Последица је интеракције више фактора: грешака у вођењу тренинга, стила живота спортисте, психичке напетости, социјалног окружења или погоршаног здравственог стања.
- Хронични умор (*Chronic fatigue syndrom*) јесте појава условљена замором ЦНС-а која траје дужи временски период. Испољава се мишићном слабошћу и боловима у мишићима, анксиозношћу, депресијом и честим вирусним инфекцијама. Међутим, физичка радна способност је очувана или само незнатно смањена.



Слика 1. Тренажно оптерећење кроз теорију стреса (адаптирано према Armstrong & VanHeest, 2002)

Како се такмичарска способност спортисте повећава, тако и тренажна оптерећења морају да се повећају јер се организам адаптира на виши степен функционисања (слика 1). Тренажна оптерећења би идеално требало да буду у складу са тренутним могућностима спортисте, ни већа ни мања од оног што у датом моменту спортиста може да поднесе. Само таква тренажна оптерећења доводе до сталног пораста такмичарских способности. Колико је тешко у спортском тренингу то тачно одредити говори и чињеница да се оптимално тренажно оптерећење налази на уској граници између прекорачења и претренираности. Оптерећење у току тренажног процеса и реалне могућности организма често су у великом нескладу, због чега их је неопходно пажљиво планирати (Радовановић, 2012). Тренери и спортисти манипулишу тренажним оптерећењем променама интензитета, обима и фреквенције тренинга, као и скраћивањем периода опоравка, што повлачи ризик од претренираности (Seene, Kaasik, Alev, Pehme, & Riso, 2004). Иако је први рад о тренажном оптерећењу рукометаша у бившој Југославији публикован још пре више од пола века (Horvatić, 1958), врло мало је сличних радова од тада до данас.

1.3 Годишњи циклус у рукомету

Циљ годишњег плана и програма је остварити најбоље могуће резултате у такмичарском периоду и подигнути индивидуални и колективни квалитет тренираних играча, што би утицало на бољи резултат у такмичарској сезони. Годишњи циклус у рукомету може се поделити у два макро циклуса, из разлога што се такмичење дели у два раздобља, јесењи и пролећни део. Оба дела макро циклуса су подељена на три периода: припремни период, такмичарски период и прелазни период (Вомпа, 1999).

1.3.1 Припремни период

Припремни период се може поделити у три фазе:

- прва фаза припрема (трајање две до четири недеље) током које се највећи део времена троши на физичку припрему играча.
- друга фаза припрема (трајање две недеље) током које су максимална оптерећења. У овој фази најчешће се примењују интервали тренинга с деоницама типичним за рукомет и елементима техничко–тактичке припреме. Оптерећења прогресивно расту и постају максимална. Усавршава се свестрана техника рукометне игре с појачаним нагласком на брзину, снагу и прецизност извођења. У усавршавању тактичке припреме потребно је индивидуално, групно и колективно усавршавати тактику игре у одбрани и нападу.
- трећа фаза припрема (трајање две недеље) пред почетак такмичења, често се описно означава као „брушење спортске форме“. У овој фази ради се тактичка припрема на основу концепције игре, у смањеном облику специјална физичка припрема, техничка припрема и психолошка припрема. У начелу се смањују оптерећења у тренингу. Тренинзи су краћи те их је бројчано мање, али су интензивнији. Ова фаза траје најчешће две недеље и битно је да се играчи на одређен начин одморе, опораве организам и да буду у врхунској форми у право време (Wallace & Cardinale, 1997; Вомпа, 1999; Копривца, 2009а; Копривца, 2009б).

1.3.2 Такмичарски период

Основни задатак у овом периоду, који траје око три месеца, јесте одржавати високу спортску форму, разрадити стратегију такмичења и одредити програм рада. Тренинзи се планирају у оквирима недељних микро циклуса. Ритам тренинга се

планира према квалитету противника. У првим данима недеље примењују се већа оптерећења, док се у задњим данима недеље оптерећења смањују с нагласком на тактичке задатке и корекцију појединца и целе екипе. Физичку припрему током такмичарског периода треба одржавати на високом нивоу специфичне издржљивости како би екипа играла у високом темпу током целе утакмице. Специфична брзинска издржљивост спроводи се редовно са лоптом и планира се једном недељно, уобичајено на почетку недеље. Спорт-специфична снага, која све више доминира у игри, планира се једном у почетку недељног микро циклуса. У техничкој припреми рад је усмерен на развој, усавршавање и одржавање техничких способности играча и усавршавање технике по специфичности играчких позиција. У тактичкој припреми програм рада има за циљ да усавршава и стабилизује начин играња у одбрани и нападу. Добро припремљена екипа у тактичком погледу постиже жељене резултате. Нагласак треба усмерити на тренинг тактике у нападу и одбрани при чему ће се водити брига о индивидуалном, групном и колективном увежбавању тактике (Wallace & Cardinale, 1997; Вопра, 1999).

1.3.3 Прелазни период

Прелазни период наступа након завршетка једне такмичарске сезоне, а карактерише га привремени губитак спортске форме и одмор играча који траје од 30 до 45 дана, иако се играчи задржавају још две недеље на заједничким тренинзима. Рад у овом периоду темељи се на смањеном броју тренинга и рекреативним играма (мали фудбал, кошарка, итд.) након којих играчи одлазе на одмор уз препоруку тренера за „активни одмор“. Основни програм рада су рекреативни садржаји у којима се користе други спортови (пливање, роњење, вожња бицикла итд.). Циљ овог периода је да се играчи добро одморе и да на почетку припрема за нову такмичарску сезону дођу свежи, одморени и са 50–60% својих максималних физичких могућности (Вопра, 1999; Коргивица, 2009а; Коргивица, 2009б). Прелазним периодом се може сматрати и период између две полусезоне, иако је краћи од периода након завршетка целе такмичарске сезоне. Прелазни период зависи од самог календара такмичења и евентуалног учешћа у међународним такмичењима, када се смањује у трајању или уопште не постоји у претходно описаном облику.

1.4 Дефиниције појмова

Спортски тренинг

Спортски тренинг је специфични адаптациони процес са циљем повећања потенцијала организма за постизање високих спортских достигнућа (Вотра, 2006).

Периодизација спортског тренинга

Периодизација је систематско планирање спортског тренинга које има за циљ постизање врхунске спортске форме током такмичарског периода. Подразумева прогресивно смењивање тренажних циклуса различитог трајања (микро, мезо и макроциклус). Периодизацијом се читава година дели на специфичне тренажне периоде, од којих сваки има различит циљ који треба остварити (Rowbottom, 2000).

Мишићна сила

Када је сила елемент људског покрета (фактор премештања тела, његових делова, или других материјалних тела у простору), тј. када се разматра као својствена способност човека за извршавање одређене моторичке активности (рада), тада мишићна сила може да се дефинише као способност човека да делује или да се супротставља физичким објектима из спољашње средине или мишићним контракцијама које се преко система полуга преносе на тело (Радовановић & Игњатовић, 2009).

Мишићна снага

Мишићна снага се у литератури која се бави спортом дефинише као способност мишића за савладавање силе, што доводи до мешања појмова снаге и силе као елементарних способности човека. Као најпогоднија дефиниција за примену у испитивању покрета тела снага се може представити производом силе и брзине тела на које та сила делује (Радовановић & Игњатовић, 2009).

Моторичка и физиолошка тестирања спортиста

Моторичка и физиолошка тестирања спортиста представљају скуп неинвазивних или минимално инвазивних процедура којима се обезбеђују дијагностичке и

прогностичке информације и служе за процену способности појединца за тренажна и такмичарска оптерећења.

Приликом тестирања мишићне силе и снаге треба напоменути да је способност одређеног мишића или мишићне групе за савладавање оптерећења специфична за мишићну групу, тип контракције, брзину контракције и угао зглоба који се тестира у циљу њеног одређивања. Због тога не постоји универзална процена мишићне силе и снаге целог тела (Радовановић & Игњатовић, 2009).

Анаеробни капацитет

Анаеробни капацитет означава способност добијања енергије без присуства кисеоника, искључиво из анаеробних извора (Saltin, 1990). Анаеробни извори енергије (аденозин трифосфат, креатин фосфат и глукоза) обезбеђују велику количину енергије у кратком временском периоду, омогућавају краткотрајну интензивну физичку активност и представљају основу испољене мишићне снаге и брзине (Радовановић, 2012).

Кардиореспираторна издржљивост

Кардиореспираторна издржљивост је повезана са развојем способности кардиоваскуларног и респираторног система да одржавају допремање кисеоника до ангажованих мишића током дуготрајне физичке активности, као и са способношћу мишића да неопходну енергију добијају аеробним процесима (Hawkins, Raven, Snell, Stray-Gundersen, & Levine, 2007). Наведен је разлог због кога се термини кардиореспираторна и аеробна издржљивост понекад користе као синоними.

Максимална потрошња кисеоника – VO_{2max}

Максимална потрошња кисеоника VO_{2max} представља највећу количину кисеоника коју организам може примити (потрошити) током једног минута оптерећења максималног интензитета (Guyton & Hall, 2008).

Лактат

Лактат је натријумова со млечне киселине. Настаје уколико је ћелији потребна енергија а нема кисеоника, када пирогрођана прелази у млечну киселину, која напушта ћелију и тако омогућава даљу анаеробну разградњу (Радовановић, 2009).

2 ПРЕГЛЕД ИСТРАЖИВАЊА

Рукомет је сложена игра која захтева читав низ различитих способности, а дефинисање морфо-функционалног модела идеалног рукометаша отежано је чињеницом да различите играчке позиције захтевају различите карактеристике и способности. Ипак, без обзира на играчку позицију, у антропоморфолошком профилу модерног рукометаша посебно се издвајају стојећа висина и телесна тежина тела, а затим распон руку и величина шаке. Просечна висина врхунских рукометаша на светском првенству 2007. године износила је 186,4 cm (у три првопласирана тима 190 cm), док је на светском првенству за јуниоре исте године износила 187,5 cm (у три првопласирана тима 191,3 cm) (Táborský, 2007).

Коцић и сарадници (2010) испитивали су на узорку од 50 кошаркаша и 50 рукометаша Прве савезне лиге Србије разлике у неким антропометријским карактеристикама. Резултати дискриминативне каноничке анализе показали су да рукометаша имају статистички значајно веће вредности циркуларне димензионалности скелета, обима грудног коша и надлактице.

Подаци са претпоследњег светског првенства, одржаног 2013. године, показују да је просечна висина играча најуспешније четири екипе била 193,2 cm, а њихова тежина 95,74 kg (Ghobadi, Rajabi, Farzad, Bayati, & Jeffreys, 2013). У последњем објављеном истраживању аутори (Michalsik, Aagaard, & Madsen, 2015) наглашавају да врхунски мушки рукометни тим карактерише одигравање великог броја технички уиграних акција, које одликује висок интензитет извођења. При томе, постоје значајне разлике у односу на позицију играча, јер крилни играчи имају више истрчаних контранапада уз мање физичких контаката са противницима у односу на бекове и пивоте. Наведеним разликама у игри додатно доприносе антропометријске разлике, будући да су крилни играчи ($84,5 \pm 5,8$ kg, $184,9 \pm 5,7$ cm) мање телесне масе и висине ($p < 0.001$) у односу на бекове ($94,7 \pm 7,1$ kg, $191,9 \pm 5,4$ cm) и пивоте ($99,4 \pm 6,2$ kg, $194,8 \pm 3,6$ cm). Аутори овог истраживања наглашавају да због тога тренинг врхунских рукометаша треба да буде специфично планиран у односу на играчку позицију.

У истраживању спроведеном на узорку 19 младих играча (узраста 14 до 16 година) Gorostiaga, Izquierdo, Iturrealde, Ruesta, & Ibanez (1999) пратили су промене у вредностима силе после шест недеља тренинга са спољашњим оптерећењем. У групи која је била подвргнута тренингу, максимална сила мишића екстензора ногу и мишића горњих екстремитета знатно је повећана (12,2%, односно 23%). Нису забележене промене мишићне силе код групе која је била подвргнута само уобичајеном рукометном тренингу или код контролне групе (оних који нису играчи). Занимљива је чињеница да група која је била подвргнута тренингу са спољашњим оптерећењем није показала напредак у висини вертикалног скока, док је група која је била укључена само у рукометни тренинг побољшала висину вертикалног скока са 29,5 на 31,4 cm. Аутори су закључили да се овакви резултати могу објаснити програмом тренинга са спољашњим оптерећењем, који се фокусирао на велике тежине оптерећења и споре контракције ангажованих мишића.

Истраживања спроведена са великим бројем младих играча указују на могућност да се специфичне антропометријске мере, уз поједине моторичке параметре, користе за идентификацију талената за такмичарски рукомет у узрачном периоду од 14. до 16. године (Mohamed, Vaeyens, Matthys, Multael, Lefevre, Lenoir, & Philpaerts, 2009; Matthys, Vaeyens, Fransen, Deprez, Pion, Vandendriessche, et al., 2013).

Поређење вредности максималне мишићне силе је показало да постоје значајне разлике између рукометаша различитог нивоа такмичења (Gorostiaga, Granados, Ibanez, & Izquierdo, 2005). Вредност потиска са груди једним максималним понављањем код врхунских играча просечно је износила $106,9 \pm 11,6$ kg, што је било 22% веће него код аматерских играча ($82,5 \pm 14,8$ kg), што показује да у спортовима са контактом, као што је рукомет, вредност максималне мишићне силе има значајан утицај на такмичарски учинак.

Побољшања максималне мишићне силе и висине вертикалног скока су забележена у истраживању са 16 професионалних рукометаша, укључених током 12 недеља у тренинг са спољашњим оптерећењем, базираним на вежбама потисак са груди, получучањ и узастопни вертикални скокови са оптерећењем (Marques & Gonzalez-Badillo, 2006). Вредност потиска са груди једним максималним понављањем се увећала се са $93,5 \pm 13,9$ kg на $122,2 \pm 21,6$ kg после шест недеља спровођења програма и $134,1 \pm 19,4$ kg после 12 недеља. Играчи су такође били тестирани у три типа скокова:

узастопни вертикални скокови без оптерећења, са 20 kg оптерећења и са 40 kg оптерећења. Повећања учинка су била значајна у случају сва три типа скокова, како после шест, тако и после 12 недеља тренинга.

Бубањ и сарадници (2011) усмерили су своје истраживање на питање разлика у експлозивној снази, која је процењивана кроз висину вертикалног скока са и без претходног статичког напрезања. Узорак су чинили 17 студената Факултета спорта и физичког васпитања у Нишу, подељених у два подузорка, који су изводили вертикални скок, тзв. скок из почучња, са и без примене статичког истезања пре физичке активности. Резултати су показали да статичко истезање није статистички значајан утицај на испољену експлозивну снагу.

У истраживању Gorostiaga, Granados, Ibanez, Gonzales-Badillo, & Izquierdo (2006), вредност потиска са груди једним максималним понављањем се увећала за 2% у периоду од почетка фазе припрема до почетка прве фазе такмичења (са $104,8 \pm 15,6$ kg на $106,9 \pm 11,6$ kg). Ово повећање се одржало релативно стабилним све до завршетка прве фазе такмичења. Међутим, показатељи експлозивне снаге доњих и горњих екстремитета остали су непромењени током сезоне.

Бојић и сарадници (2009) утврђивали су структуру базичних моторичких способности рукометаша Србије различитог ранга такмичења. На узорку од 41 рукометаша Прве савезне лиге и 37 рукометаша Друге савезне лиге, резултати добијени факторском анализом показали су да је структура базичних моторичких способности испитаника оба узорка састављена од истих димензионалности.

У два слично конципирана истраживања Gorostiaga et al. (2005) објавили суда је учинак у спринту на 5 m и 15 m сличан код аматера и код врхунских рукометаша, те да није примећена никаква промена у спринту код врхунских играча током једне сезоне (Gorostiag et al., 2006). Аутори сматрају да аеробни тренинг ниског интензитета током сезоне смањује учинак при спринту и препоручује се да се уведе више тренажних епизода трчања високог интензитета, као и тренинга јачања мишића ногу, како би се повећао учинак при спринту, а да мање пажње треба посветити трчању ниског интензитета (Gorostiaga et al., 2006).

У претходно наведеном истраживању са 16 професионалних рукометаша (Marquez & Gonzalez-Badillo, 2006) рађено је тестирање спринта на 30 m, а време је

мерено на 15 m и на 30 m. Резултати су показали напредак код времена мереног на 30 m након 6 недеља (напредак од 2,24%) и након 12 недеља тренирања (напредак од 3,13%). Слични резултати су забележени код времена мереног на 15 m (напредак од 1,57% након шест недеља и 2,35% након 12 недеља).

Бојић и Петковић (2011) изнели су приказ специфичног програма тренинга за развој снаге руку и рамена рукометаша као потенцијално ефикасног у припреми рукометаша јер је могућа примена многих спорт-специфичних покрета који директно утичу на успешност извођења техничких елемената.

У једном од првих циљаних истраживања физиолошких захтева рукометне игре Delamarche, Gratas, Beillot, Dassonville, Rochcongar, et al. (1987) пратили су стварање лактата током тренажне утакмице код седам младих рукометаша узимајући узорке крви сваких 5 min. Максимална забележена фреквенција срца износила је $190 \text{ откуцаја} \cdot \text{min}^{-1}$, а ниво лактата $7,5 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$. Ови рукометаши трчали су 20–30 min са нивоом лактата вишим од $4 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$.

У студији коју су спровели Gorostiaga et al. (2006) на једном званичном рукометном мечу рукометаши су на терену просечно провели 25–30 min, при чему су прешли од 1,1 до 3 km и потрошили до 800 kCal. Ефективно трајање рукометног меча износи око 40 min и за то време се одигра око 50 одбрана и напада који најчешће трају 20–35 s (Boraczyński & Urniaż, 2008). Временско-кретна анализа мечева на Светском првенству за рукометаше 2007. године показала је да су рукометаши, у зависности од играчке позиције, прелазили просечно од 2 до 3,7 km, при чему је ходање чинило 34,3%, лагано трчање 44,7%, брзо трчање 17,9% и спринт 3% од укупно пређене дистанце (Ziv & Lidor, 2009). У истраживању Róvoas, Seabra, Ascensao, Magalhaes, Soares, et al. (2012) урађена је временско-кретна анализа 10 званичних мечева на којима је просечно кретање играча износило 4,37 km, док је спринт чинио свега 0,4% од укупног кретања.

У истраживању Róvoas et al. (2012) праћена је срчана фреквенција рукометаша током утакмица кроз два показатеља, због великог броја измена које правила игре дозвољавају. Ефективна срчана фреквенција је означавала просечну срчану фреквенцу током боравка рукометаша на самом терену, док је укупна срчана фреквенција означавала просечну срчану фреквенцу током целог трајања утакмице. У наведеном истраживању вредности ефективне фреквенције биле су $157 \text{ откуцаја} \cdot \text{min}^{-1}$, што је

одговарало 82% вредности процењене максималне срчане фреквенције, док је вредност укупне фреквенције била $139 \text{ откуцаја} \cdot \text{min}^{-1}$. Разлику од 10% између просечне ефективне и укупне фреквенције аутори су објаснили вишим вредностима срчане фреквенције током активне игре на терену у односу на седење на клупи за резервне играче. Упркос чињеници да је анализа кретних активности током меча показала да играч просечно више од половине ефективног трајања меча (приближно 53%) проводи у активностима ниског интензитета, само током приближно 7% од укупног времена играч има срчану фреквенцу нижу од 60% вредности процењене максималне срчане фреквенције. Овакви подаци указују да мишићне контракције током физичког контакта један-на-један и техничко-тактички захтеви постављени од стране тренера директно утичу на повећање срчане фреквенције играча. Физиолошке варијабле се могу значајно разликовати у односу на играчке позиције, једнако као антропометријске и физичке карактеристике. С друге стране, резултати најновијих истраживања показују да између играча различитог нивоа такмичења постоје разлике у параметрима анаеробног капацитета (просечна снага током анаеробних тестова) и тестовима експлозивне снаге (Nikolaidis & Ingebrigsten, 2013).

Истраживање које је било усмерено на кардиореспираторну издржљивост код рукометаша различитог нивоа такмичења, при трчању брзином од 10, 12, 14 и 16 $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$, није открило разлику у средњој вредности концентрације лактата у крви или у средњој вредности срчане фреквенције, између врхунских и аматерских рукометаша (Gorostiaga et al., 2005). У слично конципираном истраживању, просечне вредности брзине трчања и срчане фреквенције, које су проузроковале стварање концентрације лактата у крви у вредности од $3 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$, биле су сличне код врхунских рукометаша и рукометаша аматера, што потврђује да кардиореспираторна издржљивост, као појединачна физиолошка карактеристика, не може служити за процену такмичарског нивоа рукометаша. Штавише, аутори су утврдили да код врхунских играча током сезоне не долази до значајних промена кардиореспираторне издржљивости при трчању брзином од 10, 12, 14 и 16 $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ (Gorostiaga et al., 2006).

У прегледном истраживању Ziv & Lidor (2009) изнели су податак да је вредност максималне потрошње кисеоника – $\text{VO}_{2\text{max}}$ код рукометаша веома слична вредности код кошаркаша ($50\text{--}60 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$), што је само незнатно више од вредности мушкараца узраста од 20 до 29 година које служе као општи стандард за физички активне особе (Whaley, Brubaker, & Otto, 2006). Наведене вредности упућују да се по

овој физиолошкој карактеристици не могу разликовати врхунски кошаркаши и рукометаша од оних који то нису. Слични подаци о вредностима VO_{2max} (просечно $58 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) изнети су у истраживању Sporis, Vuleta, Vuleta, & Milanovic (2010). Уз то, аутори су установили значајну разлику између крилних нападача и пивота, што су објаснили далеко већим раздаљинама које крилни играчи просечно претрче током меча, посебно у периодима брзих транзиција између одбране и напада. Иако новија истраживања показују смањен значај VO_{2max} и кардиореспираторне издржљивости за успех у екипним спортовима са лоптом (Gorostiaga et al., 2006; Ziv & Lidor, 2009), слаба аеробна компонента може бити лимитирајући фактор у постизању максималних резултата. Висок VO_{2max} не осигурава високу успешност у понављајућим спринтевима и дуелима, али VO_{2max} се мора развити до оптимума како би се омогућило одржавање високог нивоа активности током целог меча, без показивања прекомерног замора.

2.1 Осврт на досадашња истраживања

Успешност бављења одређеним спортом зависи од специфичних морфолошких, моторичких, функционалних, когнитивних, конативних и социолошких карактеристика појединца. Подаци из досадашњих истраживања потврђују да се спортска морфолошка еволуција одвија у правцу повећања телесних димензија, те да се соматски захтеви врхунског рукомета односе на телесну висину од преко 190 cm, телесну тежину од 90 kg до 100 kg (уз што мањи проценат масног ткива) и, у зависности од играчке позиције, мезоморфни до екоморфни тип грађе. Поред тога, пожељни су дужи горњи екстремитети који доприносе максимизирању брзине шута, као и већи распон руку и шаке који омогућавају бољу контролу лопте, у смислу додавања, хватања, вођења и шута.

Тимски спортови са лоптом као што су рукомет, кошарка и фудбал карактеришу се аеробним фазама које укључују интермитентно кретање и трчање различитим брзинама, као и анаеробним фазама које укључују спринтеве и скокове, па захтевају и аеробне и анаеробне изворе енергије. Због тога, за разлику од антропоморфолошког профила, функционални модел рукометаша није ни приближно јасно дефинисан. У истраживању спроведеном пре скоро три деценије проучаван је учинак рукометаша на утакмицама (Delamarche et al., 1987), док је само у истраживању Marques & Gonzalez-Badillo (2006) анализиран утицај одређених тренажних оптерећења, конкретно тренинга

са спољашњим оптерећењем, на одређене физиолошке параметре. С обзиром на наизменично смењивање активности ниског и високог интензитета, може се закључити да је од великог значаја да играч произведе велику мишићну снагу у кратким временским периодима, што потенцира значај анаеробног капацитета. При томе, добра аеробна припремљеност омогућава ефикасан процес опоравка током периода између активности високог интензитета.

Једно од последњих истраживања (Michalsik, Aagaard, & Madsen, 2014) показује да модерни мушки рукомет намеће умерене до високе захтеве за аеробни енергетски систем и високе захтеве за анаеробни енергетски систем у појединим периодима меча. На укупном узорку од 41 играча, аутори су показали да су просечне вредности срчане фреквенце током активног дела такмичарске утакмице 163 ± 5 откуцаја $\cdot \text{min}^{-1}$. Вредности нивоа лактата у крви после утакмице износиле су просечно $4,8 \pm 1,9$ $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ (распон вредности: 2,8–10,8 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$), а играчи су губили просечно $0,81 \pm 0,4$ литара течности током такмичарске утакмице. Показатељи замора и смањења такмичарског учинка се уочавају при крају оба полувремена. Физичке карактеристике играча се разликују у односу на играчке позиције, при чему крилни играчи имају више вредности брзине трчања и висине вертикалног скока у односу на бекове и пивоте.

3 ПРЕДМЕТ

Проблем планирања тренажног процеса је најсложенији у теорији спортског тренинга, због великог броја фактора који објективно утичу на све врсте припрема спортиста, а на крају и на спортски резултат. Неопходно је водити рачуна о карактеристикама спорта и индивидуализацији како на нивоу планирања, тако и при избору тренажних средстава и метода рада. План и програм тренинга су основни документи према којима се реализује процес спортске припреме и контролишу ефекти који су постигнути њиховом применом. Њиме се може успешно управљати ако су јасно утврђени циљеви, задаци, временски циклуси и услови, ако су јасно дефинисани садржаји оптерећења, метода рада, локалитети и тренажна помагала која се примењују и распоређују током времена са циљем постизања очекиваних ефеката и највиших спортских достигнућа (Milanović, 2009).

Предмет истраживања у овом раду су унутарсезонске варијације одређених моторичких и физиолошких параметара код рукометаша.

За усавршавање технологије спортског тренинга различитих спортских дисциплина, као мултидимензионалног и мултидисциплинарног система, потребно је истраживати у свим областима од којих такмичарски резултат и зависи, у методологији, физиологији, морфологији, психологији, техници и тактици, односно генерално у свему што је повезано са способностима спортисте и такмичарским учинком. Технолошким развојем нових мерних инструментарија, усавршавањем технологија мерења и стандардизацијом протокола мерења усавршавају се већ постојећа емпиријска знања спортских радника, односно омогућава се усавршавање метода и техника добијања нових информација значајних за систем спорта. Таква истраживања представљају фундаменталне методе стицања новог знања, тако да се и рукомет технолошки усавршава кроз циљана истраживања (Gorostiaga et al., 2005; Marques & Gonzalez-Badillo, 2006; Gorostiaga et al., 2006; Boraczyński & Urniaż, 2008; Ziv & Lidor, 2009; Póvoas et al., 2012; Nikolaidis & Ingebrigtsen, 2013).

Проблем истраживања је утврђивање унутарсезонских варијација истраживаних моторичких и физиолошких параметара које су условљене тренажним оптерећењем током једне целе такмичарске сезоне код претходно већ утренираних и искусних рукометаша.

4 ЦИЉ И ЗАДАЦИ

Циљ истраживања је да се утврде варијације у одређеним моторичким и физиолошким параметрима током такмичарске сезоне код претходно већ утренираних и искусних рукометаша. На основу овако дефинисаног општег циља постављени су задаци истраживања:

- Обезбедити адекватан, специфично селекционисани узорак испитаника.
- Обезбедити сагласност испитаника, односно њихових тренера за учешће у истраживању.
- Обезбедити адекватне просторне и организационе услове за спровођење истраживања.
- Обезбедити адекватну опрему за мерење.
- Обезбедити адекватне просторне и организационе услове за спровођење мерења.
- Извршити прво мерење између шестог и седмог кола Супер рукометне лиге Србије у сезони 2014/2015. на адекватном узорку испитаника.
- Извршити друго мерење између 10. и 11. кола Супер рукометне лиге Србије у сезони 2014/2015. на адекватном узорку испитаника.
- Извршити треће мерење између 14. и 15. кола Супер рукометне лиге Србије у сезони 2014/2015. на адекватном узорку испитаника.
- Извршити четврто мерење између 17. и 18. кола Супер рукометне лиге Србије у сезони 2014/2015. на адекватном узорку испитаника.
- Приступити одговарајућој статистичкој обради података.
- Утврдити разлике у одабраним моторичким и физиолошким параметрима испитаника између сваког мерења.
- Спровести анализу и интерпретацију резултата истраживања.

5 ХИПОТЕЗЕ

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

X₁ Вредности одабраних моторичких параметара током такмичарске сезоне ће се статистички значајно разликовати.

X_{1.1} Вредности параметра максимална мишићна сила током такмичарске сезоне ће се статистички значајно разликовати.

X_{1.2} Вредности параметра мишићна снага током такмичарске сезоне ће се статистички значајно разликовати.

X_{1.3} Вредности параметра брзина трчања током такмичарске сезоне ће се статистички значајно разликовати.

X_{1.4} Вредности параметра експлозивна снага ногу током такмичарске сезоне ће се статистички значајно разликовати.

X₂ Вредности одабраних физиолошких параметара током такмичарске сезоне ће се статистички значајно разликовати.

X_{2.1} Вредности параметара анаеробног капацитета током такмичарске сезоне ће се статистички значајно разликовати.

X_{2.2} Вредности параметара кардиореспираторне издржљивости током такмичарске сезоне ће се статистички значајно разликовати.

6 МЕТОД ИСТРАЖИВАЊА

Свим испитаницима и њиховим тренерима дате су информације у писаној форми о циљевима, току, учествовању и евентуалним нежељеним ефектима истраживања. Сви испитаници и њихови тренери су пре отпочињања истраживања добровољно дали писмену сагласност за учествовање у истраживању и били подвргнути спортско-медицинском прегледу од стране лекара специјалисте медицине спорта. У односу на врсту истраживања планирана докторска дисертација припада примењеним (апликативним) истраживањима, које је организовано применом експерименталне методе, и то као ситуациони (природни) експеримент са једном групом испитаника.

6.1 Узорак испитаника

Истраживање је спроведено са 14 рукометаша мушког рукометног клуба „Црвена звезда“ из Београда, учесника Супер рукометне лиге Србије у сезони 2014/2015.

6.2 Узорак мерних инструмената

6.2.1 Мерни инструменти за процену антропометријских карактеристика узорка

- Телесна висина (cm)
- Телесна маса (kg)
- Однос масног и немасног ткива (%)

6.2.2 Мерни инструменти за процену моторичких параметара

- Максимална мишићна сила
 - потисак са грудиса једним максималним понављањем (kg)
 - чучањ са једним максималним понављањем (kg)
- Мишићна снага
 - снага испољена током вежбе потисак са груди (W)
 - снага испољена током вежбе чучањ (W)

- Брзина трчања
 - најкраће време за раздаљину од 15 m (s)
- Експлозивна снага ногу
 - висина вертикалног скока (cm)

6.2.3 Мерни инструменти за процену физиолошких параметара

- Анаеробни капацитет
 - просечна снага (W)
 - укупни рад (J)
- Кардиореспираторна издржљивост
 - концентрације лактата у капиларној крви након прве етапе прогресивног теста трчања ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$)
 - концентрације лактата у капиларној крви након друге етапе прогресивног теста трчања ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$)
 - концентрације лактата у капиларној крви након треће етапе прогресивног теста трчања ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$)
 - концентрације лактата у капиларној крви након последње етапе прогресивног теста трчања ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$)

6.3 Опис мерних инструмената

6.3.1 Антропометријске карактеристике

6.3.1.1 Висина тела

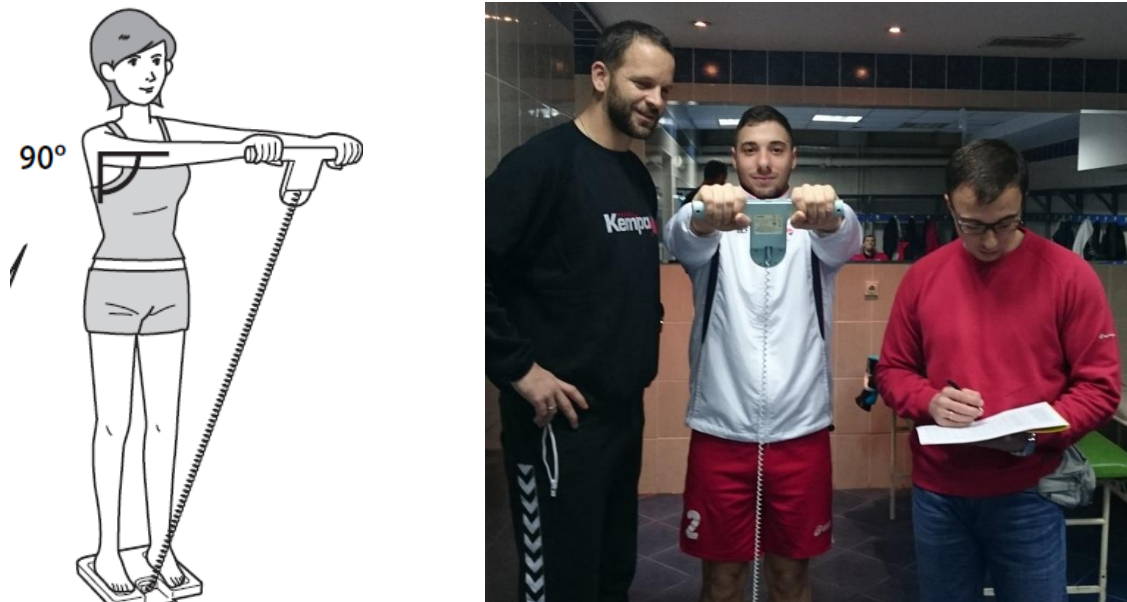
Мерење висине тела вршено је антропометром *GPM 101 (GPM GmbH Switzerland)* код испитаника који је стајао на хоризонталној равној подлози у усправном ставу са испруженим леђима и спојеним петама. Доња страна крака антропометра била је постављана на најистуренији део темена главе (*vertex*). Резултат мерења читаван је са тачношћу 0,1 cm.

6.3.1.2 Телесна маса

Мерење телесне тежине вршено је електронском вагом *Omron BF 511 (Omron Healthcare Co, Kyoto, Japan)* код испитаника који је, минимално обучен, стајао на стајној осовини ваге мирно у усправном ставу. Резултат мерења читаван је са екрана ваге са тачношћу од 0,1 kg.

6.3.1.3 Однос масног и немасног ткива

Процент масног ткива испитаника процењиван је индиректно, коришћењем лабораторијске методе анализе биоелектричне импеданце. За анализу биоелектричне импеданце коришћен је апарат *Omron BF511* (*Omron Healthcare Co, Kyoto, Japan*). Пре мерења у апарат су, помоћу нумеричке тастатуре, уношени претходно добијени подаци о висини тела, телесној маси, годинама старости и полу испитаника. При мерењу испитаник је стајао на хоризонталној равној подлози у усправном ставу и са благо размакнутих ногама. Контакт са апаратом оствариван је чврстим стиском шака и прстију око електрода. За време мерења горњи део апарата постављан је тако да су руке у хоризонталном положају, лактови исправљени, тако да су под правим углом у односу на вертикалну линију осовине тела испитаника (слика 2). Испитанику су претходно давана упутства да за време мерења не помера тело.



Слика 2. Положај испитаника на апарату током процене односа масног и немасног ткива.

Подаци о проценту масног ткива очитавани су са екрана апарата, са тачношћу 0,1%. Апарат *Omron BF511* користи технологију за мерење телесног састава употребом слабе струје од 50 KHz и мање од 500 μ A која преко осам електрода (две за сваки екстремитет) долази у контакт са телом, што омогућава задовољавајући степен тачности при процени односа масног и немасног ткива у организму (Bosy, Later, Hitze, Sato, Kossel, et al., 2008). Размотривши питања тачности, поновљивост и

применљивости, посебна радна група Медицинске комисије Међународног олимпијског комитета је метод анализе биоелектричне импенданце означила као прихватљив избор за квантификовану процену телесног састава (Ackland, Lohman, Sundgot-Borgen, Maughan, Meyer, Stewart, & Müller, 2012).

Процена телесног састава лабораторијском методом анализе биоелектричне импенданце није била примарни циљ, нити задатак, ове експерименталне студије. Добијени подаци о процентима масног и немасног ткива коришћени су при анализи унутарсезонских промена моторичких и физиолошких параметара.

6.3.2 Моторички параметри

6.3.2.1 Максимална мишићна сила

Максимална мишићна сила процењивана је коришћењем теста једно максимално понављање током вежби потисак са груди и чучањ.

Тест потисак са груди са једним максималним понављањем (*engl. One-repetition Maximum test–Bench press*) коришћен је за процену укупне силе мишића ангажованих при екстензији руке (*mm. pectorales, m. triceps brachii, m. deltoideus*), на основу вредности максималног оптерећења (израженог у kg) коју испитаник може да подигне потиском са клупе (Zatsiorsky & Kraemer, 2006). Приликом извођења теста поштован је следећи стандардизовани протокол:

- Испитаник треба да држи леђа на клупи, оба стопала на поду, док хват шипке са теговима треба да буде у ширини рамена са длановима нагоре. Примењује се уобичајени рад са теговима (*freeweights*). Две особе као помагачи треба да присуствују свим понављањима. Они додају тегове испитанику. Испитаник почиње подизање са шипком у подигнутој позицији са рукама које су потпуно испружене. Шипка се спушта до груди и онда подиже поново нагоре док се руке не врате у почетну позицију. Задржавање удаха, тзв. Валсалва маневар (*енгл. Valsalva maneuver*) требало би избећи.
- Испитаник треба да се навикне на услове теста (потисак са клупе), лагано се загревајући кроз пет до десет понављања са 40-60% масе тегова од процењеног максималног понављања.
- После одмора са лаганим растезањем у трајању од два минута, испитаник изводи три до пет понављања са 60-80% масе тегова од процењеног

максималног понављања. Након ове процедуре испитаник би требало да буде близу процењеног максимума.

- Затим се повећава маса тегова, након чега испитаник покушава да изведе понављање кроз цео распон кретања. Уколико је подизање успешно, дозвољава се одмор од 3 до 5 min. Процес се наставља, уз повећање масе тегова, док не уследи неуспешни покушај. Највећа маса успешно подигнутог терета означава се као једно максимално понављање (*1-repetition maximum-IRM*).

Број испитивача: 1

Број помагача: 2

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

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

Тест чучањ са једним максималним понављањем (*One-repetition Maximum test-Squat*) коришћен је за процену укупне силе мишића ногу (*m. gluteus, m. quadriceps femoris*). Приликом извођења теста поштован је следећи стандардизовани протокол (Zatsiorsky & Kraemer, 2006):

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

уследи неуспешни покушај. За чучањ се препоручује повећање оптерећења за 2,5-10 kg. Највећа маса успешно подигнутог терета означава се као једно максимално понављање (*1-repetition maximum-1RM*).

Број испитивача: 1

Број помагача: 2

Средства: тегови и шипка.

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

6.3.2.2 Мишићна снага

Мишићна снага је мерена током извођења вежби потисак са груди и чучањ, у серији од шест понављања са 70% масе тегова од претходно одређене вредности једно максимално понављање, употребом специјално дизајнираног система *Fitrodine Premium* (*Fitronic, Slovakia*). Систем се састоји од веома прецизног аналогног уређаја механички спојеног са теговима или машинама које представљају оптерећење. Он региструје промену брзине током времена и на тај начин израчунава убрзање приликом вертикалног покрета. Да би се израчунала снага, потребно је још имати податак о маси тегова. *Fitrodine Premium* је повезан са преносним рачунаром.

Овај систем представља један од најквалитетнијих уређаја за мерење мишићне снаге, чија је валидност и поузданост потврђена (Jennings, Viljoen, Durandt, & Lambert, 2005). *Fitrodine Premium* је последњих година коришћен у већем броју истраживања чији су резултати објављени у водећим научним часописима (Rhea, Peterson, Oliverson, Ayllón, & Potenziano, 2008; Jones, Fry, Weiss, Kinzey, & Moore, 2008; Rhea & Kenn, 2009; Ignjatovic, Radovanovic, Stankovic, Markovic & Kocic, 2011; Ignjatovic, Markovic, & Radovanovic, 2012).



Слика 3. Систем за мерење *FitrodinePremium* повезан са рачунаром и положај испитаника током извођења вежбе потисак са груди

Приликом извођења вежбе потисак са груди, у серији од шест понављања са 70% масе тегова од претходно одређене вредности једно максимално понављање, поштован је следећи стандардизовани протокол: испитаник треба да држи леђа на клупи, оба стопала на поду, док хват шипке са теговима треба да буде у ширини рамена са длановима нагоре. Испитаник почиње извођење са шипком у подигнутој позицији са рукама које су потпуно испружене. Шипка се спушта до груди и онда подиже поново нагоре, док се руке не врате у почетну позицију. Задржавање удаха, тзв. Валсалва маневар, требало би избећи. Систем *Fitrodine Premium* се поставља на под и причвршћује за шипку која носи тегове посебно дизајнираном најлонском траком (слика 3). При извођењу вежби трака се повлачи кретањем шипке под правим углом. Добијени сигнали се дигитално конвертују, софтверски филтрирају, док се графички запис приказује током целог покрета на екрану компјутера. Подаци се затим смештају у меморију компјутера.

Број испитивача: 2

Број помагача: 2

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

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

Приликом извођења вежбе чучањ, у серији од шест понављања са 70% масе тегова од претходно одређене вредности једно максимално понављање, поштован је следећи стандардизовани протокол: испитаник треба да заузме стојећи став са стопалима у ширини рамена. Опрема са којом се овај тест изводи састоји се од шипке са теговима (*free weights*) и система *Fitrodine Premium* (слика 4).



Слика 4. Систем за мерење *Fitrodine Premium* повезан са рачунаром и положај испитаника током извођења вежбе чучањ

Две особе као помагачи треба да присуствују свим извођењима и да у случају неуспешног извођења преузму терет и тиме спрече настанак повреда. Испитаник почиње извођење чучња, са теретом на леђима, спуштањем до позиције када натколеница и потколеница у зглобу колена формирају угао од 90° , а након тога се враћа у почетну позицију. *Fitrodine Premium* се поставља на под и причвршћује за шипку која носи тегове посебно дизајнираном најлонском траком. При извођењу вежби трака се повлачи кретањем шипке под правим углом. Добијени сигнали се дигитално конвертују, софтверски филтрирају, док се графички запис приказује током целог покрета на екрану компјутера. Подаци се затим смештају у меморију компјутера.

Број испитивача: 2

Број помагача: 2

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

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

6.3.2.3 Брзина трчања

Брзина је одређивана максималним тестом трчања на 15 m. Тест је извођен на средишњем делу рукометног терена, тако што је 15 m од стартне линије била постављена линија циља, с једним паром фото-ћелија. Обе линије биле су дуге један метар и међусобно паралелне. За мерење времена потребног да испитаник пређе раздаљину од 15 m коришћен је систем за електронско мерење времена са фото ћелијама *Chronojump (Boscostream, Spain)*.



Слика 5. Систем за електронско мерење времена са фото ћелијама *Chrono jump* и положај испитаника пре почетка теста трчања на 15 m

Испитаник је заузимао положај високог старта и на знак мериоца (припрема – позор –звучни сигнал) кретао спринтом што је брже могуће. Након претрчаних 15 метара максималном брзином фото ћелије региструју пролазак испитаника у тренутку када његове груди пређу циљну линију. Задатак је понављан три пута, с паузом од 90 секунди између сваког понављања. Регистровано је време за које је претрчана деоница од 15 m, у стотинкама секунде за сва три мерења, а као крајњи резултат узета је најмања вредност као најбоље време.

6.3.2.4 Експлозивна снага ногу

Експлозивна снага ногу процењивана је тестом висине вертикалног скока (израженог у cm), коришћењем бежичног акцелерометра *Myotest* (*Myotest SA, Switzerland*) са одговарајућом програмском подршком за процену експлозивне снаге мишића (Casartelli, Müller, & Maffiuletti, 2010; Bujanj et al., 2011).



Слика 6. Бежични акцелерометар *Myotest* и положај испитаника током извођења максималних вертикалних скокова са почучњем

Испитанику је постављан специјални *Velcro* (*Myotest SA, Switzerland*) појас око струка и на њега је причвршћиван бежични уређај *Myotest*. Након тога, испитаник је извео пет вертикалних скокова са почучњем – ССП (енгл. *Counter Movement Jump – CMJ*), на следећи начин: након аудио сигнала уређаја, из почетног усправног става и са рукама на куковима кроз флексију колена до угла од 90° , испитаник изводи максимални вертикални одскок и дочекује се уз лагану флексију (до 110°) у зглобовима колена. Након тога, испитаник поново заузима почетни усправни став, до новог звучног сигнала, и понавља скок на претходно описан начин. У случају неправилног извођења ССП, двоструки аудио сигнал обавештава испитивача и испитаника да на правилан начин понови скок. На крају процедуре, софтвер уређаја аутоматски обрађује добијене вредности испитиваних варијабли и приказује их као средње вредности.

6.3.3 Физиолошки параметри

6.3.3.1 Анаеробни капацитет

Анаеробни капацитет одређиван је лабораторијским максималним тестом (модификованим Вингејт тестом), коришћењем ручног бицикл ергометра *Monark Rehab Trainer 881E* (*Monark Exercise AB, Sweden*), уз телеметријску контролу срчаног рада (слика 6).



Слика 6. Опрема и положај испитаника током одређивања анаеробног капацитета.

Начин извођења: Испитаници су најпре упознати са процедуром теста, који им се демонстрира. Тест се изводи у две серије са паузом од 45 min између серија. За резултат се користи серија у којој су постигнута бољи резултати параметра просечна снага. У току теста примењује се дужа верзија загревања са три серије наизменичног понављања 30 s окретања педала и 30 s одмора. Испитаницима се сугерише да окретање педала врше брзином која је мања од њихове максималне могуће. Циљ загревања је физиолошка и моторичка адаптација на услове теста. Као показатељ адекватног загревања користиће се постигнута фреквенција срца од 150–160 откуцаја у минути након треће серије окретања педала. Регистрација фреквенције срца вршена је телеметријски, апаратом *Polar RS400* (*Polar Electro, Finland*). Након загревања следи пауза у трајању од три минута која има за циљ елиминацију замора. Током паузе испитаник седи, а фреквенција срца се бележи сваког минута. Пре теста испитаници се

информишу да на звучни сигнал стартују са окретањем педала максималном брзином. Посебно се наглашава да је веома важно да од самог почетка испитаник окреће педале максималном брзином и да не штеди енергију за завршни део теста. Током теста испитаницима се даје вербална подршка и информације о преосталом времену рада. Постигнути резултати током теста (просечна снага и укупни рад) аутоматски се региструју и потом релативизују (снага се израчунава по килограму телесне масе испитаника). По завршетку теста испитаницима се сугерише да наставе са окретањем педала slabим интензитетом у трајању од 2–3 min. Ова процедура има за циљ превенцију ортостатског колапса. Примењени рад slabог интензитета омогућава да у организму испитаника мишићно–венска пумпа ефикасније враћа крв у срце, и да дође до бржег уклањања лактата. Примењена процедура опоравка након теста има за циљ изостанак нежељених знакова и симптома код испитаника.

6.3.3.2 Кардиореспираторна издржљивост

Кардиореспираторна издржљивост процењивана је коришћењем субмаксималног дисконтинуираног прогресивног теста трчања око рукометног терена (40 m • 20 m), у четири етапе са три минута одмора између сваке етапе (Gorostiaga et al., 2006). Брзина трчања износила је у првој етапи $10 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, другој $12 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, трећој $14 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ и четвртој $16 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Време трчања у свакој етапи било је пет минута. Да би се осигурала константна брзина трчања у свакој етапи, испитаници су добијали инструкције да своју брзину трчања ускладе са аудио сигналом са рачунара. Непосредно након сваке етапе узимани су узорци капиларне крви из хиперемичне ушне ресице помоћу специјалних тест трачица (слика 7). Одмах након узорковања, помоћу лактат анализатора *Lactate Scout* (EKF SencLab, Germany), ензиматски су одређиване вредности концентрације лактата у капиларној крви (изражене у $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$).



Слика 7. Опрема и положај испитаника током узорковања крви из ушне ресице

Сензитивност и валидност одређивања концентрације лактата помоћу анализатора *Lactate Scout (EKF SencLab, Germany)* потврђена је одговарајућим студијама (Leithäuser, 2005; Tanner, Fuller, & Ross, 2010). Анализатор је већ коришћен у сличним истраживањима (Radovanovic, Ponorac, Ignjatovic, Stojiljkovic, Popovic, & Rakovic, 2011).

6.4 Организација мерења

Мерење моторичких и физиолошких параметара, као и антропометријских карактеристика, било је спроведено у четири етапе у складу са објављеним распоредом утакмица Супер рукометне лиге Србије у сезони 2014/2015, према следећој динамици:

- Прво мерење између шестог и седмог кола Супер рукометне лиге Србије у сезони 2014/2015;
- Друго мерење између 10. и 11. кола Супер рукометне лиге Србије у сезони 2014/2015;
- Треће мерење између 14. и 15. кола Супер рукометне лиге Србије у сезони 2014/2015 и

- Четврто мерење између 17. и 18. кола Супер рукометне лиге Србије у сезони 2014/2015.

Распоред Супер рукометне лиге Србије у сезони 2014/2015. предвиђа 18 кола, с тим да је пауза у првенству у трајању од два месеца између 12. и 13. кола.

Сва мерења била су обављена у преподневним часовима, у приближно исто време, коришћењем претходно описаних мерних инструмената, према стандардизованим протоколима и у складу са препорукама произвођача апаратуре и опреме која је коришћена. Мерења су обавили висококвалификовани стручњаци са претходним искуством у поменутиим мерењима.

6.5 Експериментални поступак

Експериментални програм овог истраживања представљао је план и програм рада мушког рукометног клуба „Црвена звезда“ из Београда за такмичарску сезону Супер рукометне лиге Србије у 2014/2015. години, при чему је просечно тренажно оптерећење било класификовано као време које сваки испитаник проведе у некој од 11 активности (Gorostiaga, Granados, Ibanez, Gonzales-Badillo & Izquierdo, 2006; Granados, Izquierdo, Ibanez, Ruesta, & Gorostiaga, 2008):

- Трчање типа издржљивости ниским интензитетом (<80% HRmax*)
- Трчање типа издржљивости средњим интензитетом (80% – 90% HRmax)
- Трчање типа издржљивости високим интензитетом (>90% HRmax)
- Спринтерско трчање
- Вежбе са лоптом ниског интензитета (<80% HRmax)
- Вежбе са лоптом средњег интензитета (80% – 90% HRmax)
- Вежбе са лоптом високог интензитета (>90% HRmax)
- Тренинг са спољашњим оптерећењем (тегови и/или машине)
- Спорт-специфични тренинг снаге
- Тренинг утакмице
- Такмичарске утакмице

*Максимална срчана фреквенција – HRmax одређивана је за сваког испитаника појединачно (Gellish, Goslin, Olson, McDonald, Russi, & Moudgil, 2007) према формули:
 $191.5 - (0.007 \times \text{године старости}^2)$

6.6 Методе обраде података

Подаци добијени претходно описаним поступком мерења били су анализирани применом дескриптивне статистике уз одређивање основне мере централне тенденције (средња вредност) и мере дисперзије (стандардна девијација, минимална и максимална вредност). Правилност дистрибуције испитиваних варијабли утврђена је применом непараметријског теста Колмогоров–Смирнов (*Kolmogorov-Smirnov's test*). Разлике између испитиваних моторичких и физиолошких параметара утврђене су применом мултиваријантне анализе варијансе (*MANOVA*). Разлике између појединачних параметара утврђене су применом униваријантне анализе варијансе (*ANOVA*) и применом *Post Hoc* анализа.

7 РЕЗУЛТАТИ

7.1 Дескриптивни статистички показатељи телесне масе и процента масног ткива

Табела 1. Основни статистички показатељи узраста и телесне висине испитаника (n=14) на првом мерењу.

| Варијабла (јединица) | Mean | SD | Min | Max | p |
|----------------------|--------|------|-------|-----|------|
| Узраст (године) | 19,79 | 2,08 | 17 | 24 | 0,46 |
| Телесна висина (cm) | 188,74 | 6,15 | 177,6 | 202 | 0,94 |

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

У Табели 1. приказани су резултати дескриптивне статистике за варијабле узраст и телесна висина испитаника (n=14) на првом мерењу. Резултати Колмогоров-Смирнов теста су показали да обе варијабле имају правилну дистрибуцију, односно да дистрибуција резултата не одступа значајно од нормалне дистрибуције.

Табела 2. Основни статистички показатељи телесне масе испитаника (n=14) на сваком од четири мерења.

| Телесна маса (kg) | Mean | SD | Min | Max | p |
|-------------------|-------|-------|------|-------|------|
| Прво мерење | 88,79 | 10,42 | 73,6 | 104,4 | 0,46 |
| Друго мерење | 88,14 | 9,59 | 74,2 | 104 | 0,54 |
| Треће мерење | 88,87 | 7,02 | 77,2 | 102,8 | 0,17 |
| Четврто мерење | 88,33 | 8,96 | 76 | 104,3 | 0,28 |

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

У Табели 2. приказани су резултати дескриптивне статистике варијабле телесна маса испитаника (n=14) на сваком од четири мерења. Резултати Колмогоров-Смирнов теста су показали да све варијабле имају правилну дистрибуцију, односно да дистрибуција резултата не одступа значајно од нормалне дистрибуције.

7.2 Дескриптивни статистички показатељи моторичких параметара

Табела 3. Основни статистички показатељи процента масног ткива испитаника (n=14) на сваком од четири мерења.

| Масно ткиво (%) | Mean | SD | Min | Max | p |
|-----------------|-------|------|------|-------|------|
| Прво мерење | 20,13 | 4,02 | 14,7 | 30 | 0,2 |
| Друго мерење | 19,81 | 3,72 | 14,6 | 27,8 | 0,49 |
| Треће мерење | 18,32 | 2,11 | 14 | 25,04 | 0,32 |
| Четврто мерење | 18,86 | 2,18 | 15,8 | 23,2 | 0,38 |

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

У Табели 3. приказани су резултати дескриптивне статистике варијабле проценат масног ткива испитаника (n=14) на сваком од четири мерења. Резултати Колмогоров-Смирнов теста су показали да све варијабле имају правилну дистрибуцију, односно да дистрибуција резултата не одступа значајно од нормалне дистрибуције.

Табела 4. Основни статистички показатељи варијабле потисак са груди са једним максималним понављањем испитаника (n=14) на сваком од четири мерења.

| Потисак са груди са једним максималним понављањем (kg) | Mean | SD | Min | Max | p |
|--|-------|------|------|------|------|
| Прво мерење | 87,11 | 4,09 | 80 | 95 | 0,67 |
| Друго мерење | 87,48 | 3,99 | 80 | 95 | 0,63 |
| Треће мерење | 87,7 | 3,14 | 82,5 | 92,5 | 0,32 |
| Четврто мерење | 87,5 | 4,75 | 80 | 95 | 0,85 |

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

У Табели 4. приказани су резултати дескриптивне статистике варијабле потисак са груди са једним максималним понављањем испитаника (n=14) на сваком од четири мерења. Резултати Колмогоров-Смирнов теста су показали да све варијабле имају правилну дистрибуцију, односно да дистрибуција резултата не одступа значајно од нормалне дистрибуције.

Табела 5. Основни статистички показатељи варијабле чучањ са једним максималним понављањем испитаника (n=14) на сваком од четири мерења.

| Чучања са једним максималним понављањем (kg) | Mean | SD | Min | Max | p |
|--|--------|------|------|-----|------|
| Прво мерење | 100,5 | 5,14 | 92,5 | 110 | 0,58 |
| Друго мерење | 101,6 | 5,23 | 92,5 | 110 | 0,48 |
| Треће мерење | 102 | 6,37 | 90 | 115 | 0,94 |
| Четврто мерење | 101,14 | 6,72 | 90 | 110 | 0,58 |

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

У Табели 5. приказани су резултати дескриптивне статистике варијабле чучањ са једним максималним понављањем испитаника (n=14) на сваком од четири мерења. Резултати Колмогоров-Смирнов теста су показали да све варијабле имају правилну дистрибуцију, односно да дистрибуција резултата не одступа значајно од нормалне дистрибуције.

Табела 6. Основни статистички показатељи мишићне снаге испитаника (n=14) испољене током вежбе потисак са груди на сваком од четири мерења.

| Мишићна снага испољена током вежбе потисак са груди (W) | Mean | SD | Min | Max | p |
|---|--------|-------|-------|-------|------|
| Прво мерење | 510,15 | 96,1 | 401,9 | 761,5 | 0,49 |
| Друго мерење | 488,58 | 87,88 | 363,1 | 696,1 | 0,19 |
| Треће мерење | 503,77 | 79,32 | 395 | 726 | 0,28 |
| Четврто мерење | 481,08 | 88,11 | 374 | 710,6 | 0,9 |

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

У Табели 6. приказани су резултати дескриптивне статистике мишићне снаге испитаника (n=14) испољене током вежбе потисак са груди на сваком од четири мерења. Резултати Колмогоров-Смирнов теста су показали да све варијабле имају правилну дистрибуцију, односно да дистрибуција резултата не одступа значајно од нормалне дистрибуције.

Табела 7. Основни статистички показатељи мишићне снаге испитаника (n=14) испољене током вежбе чучањ на сваком од четири мерења.

| Мишићна снага испољена током вежбе чучањ (W) | Mean | SD | Min | Max | p |
|--|--------|--------|-------|--------|------|
| Прво мерење | 947,21 | 186,33 | 711 | 1412,8 | 0,13 |
| Друго мерење | 880,69 | 204,86 | 618,6 | 1385,8 | 0,29 |
| Треће мерење | 971,3 | 151,58 | 622 | 1280 | 0,21 |
| Четврто мерење | 958,02 | 131,73 | 787 | 1284 | 0,24 |

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

У Табели 7. приказани су резултати дескриптивне статистике мишићне снаге испитаника (n=14) испољене током вежбе чучањ на сваком од четири мерења. Резултати Колмогоров-Смирнов теста су показали да све варијабле имају правилну дистрибуцију, односно да дистрибуција резултата не одступа значајно од нормалне дистрибуције.

Табела 8. Основни статистички показатељи брзине трчања испитаника (n=14) исказане као најкраће време за раздаљину од 15 m на сваком од четири мерења.

| Брзина трчања (s) | Mean | SD | Min | Max | p |
|-------------------|------|------|------|------|------|
| Прво мерење | 2,77 | 0,42 | 2,05 | 3,1 | 0,00 |
| Друго мерење | 2,98 | 0,2 | 2,38 | 3,05 | 0,00 |
| Треће мерење | 2,84 | 0,27 | 2,43 | 3,62 | 0,01 |
| Четврто мерење | 2,75 | 0,13 | 2,51 | 3,03 | 0,44 |

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

У Табели 8. приказани су резултати дескриптивне статистике брзине трчања испитаника (n=14) исказане као најкраће време за раздаљину од 15 m на сваком од четири мерења. Резултати Колмогоров-Смирнов теста су показали да све варијабле имају правилну дистрибуцију, односно да дистрибуција резултата не одступа значајно од нормалне дистрибуције.

Табела 9. Основни статистички показатељи експлозивне снаге ногу испитаника (n=14) исказане као висина вертикалног скока на сваком од четири мерења.

| Висина вертикалног скока (cm) | Mean | SD | Min | Max | p |
|-------------------------------|-------|------|-----|-----|------|
| Прво мерење | 40,49 | 3,12 | 35 | 46 | 0,79 |
| Друго мерење | 38,99 | 4,65 | 31 | 48 | 0,98 |
| Треће мерење | 37,62 | 2,39 | 33 | 43 | 0,56 |
| Четврто мерење | 34,32 | 2,25 | 31 | 38 | 0,57 |

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

У Табели 9. приказани су резултати дескриптивне статистике експлозивне снаге ногу испитаника (n=14) исказане као висина вертикалног скока на сваком од четири мерења. Резултати Колмогоров-Смирнов теста су показали да све варијабле имају правилну дистрибуцију, односно да дистрибуција резултата не одступа значајно од нормалне дистрибуције.

7.3 Дескриптивни статистички показатељи физиолошких параметара

Табела 10. Основни статистички показатељи анаеробног капацитета испитаника (n=14) исказаног као вредност просечне снаге на сваком од четири мерења.

| Просечна снага ($W \cdot kg^{-1}$) | Mean | SD | Min | Max | p |
|--------------------------------------|------|------|------|------|------|
| Прво мерење | 6,86 | 0,46 | 6,36 | 7,81 | 0,01 |
| Друго мерење | 6,84 | 0,42 | 6,24 | 7,73 | 0,11 |
| Треће мерење | 6,91 | 0,57 | 6,41 | 8,45 | 0,00 |
| Четврто мерење | 6,82 | 0,44 | 6,3 | 8,09 | 0,00 |

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

У Табели 10. приказани су резултати дескриптивне статистике анаеробног капацитета испитаника (n=14) исказаног као вредност просечне снаге на сва четири мерења. Резултати Колмогоров-Смирнов теста су показали да све варијабле имају правилну дистрибуцију, односно да дистрибуција резултата не одступа значајно од нормалне дистрибуције.

Табела 11. Основни статистички показатељи анаеробног капацитета испитаника (n=14) исказаног као вредност укупног рада на сваком од четири мерења.

| Укупни рад (J) | Mean | SD | Min | Max | p |
|----------------|--------|-------|-------|-------|------|
| Прво мерење | 328,91 | 23,88 | 314,8 | 384,7 | 0,00 |
| Друго мерење | 319,67 | 6,75 | 317,1 | 339,9 | 0,00 |
| Треће мерење | 313,49 | 13,62 | 266,2 | 328,4 | 0,00 |
| Четврто мерење | 306,44 | 22,66 | 248 | 316,9 | 0,00 |

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

У Табели 11. приказани су резултати дескриптивне статистике анаеробног капацитета испитаника (n=14) исказаног као вредност укупног рада на сваком од четири мерења. Резултати Колмогоров-Смирнов теста су показали да све варијабле имају правилну дистрибуцију, односно да дистрибуција резултата не одступа значајно од нормалне дистрибуције.

Табела 12. Основни статистички показатељи кардиореспираторне издржљивости испитаника (n=14) исказане као вредност концентрације лактата у капиларној крви након прве етапе прогресивног теста трчања на сваком од четири мерења.

| Концентрација лактата у капиларној крви након прве етапе прогресивног теста трчања (mmol·L ⁻¹) | Mean | SD | Min | Max | p |
|--|------|------|-----|-----|------|
| Прво мерење | 2,72 | 1,26 | 1 | 3,8 | 0,12 |
| Друго мерење | 2,85 | 0,89 | 2 | 4 | 0,02 |
| Треће мерење | 2,71 | 1,09 | 1,6 | 3,9 | 0,00 |
| Четврто мерење | 2,6 | 0,72 | 1,5 | 3,9 | 0,71 |

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

У Табели 12. приказани су резултати дескриптивне статистике кардиореспираторне издржљивости испитаника (n=14) исказане као вредност концентрације лактата у капиларној крви након прве етапе прогресивног теста трчања на сваком од четири мерења. Резултати Колмогоров-Смирнов теста су показали да све варијабле имају правилну дистрибуцију, односно да дистрибуција резултата не одступа значајно од нормалне дистрибуције.

Табела 13. Основни статистички показатељи кардиореспираторне издржљивости испитаника (n=14) исказане као вредност концентрације лактата у капиларној крви након друге етапе прогресивног теста трчања на сваком од четири мерења.

| Концентрација лактата у капиларној крви након друге етапе прогресивног теста трчања (mmol·L ⁻¹) | Mean | SD | Min | Max | p |
|---|------|------|-----|-----|------|
| Прво мерење | 3,84 | 2,01 | 1,6 | 10 | 0,00 |
| Друго мерење | 2,73 | 1,06 | 2 | 5 | 0,00 |
| Треће мерење | 2,61 | 0,75 | 1,2 | 3,7 | 0,75 |
| Четврто мерење | 2,83 | 1,11 | 1,3 | 5 | 0,1 |

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

У Табели 13. приказани су резултати дескриптивне статистике кардиореспираторне издржљивости испитаника (n=14) исказане као вредност концентрације лактата у капиларној крви након друге етапе прогресивног теста трчања на сваком од четири мерења. Резултати Колмогоров-Смирнов теста су показали да све варијабле имају

правилну дистрибуцију, односно да дистрибуција резултата не одступа значајно од нормалне дистрибуције.

Табела 14. Основни статистички показатељи кардиореспираторне издржљивости испитаника (n=14) исказане као вредност концентрације лактата у капиларној крви након треће етапе прогресивног теста трчања на сваком од четири мерења.

| Концентрација лактата у капиларној крви након друге етапе прогресивног теста трчања (mmol·L ⁻¹) | Mean | SD | Min | Max | p |
|---|------|------|-----|-----|------|
| Прво мерење | 6,63 | 2,15 | 4 | 12 | 0,05 |
| Друго мерење | 4,5 | 1,09 | 2 | 6 | 0,27 |
| Треће мерење | 4,93 | 1,13 | 3 | 7 | 0,36 |
| Четврто мерење | 4,14 | 1,23 | 3 | 8 | 0,00 |

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

У Табели 14. приказани су резултати дескриптивне статистике кардиореспираторне издржљивости испитаника (n=14) исказане као вредност концентрације лактата у капиларној крви након треће етапе прогресивног теста трчања на сваком од четири мерења. Резултати Колмогоров-Смирнов теста су показали да све варијабле имају правилну дистрибуцију, односно да дистрибуција резултата не одступа значајно од нормалне дистрибуције.

Табела 15. Основни статистички показатељи кардиореспираторне издржљивости испитаника (n=14) исказане као вредност концентрације лактата у капиларној крви након последње, четврте етапе прогресивног теста трчања на сваком од четири мерења.

| Концентрација лактата у капиларној крви након последње, четврте етапе прогресивног теста трчања (mmol·L ⁻¹) | Mean | SD | Min | Max | p |
|---|------|------|-----|-----|------|
| Прво мерење | 8,09 | 2,39 | 4,3 | 13 | 0,97 |
| Друго мерење | 6,18 | 1,78 | 2,5 | 8 | 0,18 |
| Треће мерење | 5,41 | 2,89 | 3,5 | 9 | 0,00 |
| Четврто мерење | 6,02 | 2,08 | 3,9 | 12 | 0,01 |

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

У Табели 15. приказани су резултати дескриптивне статистике кардиореспираторне издржљивости испитаника ($n=14$) исказане као вредност концентрације лактата у капиларној крви након последње, четврте етапе прогресивног теста трчања на сваком од четири мерења. Резултати Колмогоров-Смирнов теста су показали да све варијабле имају правилну дистрибуцију, односно да дистрибуција резултата не одступа значајно од нормалне дистрибуције.

7.4 Резултати униваријантне анализе варијансе телесне масе и процента масног ткива

Табела 16. Резултати униваријантне анализе варијансе (ANOVA) телесне масе испитаника (n=14) током експерименталног програма.

| Варијабла (јединица) | F | p |
|----------------------|------|------|
| Телесна маса (kg) | 0,02 | 0,99 |

У Табели 16. приказани су резултати униваријантне анализе варијансе телесне масе испитаника (n=14) током експерименталног програма. Након анализе добијених података утврђено је да не постоје статистички значајне разлике између четири мерења, односно да испитаници нису током експерименталног програма имали статистички значајне разлике телесне масе.

Табела 17. Резултати униваријантне анализе варијансе (ANOVA) процента масног ткива испитаника (n=14) током експерименталног програма.

| Варијабла (јединица) | F | p |
|----------------------|------|-----|
| Масно ткиво (%) | 1,01 | 0,4 |

У Табели 17. приказани су резултати униваријантне анализе варијансе варијабле проценат масног ткива испитаника (n=14) током експерименталног програма. Након анализе добијених података утврђено је да не постоје статистички значајне разлике између четири мерења, односно да испитаници нису током експерименталног програма имали статистички значајне разлике процента масног ткива.

7.5 Резултати мултиваријантне анализе варијансе моторичких параметара

Табела 18. Резултати мултиваријантне анализе варијансе (MANOVA) моторичких параметара.

| | Wilk's Lambda | F | p |
|----------------------------|----------------------|----------|----------|
| Моторички параметри | 0,49 | 2,13 | 0,01 |

У Табели 18. приказани су резултати мултиваријантне анализе варијансе (MANOVA) свих испитиваних моторичких параметара. Анализа резултата мултиваријантне анализе варијансе показала је да се током такмичарске сезоне моторички параметри статистички значајно разликују.

7.6 Резултати униваријантне анализе варијансе моторичких параметара

Табела 19. Резултати униваријантне анализе варијансе (ANOVA) варијабле потисак са груди са једним максималним понављањем испитаника (n=14) током експерименталног програма.

| Варијабла (јединица) | F | p |
|--|------|------|
| Потисак са груди са једним максималним понављањем (kg) | 0,05 | 0,98 |

У Табели 19. приказани су резултати униваријантне анализе варијансе варијабле потисак са груди са једним максималним понављањем испитаника (n=14) током експерименталног програма. Након анализе добијених података утврђено је да не постоје статистички значајне разлике између четири мерења, односно да испитаници нису током експерименталног програма имали статистички значајне разлике варијабле потисак са груди са једним максималним понављањем.

Табела 20. Резултати униваријантне анализе варијансе (ANOVA) варијабле чучањ са једним максималним понављањем испитаника (n=14) током експерименталног програма.

| Варијабла (јединица) | F | p |
|---|------|------|
| Чучањ са једним максималним понављањем (kg) | 0,17 | 0,92 |

У Табели 20. приказани су резултати униваријантне анализе варијансе варијабле чучањ са једним максималним понављањем испитаника (n=14) током експерименталног програма. Након анализе добијених података утврђено је да не постоје статистички значајне разлике између четири мерења, односно да испитаници нису током експерименталног програма имали статистички значајне разлике варијабле чучањ са једним максималним понављањем.

Табела 21. Резултати униваријантне анализе варијансе (ANOVA) мишићна снага испитаника (n=14) испољена током вежбе потисак са грудитоком експерименталног програма.

| Варијабла (јединица) | F | p |
|---|------|------|
| Мишићна снага испољена током вежбе потисак са груди (W) | 0,32 | 0,81 |

У Табели 21. приказани су резултати униваријантне анализе варијансе варијабле мишићна снага испитаника (n=14) испољена током вежбе потисак са груди током експерименталног програма. Након анализе добијених података утврђено је да не постоје статистички значајне разлике између четири мерења, односно да испитаници

нису током експерименталног програма имали статистички значајне разлике варијабле мишићна снага испољена током вежбе потисак са груди.

Табела 22. Резултати униваријантне анализе варијансе (ANOVA) мишићна снага испитаника (n=14) испољена током вежбе чучањ током експерименталног програма.

| Варијабла (јединица) | F | p |
|--|------|------|
| Мишићна снага испољена током вежбе чучањ (W) | 0,54 | 0,66 |

У Табели 22. приказани су резултати униваријантне анализе варијансе варијабле мишићна снага испитаника (n=14) испољена током вежбе чучањ током експерименталног програма. Након анализе добијених података утврђено је да не постоје статистички значајне разлике између четири мерења, односно да испитаници нису током експерименталног програма имали статистички значајне разлике варијабле мишићна снага испољена током вежбе чучањ.

Табела 23. Резултати униваријантне анализе варијансе (ANOVA) показатеља брзине трчања испитаника (n=14) исказане као најкраће време за раздаљину од 15 m током експерименталног програма.

| Варијабла (јединица) | F | p |
|----------------------|------|------|
| Брзина трчања (s) | 2,24 | 0,09 |

У Табели 23. приказани су резултати униваријантне анализе варијансе показатеља брзине трчања испитаника (n=14) исказане као најкраће време за раздаљину од 15 m током експерименталног програма. Након анализе добијених података утврђено је да не постоје статистички значајне разлике између четири мерења, односно да испитаници нису током експерименталног програма имали статистички значајне разлике показатеља брзине трчања, исказане као најкраће време за раздаљину од 15 m.

Табела 24. Резултати униваријантне анализе варијансе (ANOVA) експлозивне снаге ногу испитаника (n=14) исказане као висина вертикалног скока током експерименталног програма.

| Варијабла (јединица) | F | p |
|-------------------------------|------|------|
| Висина вертикалног скока (cm) | 9,18 | 0,00 |

У Табели 24. приказани су резултати униваријантне анализе варијансе експлозивне снаге ногу испитаника (n=14) исказане као висина вертикалног скока током

експерименталног програма. Након анализе добијених података утврђено је да постоје статистички значајне разлике између четири мерења, односно да је код испитаника током експерименталног програма дошло до статистички значајних разлика експлозивне снаге ногу, исказане као висина вертикалног скока. Разлике између средњих вредности на појединачним мерењима утврђене су применом *Bonferroni Post Hoc* анализе. Након анализе добијених података утврђено је да постоје статистички значајне разлике између првог и четвртог мерења ($p=0,00$), као и између другог и четвртог мерења ($p=0,002$).

7.7 Резултати мултиваријантне анализе варијансе физиолошких параметара

Табела 25. Резултати мултиваријантне анализе варијансе (MANOVA) физиолошких параметара.

| | Wilk's Lambda | F | p |
|-----------------------------|----------------------|----------|----------|
| Физиолошки параметри | 0,45 | 2,47 | 0,00 |

У Табели 25. приказани су резултати мултиваријантне анализе варијансе (MANOVA) свих испитиваних физиолошких параметара. Анализа резултата мултиваријантне анализе варијансе показала је да се током такмичарске сезоне физиолошки параметри статистички значајно разликују.

7.8 Резултати униваријантне анализе варијансе физиолошких параметара

Табела 26. Резултати униваријантне анализе варијансе (ANOVA) анаеробног капацитета испитаника (n=14) исказаног као вредност просечне снаге током експерименталног програма.

| Варијабла (јединица) | F | p |
|--|----------|----------|
| Просечна снага ($W \cdot kg^{-1}$) | 0,09 | 0,96 |

У Табели 26. приказани су резултати униваријантне анализе варијансе анаеробног капацитета испитаника (n=14) исказаног као вредност просечне снагетокком експерименталног програма. Након анализе добијених података утврђено је да не постоје статистички значајне разлике између четири мерења, односно да испитаници нису током експерименталног програма имали статистички значајне разлике показатеља анаеробног капацитета исказаног као вредност просечне снаге.

Табела 27. Резултати униваријантне анализе варијансе (ANOVA) анаеробног капацитета испитаника (n=14) исказаног као вредност укупног рада током експерименталног програма.

| Варијабла (јединица) | F | p |
|-----------------------------|----------|----------|
| Укупни рад (J) | 3,87 | 0,01 |

У Табели 27. приказани су резултати униваријантне анализе варијансе анаеробног капацитета испитаника (n=14) исказаног као вредност укупног рада током експерименталног програма. Након анализе добијених података утврђено је да постоје статистички значајне разлике између четири мерења, односно да су испитаници током

експерименталног програма имали статистички значајне разлике показатеља анаеробног капацитета исказаног као вредност укупног рада. Разлике између средњих вредности на појединачним мерењима утврђене су применом *Bonferroni Post Hoc* анализе. Након анализе добијених података утврђено је да постоје статистички значајне разлике између првог и четвртог мерења ($p=0,01$).

Табела 28. Резултати униваријантне анализе варијансе (ANOVA) анаеробног капацитета испитаника ($n=14$) исказаног као вредност концентрације лактата у капиларној крви након прве етапе прогресивног теста трчања током експерименталног програма.

| Варијабла (јединица) | F | p |
|--|------|------|
| Концентрација лактата у капиларној крви након прве етапе прогресивног теста трчања ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$) | 0,14 | 0,94 |

У Табели 28. приказани су резултати униваријантне анализе варијансе вредности концентрације лактата у капиларној крви након прве етапе прогресивног теста трчања. Након анализе добијених података утврђено је да не постоје статистички значајне разлике између четири мерења, односно да испитаници нису током експерименталног програма имали статистички значајне разлике вредности концентрације лактата у капиларној крви након прве етапе прогресивног теста трчања.

Табела 29. Резултати униваријантне анализе варијансе (ANOVA) анаеробног капацитета испитаника ($n=14$) исказаног као вредност концентрације лактата у капиларној крви након друге етапе прогресивног теста трчања током експерименталног програма.

| Варијабла (јединица) | F | p |
|---|------|------|
| Концентрација лактата у капиларној крви након друге етапе прогресивног теста трчања ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$) | 2,57 | 0,06 |

У Табели 29. приказани су резултати униваријантне анализе варијансе вредности концентрације лактата у капиларној крви након друге етапе прогресивног теста трчања. Након анализе добијених података утврђено је да не постоје статистички значајне разлике између четири мерења, односно да испитаници нису током експерименталног програма имали статистички значајне разлике вредности концентрације лактата у капиларној крви након друге етапе прогресивног теста трчања.

Табела 30. Резултати униваријантне анализе варијансе (ANOVA) анаеробног капацитета испитаника (n=14) исказаног као вредност концентрације лактата у капиларној крви након треће етапе прогресивног теста трчања током експерименталног програма.

| Варијабла (јединица) | F | p |
|---|------|------|
| Концентрација лактата у капиларној крви након треће етапе прогресивног теста трчања (mmol·L ⁻¹) | 7,96 | 0,00 |

У Табели 30. приказани су резултати униваријантне анализе варијансе вредности концентрације лактата у капиларној крви након треће етапе прогресивног теста трчања. Након анализе добијених података утврђено је да постоје статистички значајне разлике између четири мерења, односно да су испитаници током експерименталног програма имали статистички значајне разлике вредности концентрације лактата у капиларној крви након треће етапе прогресивног теста трчања. Разлике између средњих вредности на појединачним мерењима утврђене су применом *Bonferroni Post Hoc* анализе. Након анализе добијених података утврђено је да постоје статистички значајне разлике између првог и другог мерења (p=0,00), између првог и трећег мерења (p=0,02), као између првог и четвртог мерења (p=0,00).

Табела 31. Резултати униваријантне анализе варијансе (ANOVA) анаеробног капацитета испитаника (n=14) исказаног као вредност концентрације лактата у капиларној крви након последње, четврте етапе прогресивног теста трчања током експерименталног програма.

| Варијабла (јединица) | F | p |
|---|------|------|
| Концентрација лактата у капиларној крви након последње, четврте етапе прогресивног теста трчања (mmol·L ⁻¹) | 3,48 | 0,02 |

У Табели 31. приказани су резултати униваријантне анализе варијансе вредности концентрације лактата у капиларној крви након последње, четврте етапе прогресивног теста трчања. Након анализе добијених података утврђено је да постоје статистички значајне разлике између четири мерења, односно да су испитаници током експерименталног програма имали статистички значајне разлике вредности концентрације лактата у капиларној крви након последње, четврте етапе прогресивног теста трчања. Разлике између средњих вредности на појединачним мерењима утврђене су применом *Bonferroni Post Hoc* анализе. Након анализе добијених података утврђено је да постоје статистички значајне разлике између првог и трећег мерења (p=0,27).

7.9 Резултати анализе просечног тренажног оптерећења

Табела 32. Просечно тренажно оптерећење испитаника током 11 активности.

| Врста оптерећења | Трајање (min) | Учешће у укупном трајању оптерећења (%) |
|--|------------------|---|
| Трчање типа издржљивости ниским интензитетом (<80% HRmax*) | 25,4 | 3,8 % |
| Трчање типа издржљивости средњим интензитетом (80% – 90% HRmax) | 37,5 | 5,7 % |
| Трчање типа издржљивости високим интензитетом (>90% HRmax) | 50,5 | 7,6 % |
| Вежбе са лоптом ниског интензитета (<80% HRmax) | 62,8 | 9,5 % |
| Вежбе са лоптом средњег интензитета (80% – 90% HRmax) | 127,3 | 19,3 % |
| Вежбе са лоптом високог интензитета (>90% HRmax) | 83,5 | 12,7 % |
| Спринтерско трчање | 42,7 | 6,4 % |
| Тренинг са спољашњим оптерећењем (тегови/машине) | 100,4 | 15,2 % |
| Спорт-специфични тренинг снаге (трчање узбрдо или уз степенице, поновљени скокови, бацање медицинки) | 37,9 | 5,7 % |
| Тренинг утакмице | 38,1 | 5,7 % |
| Такмичарске утакмице | 51,3 | 7,8 % |
| Укупно | 657,4 min | 100% |

* Максимална срчана фреквенција –HRmax одређивана је за сваког испитаника појединачно (Gellish et al., 2007) према формули: $191.5 - (0.007 \times \text{године старости}^2)$

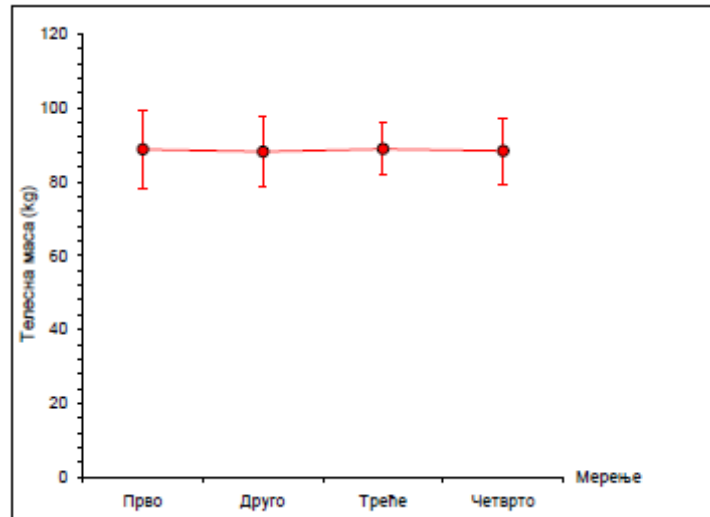
У Табели 32. приказани су резултати анализе просечног недељног тренажног оптерећења, приказаног као време које је сваки испитаник провео у некој од 11 активности.

8 ДИСКУСИЈА

Истраживање је спроведено с циљем да се утврде варијације у одређеним моторичким и физиолошким параметрима током такмичарске сезоне код претходно већ утренираних и искусних рукометаша. Мушки рукометни клуб „Црвена звезда“ из Београда је одабран као узорак за истраживање јер је, према оствареним такмичарским резултатима, један од три најуспешнија рукометна клуба у Србији током последње деценије (уз РК „Партизан“ из Београда и РК „Војводина“ из Новог Сада).

Комплетно истраживање је спроведено са 14 рукометаша РК „Црвена звезда“ из Београда, иако је пројектом докторске дисертације било предвиђено 15 испитаника. Узевши у обзир специфичности рукометне игре и трајање такмичарске сезоне, са могућностима лакших и тежих повреда које би узроковале немогућност учествовања у унапред планираним тестирањима, прво тестирање је обухватило целокупну сениорску категорију играчког кадра клуба са укупно 23 испитаника. Међутим, сва четири тестирања комплетно је завршило само 14 играча. Поред повреда, разлози за одлив испитаника били су одласци играча из клуба током такмичарске сезоне и суспензије играча по различитим основама.

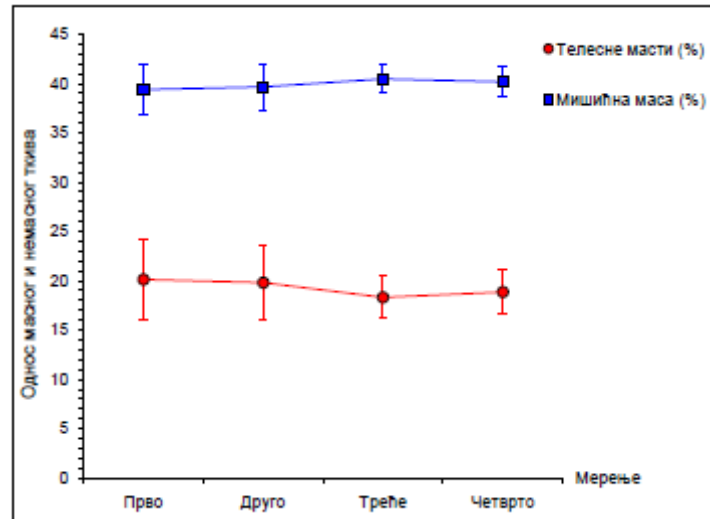
Анализа добијених података је показала да не постоје статистички значајне промене телесне масе током такмичарске сезоне (Графикон 1). С обзиром на узрастну доб испитаника (просечно $19,79 \pm 2,08$ година) и чињеницу да се ради о већ утренираним и искусним рукометашима, који се такмиче у највишем националном рангу такмичења, овакав резултат је био очекиван.



Графикон 1. Унутарсезонске варијације телесне масе рукометаша

Сматрамо да је одсуству значајних унутарсезонских варијација телесне масе допринела чињеница да су мерења обављена неколико недеља након комплетно завршеног припремног периода, током којег су вероватније веће промене. Подаци новијих истраживања (Táborský, 2007; Ghobadi et al., 2013) указују да се спортска морфолошка еволуција одвија у правцу повећања телесних димензија, те да се соматски захтеви врхунског рукомета односе на телесну висину од преко 190 cm, телесну тежину од 90 kg до 100 kg (уз што мањи проценат масног ткива) и, у зависности од играчке позиције, мезоморфни до екоморфни тип грађе. Поред тога, пожељни су дужи горњи екстремитети који доприносе максимизирању брзине шута, као и већи распон руку и шаке који омогућавају бољу контролу лопте, у смислу додавања, хватања, вођења и шута. За разлику од антропоморфолошког профила, функционални модел рукометаша није ни приближно јасно дефинисан. Телесна висина (просечно $188,74 \pm 6,15$ cm) и маса испитаника обухваћених спроведеним истраживањем су веома сличне вредностима испитаника у истраживању које је обухватило 176 норвешких рукометаша, репрезентативаца и играча из прве лиге (Haugen, Tønnessen, & Seiler, 2014), а нешто ниже од играча који као репрезентативци учествују на светским првенствима (Táborský, 2007; Ghobadi et al., 2013). Поједина истраживања су указала да су вредности телесне висине, телесне масе и процента масног ткива ниже код рукометаша у Азији (Hasan, Rahaman, Cable, & Reilly, 2007) и Јужној Америци (Bezerra & Simão, 2006), у односу на претходно наведене податке који се односе на европске играче.

Анализе добијених података су показале да не постоје статистички значајне промене у односу масног и немасног ткива испитаника током такмичарске сезоне (Графикон 2).

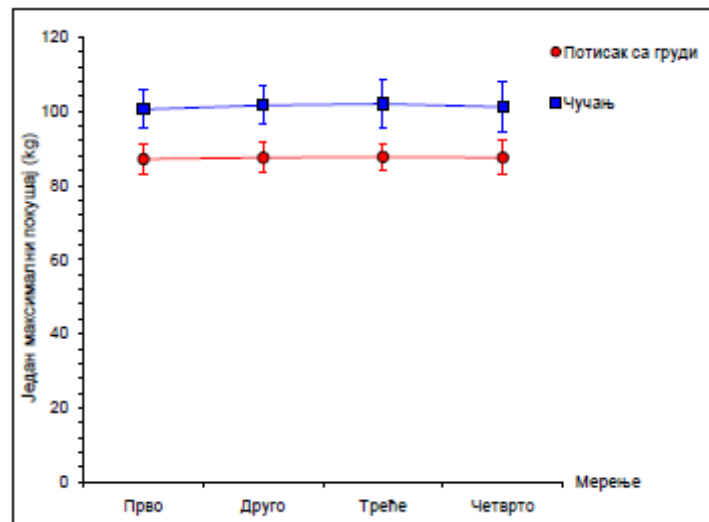


Графикон 2. Унутарсезонске варијације односа масног и немасног ткива рукометаша

Обзиром на претходно размотрене податке о телесној маси испитаника, овакав налаз је логичан и очекиван. Добијени подаци о проценту масног ткива и мишићне масе су веома слични подацима из претходно спроведених истраживања са врхунским европским играчима (Massuca & Fragoso, 2011; Massuca, Fragoso, & Teles, 2014; Massuca & Fragoso, 2015).

8.1 Унутарсезонске варијације моторичких параметара

Вредности максималне мишићне силе не показују статистички значајне унутарсезонске варијације (Графикон 3). Добијене просечне вредности потиска са груди једним максималним понављањем (приближно 87 kg током сва четири мерења) биле су ближе вредностима забележеним код аматерских играча ($82,5 \pm 14,8$ kg), али и значајно ниже него код врхунских играча ($106,9 \pm 11,6$ kg), према подацима из истраживања које је показало да постоје значајне разлике између рукометаша различитог нивоа такмичења (Gorostiaga et al., 2005). У истраживању Gorostiaga, Granados, Ibanez, Gonzales-Badillo, & Izquierdo (2006), вредност потиска са груди једним максималним понављањем се увећала за 2% у периоду од почетка фазе припрема до почетка прве фазе такмичења (са $104,8 \pm 15,6$ kg на $106,9 \pm 11,6$ kg). Ово повећање се одржало релативно стабилним све до завршетка прве фазе такмичења. Међутим, показатељи експлозивне снаге доњих и горњих екстремитета остали су непромењени током сезоне.



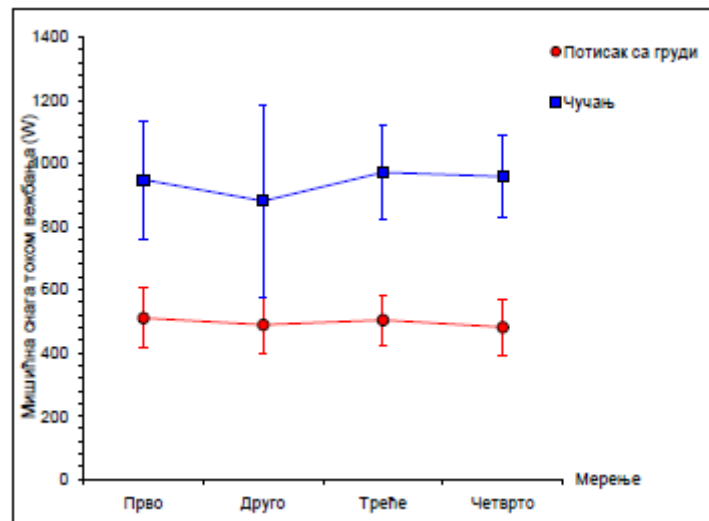
Графикон 3. Унутарсезонске варијације максималне мишићне силе рукометаша

Истраживање које је обухватило 176 норвешких рукометаша показало је да су вредности једног максималног понављања утврђене тестом потисак са груди у распону од 100 kg до 110 kg (Haugen, Tønnessen & Seiler, 2014). Такође, утврђено је да су пивоти имали највеће вредности, што се може објаснити њиховом специфичном играчком позицијом која захтева најчешће физичке контакте током утакмице и специфичностима телесне грађе са добро развијеним грудним кошом (Karcher & Buchheit, 2014).

Слично вредностима потиска са груди, и код чучња са једним максималним понављањем добијене су вредности (приближно 102 kg током сва четири мерења) значајно ниже у односу на податке из истраживања са врхунским рукометашима. Побољшања максималне мишићне силе и висине вертикалног скока су забележена у истраживању са 16 професионалних рукометаша, укључених током 12 недеља тренинга са спољашњим оптерећењем, базираним на вежбама потисак са груди, получучањ и узастопни вертикални скокови са оптерећењем (Marques & Gonzalez-Badillo, 2006). Вредност чучањ једним максималним понављањем се увећала са 93.5 ± 13.9 kg на 122.2 ± 21.6 kg после шест недеља спровођења програма и 134.1 ± 19.4 kg после 12 недеља. У истраживању са норвешким рукометашима, вредности чучња са једним максималним понављањем биле су у распону од 125 kg до 130 kg, што указује да висок такмичарски ниво у рукомету захтева високе вредности мишићне силе доњих екстремитета. Занимљиво је да нису утврђене разлике између различитих играчких позиција, тако да су крилни нападачи, који имају најмању телесну масу, показали веће вредности релативне силе у односу на пивоте и голмане (Haugen, Tønnessen & Seiler, 2014).

Наведена истраживања јасно указују да у спортовима са контактом, као што је рукомет, вредност максималне мишићне силе има значајни утицај на такмичарски учинак. Због тога сматрамо да су испитаници у спроведеном истраживању имали релативно ниске вредности максималне мишићне силе, те да је неопходно да се током припремног периода много већа пажња усмери на тренинге са спољашњим оптерећењем. Вероватно је да су ниске вредности на првом мерењу, које је било најближе припремном периоду, узроковале да није било већих варијација током такмичарске сезоне. Одсуство унутарсезонских варијација максималне мишићне силе током такмичарске сезоне се не може сматрати позитивном карактеристиком због ниских вредности потиска са груди и чучња са једним максималним понављањем. Ниске вредности максималне мишићне силе могу се приписати и узрасном добу испитаника, јер се у нашим клубовима често не раде вежбе експлозивне снаге са млађим категоријама рукометаша. Због тога, млади играчи стижу у сениорске категорије недовољно физички припремљени, што би могло да делимично објасни разлику између резултата испитаника обухваћених спроведеним истраживањем и података истраживања са рукометашима који се такмиче у најквалитетнијим европским рукометним лигама.

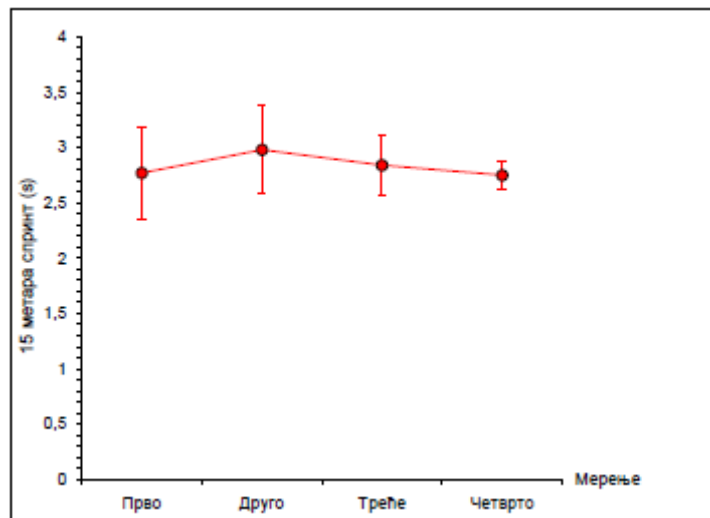
Анализа добијених података је показала да није било статистички значајних разлика мишићне снаге током такмичарске сезоне (Графикон 4).



Графикон 4. Унутарсезонске варијације мишићне снаге рукометаша

Све три вредности мишићне снаге утврђене тестом потисак са груди током такмичарске сезоне биле су ниже од вредности на првом мерењу, али без статистичке значајности. Вредности мишићне снаге утврђене тестом чучањ биле су најниже на другом мерењу, али такође без статистичке значајности. С обзиром на претходно анализирани податке о вредностима максималне мишићне силе, можемо индиректно закључити да није било значајнијих промена брзине покрета, тј. нервно мишићног извршења, тако да су изостале неке веће разлике. Штавише, постоје веће негативне варијације мишићне снаге у односу на максималну мишићну силу, али, како је већ напоменуто, без статистичке значајности. Иако је примењена процедура мерења мишићне снаге коришћена у истраживањима објављеним у водећим међународним часописима (Zemkova, Jelen, Kovacikova, Olle, Vilman, & Hamar, 2012; Zemkova, Jelen, Kovacikova, Olle, Vilman, & Hamar, 2014a; Zemkova, Jelen, Kovacikova, Olle, Vilman, & Hamar, 2014b; Zemkova, Jelen, Kovacikova, Olle, Vilman, & Hamar, 2014c), непостојање сличних истраживања са рукометашима је онемогућило директнија поређења добијених вредности. Резултати недавних истраживања су указали на потребу да се програми тренинга снаге укључе у садржај тренинга рукометаша уколико се желе побољшања брзине шута (Marques, van den Tillaar, Vescovi, & González-Badillo, 2007; Chelly, Hermassi & Shephard, 2010). Такође, утврђена је позитивна корелација антропометријских варијабли, максималне мишићне силе и мишићне снаге са брзином шута рукометаша (Debanne & Laffaye, 2011).

Анализа добијених података је показала да не постоје статистички значајне промене брзине трчања током такмичарске сезоне (Графикон 5). Сматрамо да се одсуство унутарсезонских варијација брзине трчања током такмичарске сезоне може сматрати позитивном карактеристиком.



Графикон 5. Унутарсезонске варијације брзине трчања рукометаша

Због различитих услова и технологије мерења не можемо директно поредити добијене резултате са сличним истраживањима, али можемо констатовати да и код рукометаша једног од најбољих клубова Шпаније нису забележене значајне варијације брзине трчања током такмичарске сезоне (Gorostiaga et al., 2006). Досадашња научна истраживања мушког рукомета су показала да се моторичке карактеристике, као што су брзина трчања, висина вертикалног скока, мишићна сила и снага, могу користити у селекцији и праћењу успешности играча (Lidor, Falk, Arnon, Cohen, Segal, & Lander, 2005; Gorostiaga et al., 2006; Marques & Gonzalez-Badillo, 2006; Ziv & Lidor, 2009). Уз то, не треба заборавити да је у модерном рукомету настала потреба за постојањем нових „специјализованих“ категорија играча, како за одбрану тако и за напад, што у значајној мери доприноси постојању разлика одређених моторичких параметара.

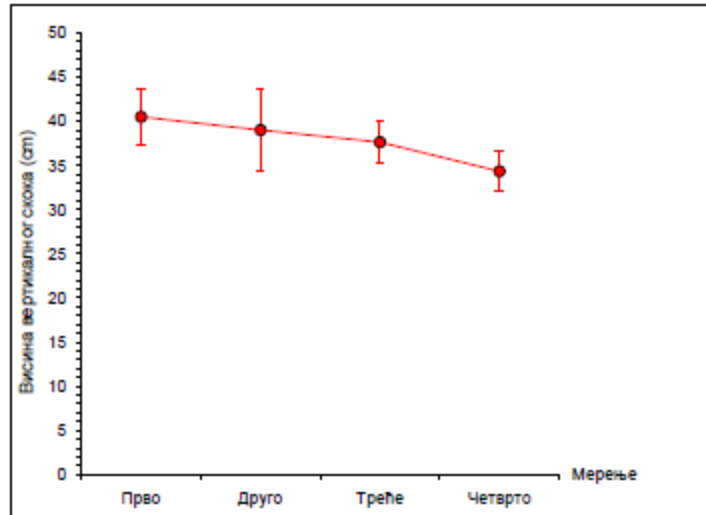
Претходна истраживања су показала да играње рукомета захтева активности високог интензитета, које узрокују понављана акутна неуромишићна прилагођавања, због чега може доћи до смањења неуромишићних извршења (Thorlund, Michalsik, Madsen, & Aagaard, 2008). На пример, смањују се вредности максималне вољне контракције мишића ногу, брзине развоја силе и вертикалног скока (Chaouachi, Brughelli, Levin, Boudhina, Cronin, & Chamari, 2009). Такође, чести судари и контакти могу да доведу до смањења неуромишићних извршења (McLellan & Lovell, 2012). Врло

је вероватно да велики број контаката са противничким играчима током игре може имати значајан утицај на појаву неуромишићног замора током и након утакмице. Поред тога, прогресивна акумулација разградних продуката метаболизма (у првом реду лактата) може утицати на мишићну контрактилност и ослабити неуромишићна извршења током целе утакмице (Girard, Mendez-Villanueva, & Bishop, 2011).

Новија истраживања су показала да се у модерном рукомету фазе одбране и напада се смењују у просеку сваких 22 до 36 секунди (Vaeyens, Gullich & Warr, 2009). Припрема напада представља највећи део поседа лопте ($88 \pm 6\%$) док контранапади представљају $12 \pm 6\%$ поседа лопте током утакмице. У јединој студији до данас, време опоравка између високог (спринт и високи интензитет трчања по боковима) и ниског интензитета трчања било је 55 ± 32 секунде (Vaeyens, Gullich & Warr, 2009). Велика вредност стандардне девијације и коефицијент варијације од 60%, сугеришу да постоје значајне разлике у трајању одмора, који су вероватно везани за техничке и позиционо-специфичне захтеве током мечева.

У једном од последњих истраживања наведено је да, играчи који се такмиче у Првој лиги Немачког рукометног првенства имају веће вредности брзине трчања и висине вертикалног скока у односу на играче који се такмиче у Другој лиги Немачког рукометног првенства (Krüger, Pilat, Ueckert, Frech & Mooren, 2014). Поред тога, резултати наведеног истраживања показују да су међу прволигашким играчима у Немачкој бекови и крилни играчи бржи од пивота и голмана. Обзиром да је брзина изражавана кроз мерење времена потребног да испитаник пређе раздаљину од 30m трчањем, није било могуће директно упоређивање са резултатима које смо добили нашим истраживањем.

Вредности експлозивне снаге ногу показују статистички значајне унутарсезонске варијације (Графикон 6). Анализа добијених података показује да је на крају такмичарске сезоне дошло до статистички значајног снижења експлозивне снаге ногу, што сматрамо изразито негативном карактеристиком.

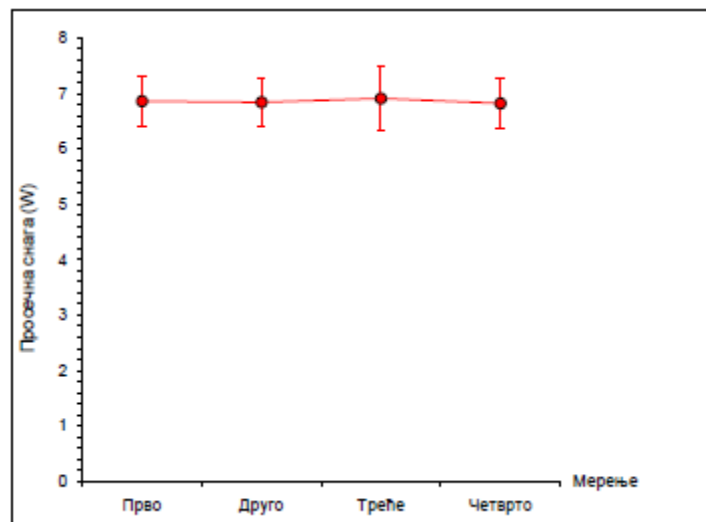


Графикон 6. Унутарсезонске варијације експлозивне снаге ногу рукометаша

Уколико разматрамо заједно са претходним анализираним унутарсезонским варијацијама телесне масе, максималне мишићне силе и мишићне снаге, које не показују статистички значајне разлике, можемо индиректно закључити да је током такмичарске сезоне дошло до смањења експлозивне снаге ногу због смањене брзине покрета, тј. смањења нервно мишићног извршења. Такође, можемо претпоставити да је, услед недовољне физичке припремљености, замор који је настао током такмичарске сезоне негативно утицао на вредности експлозивне снаге ногу рукометаша. Иако због различите технологије мерења не можемо директно поредити добијене резултате, истичемо да код рукометаша једног од најбољих клубова Шпаније нису забележене значајне варијације висине вертикалног скока током сезоне (Gorostiaga et al., 2006).

8.2 Унутарсезонске варијације физиолошких параметара

Анализа добијених података је показала да не постоје статистички значајне промене просечне снаге анаеробног капацитета током такмичарске сезоне (Графикон 7). Међутим, одсуство унутарсезонских варијација овог параметра анаеробног капацитета током такмичарске сезоне не може се сматрати позитивном карактеристиком због ниских вредности у односу на слична истраживања (Nikolaidis, Ingebrigtsen, Póvoas, Moss, & Torres-Luque, 2015).

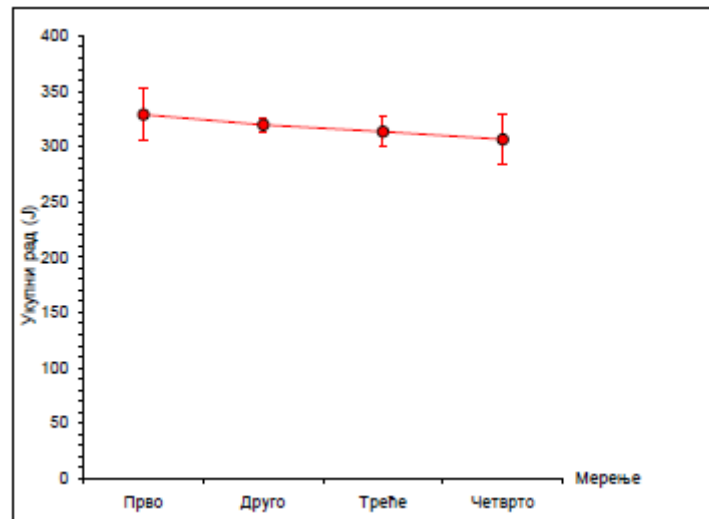


Графикон 7. Унутарсезонске варијације просечне снаге анаеробног капацитета рукометаша

Анаеробни извори енергије омогућавају веома интензивну, али кратку физичку активност. Такође, код активности које дуже трају анаеробне способности су важне током појединих периода такве активности, а у неким случајевима могу имати и пресудни утицај (Radovanović, 2012). Значај анаеробног капацитета је истицан још од првих покушаја анализе физиолошког профила рукометаша (Rannou, Prioux, Zouhal, Gratas-Delamarche, & Delamarche, 2001). Експлозивни продори у рукомету су базирани на анаеробном капацитету, а претходна истраживања су указала да је у рукомету, као и у кошарци, ефикасност у извођењу контранапада главни фактор који одређује успех међу тимовима на истом нивоу (Fernandez, Camerino, Anguera, & Jonsson, 2009; Bilge, 2012). Због тога тренинг врхунских рукометаша треба да буде фокусиран на анаеробни тренинг и тренинг снаге, уз специфично планирање у односу на играчку позицију (Michalsik, Aagaard, & Madsen, 2015).

Поређење играча који се такмиче у различитим нивоима такмичења (Nikolaidis & Ingebrigsten, 2013) показало је да статистички значајно веће вредности просечне снаге анаеробног капацитета у односу на килограм телесне масе ($8,8 \pm 0,4 \text{ W} \cdot \text{kg}^{-1}$) карактеришу врхунске играче, у односу на играче који се такмиче на нижим нивоима такмичења ($8,4 \pm 0,4 \text{ W} \cdot \text{kg}^{-1}$). Међутим, треба имати на уму да је на вишим нивоима такмичења, систем тренинга много напреднији у поређењу са нижим нивоима такмичења. Иако је у овом истраживању коришћен веома сличан протокол истраживања и опрема истог произвођача као у нашем истраживању, директно поређење добијених резултата није могуће јер се претходно добијени подаци односе на вредности просечне снаге анаеробног капацитета доњих екстремитета, које су значајно веће у односу на вредности које се добијају тестом уз коришћење ручног бицикл ергометра.

Вредности укупног анаеробног рада показују статистички значајне унутарсезонске варијације (Графикон 8). Анализа добијених података показује да је на крају такмичарске сезоне дошло до статистички значајног смањења вредности овог параметра анаеробног капацитета, што сматрамо негативном карактеристиком.



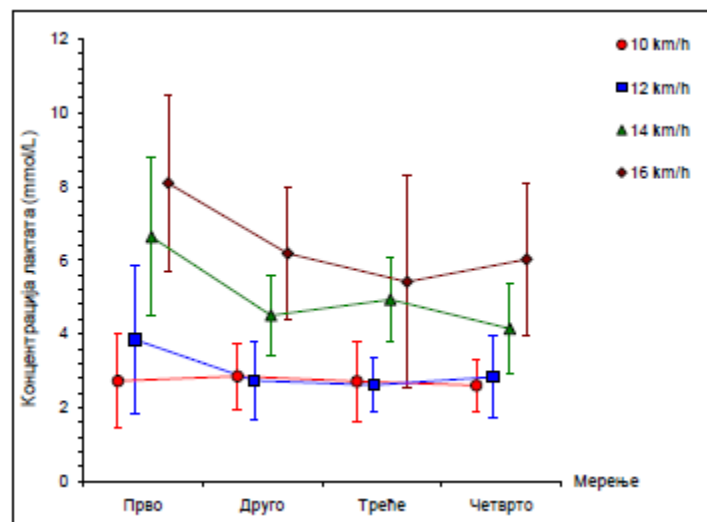
Графикон 8. Унутарсезонске варијације укупног анаеробног рада рукометаша

Иако се не може прецизно одредити због чега је укупни рад био статистички значајно мањи на последњем мерењу, а други параметар анаеробног капацитета просечна снага није показао значајне варијације, сматрамо да је ово још један индиректни показатељ смањења нервно мишићног извршења код испитаника током такмичарске сезоне. Можемо само претпоставити да је стручни штаб, током трајања такмичарске сезоне, тражио прави однос између неопходног тренажног оптерећења и опасности од повређивања узроковане недостатком могућности ротације играча на утакмицама.

Током рукометног меча, остале активности високог интензитета, у које не спадају спринтеви, скокови, промене правца и дуели, врло су кратког трајања и захтевају висок ниво снаге и брзине (Barbero, Granda-Vera, Calleja-González, & Del Coso, 2014). Овакве активности углавном карактеришу игру бекова и пивота у односу на крилне играче. Однос рад–опоравак између већине активности високог интензитета дозвољава довољни опоравак да играчи одрже ниво физичких карактеристика током већине акција. Значајан физички замор може да настане после утакмице, нпр. смањује се висина вертикалног скока, брзина раста силе и вредност силе током изометријске контракције мишића ногу (Chaouachi, Brughelli, Levin, Boudhina, Cronin, & Chamari, 2009). Такође, замор може негативно утицати на учинак играча тако што умањује

способност рационализације и концентрације током меча. У ситуацијама када је замор изражен, играч се несвесно враћа само најбоље наученим и аутоматизованим покретима, деловањима и активностима, чиме неутралише надограђене позитивне факторе, као што су играчка интелигенција, импровизација и креативност (Budgett, 1998; Boksem, Meijman, & Lorist, 2006). Искуства показују да тренери који управљају ротацијом играча на одговарајући начин могу да избегну претерана физиолошка оптерећења играча, спрече замор и вероватно побољшају ефикасност играча током игре (Póvoas, Ascensão, Magalhães, Seabra, Krstrup, Soares, & Rebelo, 2014).

Анализа добијених података је показала да током такмичарске сезоне долази до статистички значајних промена кардиореспираторне издржљивости (Графикон 9). Снижење вредности лактата током такмичарске сезоне је директни показатељ повећања кардиореспираторне издржљивости испитаника, што се може сматрати позитивном карактеристиком. Међутим, морамо поменути да су велике вредности лактата током треће и четврте етапе прогресивног теста трчања у првом мерењу, које је било најближе припремном периоду, вероватни узрок утврђене статистичке значајности. Ово је још један показатељ, уз претходно анализираних вредности максималне мишићне силе, слабог припремног периода. Сматрамо да је неопходно да се током припремног периода много већа пажња усмери на тренинге за повећање кардиореспираторне издржљивости.



Графикон 9. Унутарсезонске варијације кардиореспираторне издржљивости рукометаша

Кардиореспираторна или аеробна издржљивост је главна одбрана спортисте од исцрпљености. Низак капацитет издржљивости води ка замору, чак и у спортовима и активностима ниже динамике. За сваког спортисту, без обзира на дисциплину или активност, замор представља главну препреку оптималног извођења. Чак и незнатан замор може омести укупно достигнуће спортисте због тога што је: мишићна снага умањена, време реакције и кретања продужено, агилност и неуромишићна координација умањени, брзина читавог тела смањена, концентрација и окретност смањени (Coyle, 1995). Познавање индивидуалне кардиореспираторне (аеробне) издржљивости спортисте је основа да се тренингом унапреде способности и такмичарски резултати, кроз стално одржавање у зони повећања такмичарских

способности, уз избегавање подтренираности (енгл. *detraining*) због прениског дозирања или настанка синдрома претренираности (енгл. *overtraining*), као и евентуалних повреда у случају превисоких тренажних оптерећења (Mujika & Padilla, 2001; Radovanović, 2013). Разлике у кардиореспираторној издржљивости, у односу на ниво такмичења у који су укључени, забележене су већ код рукометаша узраста 16 година (Vieira, Veiga, Carita, & Petroski, 2013).

Како је већ претходно наведено, играње рукомета захтева активности високог интензитета, које у великој мери покрећу анаеробну гликолизу (Gastin, 2001; Glaister, 2005). Међутим, до данас, једини доступни подаци да се испита допринос анаеробног гликолитичког система током игре ограничени су на одређивање нивоа лактата у крви. Уз то, анализе биоенергетског капацитета спортиста кроз праћење нивоа лактата у крви такође нису без ограничења. Одређивање нивоа лактата у крви зависи од врсте и трајања физичке активности која се обавља непосредно пре узимања узорака, од места (ушна ресица, јагодица прста, вене руку итд.) и доба дана узорковања, као и врсте лактат анализатора који се користе. Па ипак, ниво лактата у крви пружа полазне основе да се разумеју анаеробни гликолитички захтеви рукометне игре. Ниво лактата у крви после првог полувремена код данских врхунских рукометаша износио је $3,7 \pm 1,6 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ (Michalsik, 2011). Код врхунских португалских играча током првог полувремена утакмице ниво лактата у крви износио је $4,2 \pm 2$ (распон 1,6–8,6) $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ (Póvoas, 2009). У истраживању које је обухватило младе рукометаше у Тунису, добијене вредности нивоа лактата у крви, након првог полувремена утакмице, износиле су $9,7 \pm 1,1 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ (Chelly, Hermassi, Aouadi, Khalifa, Van den Tillaar, Chamari, & Shephard, 2011). Током другог полувремена код врхунских португалских играча вредност нивоа лактата у крви износио је $3,1 \pm 1,8$ (распон 1,3–8,4) $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ (Póvoas, 2009), док су вредности код младих рукометаша из Туниса након утакмице биле $8,3 \pm 1 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ (Chelly et al., 2011). Вредности нивоа лактата у крви током другог полувремена и након утакмице биле су веће у односу на прве измерене вредности, што сугерише да је, барем на нивоу тима, допринос анаеробног гликолитичког система стабилан током трајања утакмице.

Са методолошке тачке гледишта место са којег се узима узорак крви за мерење концентрације лактата (ушна шкољка, врх прста), врста крвног суда (венски, артеријски, капиларни) и лабораторијске методе које се користе (врста лактат анализатора) могу такође утицати на резултат теста (Thin, Hamzah, & FitzGerald, 1999;

McNaughton, Thompson, Philips, 2002; Bosquet, Leger, & Legros, 2002). Узорци узети са ушне шкољке су показали нижи резултат концентрације лактата у крви него узорци узети из прста (Forsyth & Farrally, 2000). Мале количине лактата се стварају и одмах уклањају из мишића крвљу. Успоставља се равнотежа између стварања лактата и његове елиминације, осигуравајући на тај начин константан ниво лактата у крви (Faude, Kindermann & Meyer, 2009). Уколико се интензитет напора повећа, на пример повећањем брзине трчања, одстрањивање лактата не може више да прати повећано стварање лактата и ниво лактата у крви почиње да расте.

Када се сагледавају заједно, индивидуално време игре по утакмици 32–53 min (Michalsik, Aagaard, & Madsen, 2013) и активности високог интензитета покрећу вредности аеробног метаболизма ка високим нивоима. Међутим, просечне вредности срчане фреквенце играча током утакмице ниже су у рукомету (Póvoas, 2011) него у кошарци (McInnes, Carlson, Jones, & McKenna, 1995), рагбију (Gabbett, Kelly, & Pezet, 2007) или фудбалу (Bangsbo, Mohr, & Krstrup, 2006), што може бити у вези са дужином просечног трчања, величином терена, специфичним тактичким захтевима, бројем играча на терену и правилима игре. Ако се разматрају заједно са сличним нивоима лактата у крви, ниже вредности срчане фреквенце забележене у рукомету, у поређењу са кошарком или фудбалом, сугеришу да се у рукомету може ставити релативно већи нагласак на анаеробну гликолизу. При томе, највише активности високог интензитета су у игри бекова и пивота, нешто мање код крилних играча и најмање код голмана (Karcher & Buchheit, 2014). Ови подаци дају смернице за креирање индивидуалних програма тренинга у складу са играчком позицијом. Поред тога, различите стратегије ротација играча треба да се спроведу у току игре како би се спречило настајање прекомерног замора.

Истраживање које је било усмерено на кардиореспираторну издржљивост код рукометаша различитог нивоа такмичења, при трчању брзином од 10, 12, 14 и 16 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$, није открило разлику у средњој вредности концентрације лактата у крви или у средњој вредности срчане фреквенције између врхунских и аматерских рукометаша (Gorostiaga et al., 2005). У слично конципираном истраживању, аутори су утврдили да код врхунских играча током сезоне не долази до значајних промена кардиореспираторне издржљивости при трчању брзином од 10, 12, 14 и 16 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ (Gorostiaga et al., 2006).

Досадашња научна сазнања упућују на закључак да кардиореспираторна издржљивост није лимитирајући фактор за такмичарски учинак рукометаша. Међутим, ниво кардиореспираторне издржљивости игра значајну улогу у индуковању и контроли пожељних физиолошких адаптација током тренажног процеса. Даља истраживања би требало усмерити ка прецизном одређивању минималних вредности кардиореспираторне издржљивости које би играчи требало да постигну и одржавају, као неопходном предуслову за оптимални такмичарски ниво.

8.3 Анализа тренажног оптерећења

Експериментални програм овог истраживања представљао је план и програм рада мушког рукометног клуба „Црвена звезда“ из Београда за такмичарску сезону Супер рукометне лиге Србије у 2014/2015. години, при чему је просечно тренажно оптерећење било класификовано као време које сваки испитаник проведе у некој од 11 активности (Gorostiaga et al., 2006; Granados et al., 2008). Током трајања истраживања, у периоду од првог до четвртог тестирања, планирани просечни недељни обим тренажног оптерећења је био константан и према плану је износио 780 min недељно. Овај обим тренажног оптерећења спровођен је током шест дана недељно, што је укључивало тренинге током пет дана, дан такмичарске утакмице и дан одмора. Распоред и трајање тренинга током недеље умногоме је био одређен фиксним распоредом коришћења спортске хале, који није дозвољавао промене. Анализа просечног тренажног оптерећења приказана је у табели 32.

Временски период од првог до четвртог мерења износио је нешто више од четири и по месеци, рачунајући и паузу у првенству између другог и трећег мерења која је трајала два месеца. За то време екипа је одиграла укупно 19 утакмица, од којих 18 у првенству и једну утакмицу у Купу Србије. С обзиром на претходно наведене податке обим тренинга је био на значајно вишем нивоу у односу на истраживање које нам је послужило као модел у планирању анализе тренажног оптерећења (Gorostiaga et al., 2006), што указује да је био задовољен квантитативан предуслов за висока физичка достигнућа. Међутим, како је претходно већ истакнуто, током такмичарске сезоне је дошло до значајног смањења експлозивне снаге ногу и укупног анаеробног рада, што се може приписати неадекватној структури тренинга.

Сматрамо да је основни разлог оваквих варијација током такмичарске сезоне био недовољни обим тренинга са спољашњим оптерећењем и спорт-специфичног тренинга снаге. Можемо претпоставити да је стручни штаб екипе велики део времена током тренинга користио за увежбавање техничких и тактичких елемената игре, због чега је тренинг снаге био мање заступљен. Могућ разлог за недовољни обим тренинга снаге су и ниске вредности кардиореспираторне издржљивости у првом делу такмичарске сезоне, због чега је трчање типа издржљивости вероватно било чешћа врста тренажног оптерећења.

Све претходно наведено упућује да код испитаника укључених у спроведено истраживање прелазни период, након завршетка претходне такмичарске сезоне, није садржао „активни одмор“ са програмом рада који би им омогућио да на почетак припрема дођу са 50–60% својих максималних физичких могућности.

8.4 Осврт на целокупно истраживање

Претходна истраживања су указала да су код врхунских рукометаша могућа побољшања моторичких и физиолошких карактеристика током првог дела сезоне, а затим постоји тенденција да се вредности одржавају (плато стање) или мало смањују до краја сезоне (Gorostiaga et al., 2006; Buchheit, 2008). Међутим, ефекат укупног времена проведеног у игри и прецизно одређеног нивоа тренажног оптерећења, на ове карактеристике, током целе сезоне још није прецизно истражен.

Посматрајући у целости спроведено истраживање, можемо констатовати да је током такмичарске сезоне дошло до значајних варијација у одређеним моторичким и физиолошким параметрима. Као негативне карактеристике можемо истаћи значајно смањење експлозивне снаге ногу и укупног анаеробног рада, а као позитивну повећање кардиореспираторне издржљивости. Уз наведено, ниске вредности максималне мишићне силе и кардиореспираторне издржљивости указују на недовољно добар рад током припремног периода и лошу физичку припремљеност играча који су играли такмичарске утакмице.

На основу претходних истраживања, за побољшање индивидуалне физичке припремљености играча током трајања такмичарске сезоне могу се препоручити: тренинг са спољашњим оптерећењем (потисак са равне клупе, чучњеви и вежбе ротације трупа уз коришћење слободних тегова и шипке) (Marques, 2010; Hermassi, Chelly, Tabka, Shephard, & Chamari, 2011), специфични тренинг снаге уз употребу тежих и лакших лопти (van den Tillaar & Marques, 2013), специфични тренинг снаге уз повлачење спољашњег оптерећења преко механизма који имитира покрет при шутирању (Ettema, Glosen, & van den Tillaar, 2008), скокови у различитим смеровима уз коришћење додатне масе тегова (Marques, Pereira, Reis, & van den Tillaar, 2013) и кратки спринтеви са променом смера (Buchheit, 2012). За повећање кардиореспираторне издржљивости могу се препоручити тренинг утакмице на рукометном терену мањих димензија, уз инсистирање на извођењу специфичних кретњи у складу са играчком позицијом (Buchheit, Laursen, Kuhnle, Ruch, Renaud, & Ahmaidi, 2009; Buchheit, Lepretre, Behaegel, Millet, Cuvelier, & Ahmaidi, 2009). За побољшање способности за тимски рад, тренери и играчи треба да демократски дефинишу конкретне циљеве и групне норме (Wagner, Finkenzeller, Würth, & von Duvillard, 2014).

9 ЗАКЉУЧАК

Циљ истраживања био је да се утврде варијације у одређеним моторичким и физиолошким параметрима током такмичарске сезоне код претходно већ утренираних и искусних рукометаша.

Истраживање је спроведено са 14 рукометаша мушког рукометног клуба „Црвена звезда“ из Београда, учесника Супер рукометне лиге Србије у сезони 2014/2015.

Експериментални програм овог истраживања представљао је план и програм рада РК „Црвена звезда“ из Београда за такмичарску сезону Супер рукометне лиге Србије у 2014/2015. години.

Коришћењем тренутно најсавременије опреме праћени су моторички (максимална мишићна сила, мишићна снага, брзина трчања и експлозивна снага ногу) и физиолошки (анаеробни капацитет и кардиореспираторна издржљивост) параметри.

За статистичку обраду података примењене су одговарајуће статистичке процедуре на основу којих је било могуће вршити интерпретацију добијених резултата.

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

1. На основу резултата мултиваријантне анализе варијансе којима је утврђено да је током такмичарске сезоне дошло до статистички значајних разлика моторичких параметара, закључујемо да се хипотеза H_1 , која гласи „Вредности одабраних моторичких параметара током такмичарске сезоне ће се статистички значајно разликовати“, у **потпуности може прихватити.**

2. На основу резултата униваријантне анализе варијансе којима је утврђено да током такмичарске сезоне није дошло до статистички значајних разлика параметра максимална мишићна сила, закључујемо да се хипотеза $X_{1.1}$, која гласи „Вредности параметра максимална мишићна сила током такмичарске сезоне ће се статистички значајно разликовати“, **у потпуности може одбацити.**
3. На основу резултата униваријантне анализе варијансе којима је утврђено да током такмичарске сезоне није дошло до статистички значајних разлика параметра мишићна снага, закључујемо да се хипотеза $X_{1.2}$, која гласи „Вредности параметра мишићна снага током такмичарске сезоне ће се статистички значајно разликовати“, **у потпуности може одбацити.**
4. На основу резултата униваријантне анализе варијансе којима је утврђено да током такмичарске сезоне није дошло до статистички значајних разлика параметра брзина трчања, закључујемо да се хипотеза $X_{1.3}$, која гласи „Вредности параметра брзина трчања током такмичарске сезоне ће се статистички значајно разликовати“, **у потпуности може одбацити.**
5. На основу резултата униваријантне анализе варијансе којима је утврђено да је током такмичарске сезоне дошло до статистички значајних разлика параметра експлозивна снага ногу, закључујемо да се хипотеза $X_{1.4}$, која гласи „Вредности параметра експлозивна снага ногу током такмичарске сезоне ће се статистички значајно разликовати“, **у потпуности може прихватити.**
6. На основу резултата мултиваријантне анализе варијансе којима је утврђено да је током такмичарске сезоне дошло до статистички значајних разлика физиолошких параметара, закључујемо да се хипотеза X_2 , која гласи „Вредности одабраних физиолошких параметара током такмичарске сезоне ће се статистички значајно разликовати“, **у потпуности може прихватити.**

7. На основу резултата униваријантне анализе варијансе којима је утврђено да током такмичарске сезоне није дошло до статистички значајних разлика просечне снаге као параметара анаеробног капацитета, али и резултата униваријантне анализе варијансе којима је утврђено да је током такмичарске сезоне дошло до статистички значајних разлика укупног рада као параметара анаеробног капацитета, закључујемо да се хипотеза $X_{2,1}$, која гласи „Вредности параметара анаеробног капацитета током такмичарске сезоне ће се статистички значајно разликовати“, **може делимично прихватити.**
8. На основу резултата униваријантне анализе варијансе којима је утврђено да је током такмичарске сезоне дошло до статистички значајних разлика параметара кардиореспираторне издржљивости, закључујемо да се хипотеза $X_{2,2}$, која гласи „Вредности параметара кардиореспираторне издржљивости током такмичарске сезоне ће се статистички значајно разликовати“, у **потпуности може прихватити.**

10 ЗНАЧАЈ ИСТРАЖИВАЊА

Познавање захтева игре је од суштинског значаја за програмирање специфичних тренинга како код професионалних играча, тако и за правилни спортски развој младих талената. Да би играчи развили свој пуни потенцијал, потребно је да се обезбеди најпогодније окружење за учење, које укључује добро осмишљене техничке, тактичке, и за рукомет специфичне тренинге физичке припреме (нпр. снаге, брзине, издржљивости итд.). Како би били оптимални, програме тренинга треба креирати индивидуално у складу са играчком позицијом и повезано са специфичним захтевима на терену.

Значај овог истраживања се огледа у томе што су праћене унутарсезонске варијације одређених параметара на узорку утренираних рукометаша са већ значајним такмичарским искуством. Основа за процену оптималног нивоа моторичких и физиолошких параметара рукометаша је дефинисање трајања одређених нивоа оптерећења током рукометног меча и захтева које играч треба да испуни. Међутим, због сложености и непредвидивости рукометне утакмице то није могуће. Сматрамо да је праћење тренажног оптерећења и одређених параметара код рукометаша приступ који је најближи оптималном.

Доскора је било тешко квантификовати ефекте тренинга, што је ограничавало прецизнију евалуацију различитих метода тренинга у спорту. У спроведеном истраживању коришћена је методологија мерења моторичких и физиолошких параметара која испуњава савремене стандарде у области спортских наука.

Коришћена методологија истраживања, начин организовања и добијени резултати могу служити као основ за планирање новог истраживања у овој области. Сматрамо да будуће студије у овој области треба да буду пројектоване тако да моторичка и физиолошка мерења буду повезана са прецизном анализом меча, с циљем да се успостави још чвршћа веза између појединих параметара рукометаша и специфичних елемената рукометне игре. Овако усмерена научна истраживања треба да

прецизно одреде утицај различитих фактора на такмичарски учинак рукометаша и тако допринесу повећању квалитета рада тренера. Такође, научна истраживања би требало да развију специфичне методе мерења и тестирања које су најкорисније за евалуацију ефеката тренинга у рукомету.

Успешност бављења одређеним спортом зависи од специфичних морфолошких, моторичких, функционалних, когнитивних, конативних и социолошких карактеристика појединца. Рукомет је сложена игра која захтева читав низ различитих способности, а дефинисање модела идеалног рукометаша отежано је чињеницом да различите играчке позиције захтевају различите карактеристике и способности.

Циљана истраживања, спроведена у последњих неколико година, јасно су показала да у спортовима са контактом, као што је рукомет, вредности максималне мишићне силе и мишићне снаге имају значајни утицај на такмичарски учинак, те да за креирање оптималног програма тренинга са спољашњим оптерећењем треба користити индивидуални приступ уз поштовање специфичности играчке позиције. С обзиром на наизменично смењивање активности ниског и високог интензитета, може се закључити да је од великог значаја да играч произведе велику мишићну снагу у кратким временским периодима, што потенцира значај анаеробног капацитета. При томе, добра аеробна припремљеност омогућава ефикасан процес опоравка током периода између активности високог интензитета.

Сматрамо да је спроведено истраживање, као оригинални допринос науци, пружило прецизан одговор на питање постојања варијација у одређеним моторичким и физиолошким параметрима током такмичарске сезоне код претходно већ утренираних и искусних рукометаша. Након детаљне анализе добијених резултата спроведеног истраживања, и на основу анализе претходно објављених истраживања, препоручене су смернице за побољшање индивидуалне физичке припремљености играча током трајања такмичарске сезоне. Наведене смернице се односе само на играче рукометног клуба „Црвена звезда“ из Београда који су као испитаници били укључени у спроведено истраживање. Надамо се да ће резултати истраживања пружити прецизније и обухватније информације о адаптивним одговорима и њиховим варијацијама код рукометаша, у односу на до сада спроведена истраживања. Такође, надамо се да ће добијени резултати послужити као одреднице за планирање и програмирање ефективнијих тренинг програма.

11 ЦИТИРАНА ЛИТЕРАТУРА

Ackland, T.R., Lohman, T.G., Sundgot-Borgen, J., Maughan, R.J., Meyer, N.L., Stewart, A.D., & Müller, W. (2012). Current status of body composition assessment in sport: review and position statement on behalf of the ad hoc research working group on body composition health and performance, under the auspices of the I.O.C. Medical Commission. *Sports Medicine*, 42(3), 227–249.

Armstrong, L.E., & VanHeest, J.L. (2002). The unknown mechanism of the overtraining syndrome: clues from depression and psychoneuroimmunology. *Sports Medicine*, 32(3), 185–209.

Bangsbo, J., Mohr, M., & Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of Sports Sciences*, 24(7), 665–674.

Barbero, J.C., Granda-Vera, J., Calleja-González, J., & Del Coso, J. (2014). Physical and physiological demands of elite team handball players. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 14(3), 921–933.

Bezerra, E.S., & Simão, R. (2006). Anthropometric characteristics of handball adult athletes. *Fitness and Performance Journal*, 5(5), 318–323.

Bilge, M. (2012). Game analysis of Olympic, World and European championships in men's handball. *Journal of Human Kinetics*, 35, 109–118.

Bojić, I., Ilić, S., & Kocić, M. (2009). The basic-mobility abilities structure of the handball players of different competition level. *Sport and Science*, 1, 61–66.

- Bojić, I., Petković, D. (2011). Arm strength and shoulder strength development program for handball players on “Kinesis”. In A. Cepkova (Ed.), *Proceedings of 5th International Scientific Conference “Optimization of load in physical and sports education”*, (pp. 45–52). Bratislava: Department of Physical education and Sport, Slovak Technical University Bratislava, Slovakia.
- Boksem, M.A., Meijman, T.F., & Lorist, M.M. (2006). Mental fatigue, motivation and action monitoring. *Biological Psychology*, 72(2), 123–132.
- Bompa, T. O. (1999). *Periodization: theory and methodology of training*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Bompa, T. (2006). *Teorija i metodologija treninga*. Zagreb: Gopal.
- Boraczyński, T., & Urniaż, J. (2008). Changes in aerobic and anaerobic power indices in elite handball players following a 4-week general fitness mesocycle. *Journal of Human Kinetics*, 19, 131–140.
- Bosquet, L., Leger, L., & Legros, P. (2002). Methods to determine aerobic endurance. *Sports Medicine*, 32(11), 675–700.
- Bosy-Westphal, A., Later, W., Hitze, B., Sato, T., Kossel, E., Gluer, C.C., Heller, M., & Muller, M.J. (2008). Accuracy of bioelectrical impedance consumer devices for measurement of body composition in comparison to whole body magnetic resonance imaging and dual X-ray absorptiometry. *Obesity Facts*, 1(6), 319–324.
- Bubanj, S., Okičić, T., Živković, M., Stanković, R., Bojić, I., & Bubanj, R. (2011). Differences in manifested explosive strength tested by means of the vertical jump with and without previous static stretching, *Facta Universitatis series Physical Education and Sport*, 9(2), 151–159.
- Buchheit, M. (2008). Field tests to monitor athletic performance throughout a team-sport season. *Science and Sports*, 23(1), 29–31.
- Buchheit, M., Laursen, P.B., Kuhnle, J., Ruch, D., Renaud, C., Ahmaidi, S. (2009). Game-based training in young elite handball players. *International Journal of Sports Medicine*, 30, 251–258.

- Buchheit, M., Lepretre, P.M., Behaegel, A.L., Millet, G.P., Cuvelier, G., & Ahmaidi, S. (2009). Cardiorespiratory responses during running and sport-specific exercises in handball players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12, 399–405.
- Buchheit, M. (2012). Should we be recommending repeated sprints to improve repeated-sprint performance? *Sports Medicine*, 42, 169–172.
- Budgett, R. (1998). Fatigue and underperformance in athletes: the overtraining syndrome. *British Journal of Sports Medicine*, 32(2), 107–110.
- Casartelli, N., Müller, R., & Maffiuletti, N.A. (2010). Validity and reliability of the Myotest accelerometric system for the assessment of vertical jump height. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(11), 3186–3193.
- Chaouachi, A., Brughelli, M., Levin, G., Boudhina, N.B., Cronin, J., & Chamari, K. (2009). Anthropometric, physiological and performance characteristics of elite team handball players. *Journal of Sports Sciences*, 27(2), 151–157.
- Chelly, M.S., Hermassi, S., & Shephard, R.J. (2010). Relationships between power and strength of the upper and lower limb muscles and throwing velocity in male handball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(6), 1480–1487.
- Chelly, M.S., Hermassi, S., Aouadi, R., Khalifa, R., Van den Tillaar, R., Chamari, K., & Shephard, R.J. (2011). Match analysis of elite adolescent team handball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(9), 2410–2417.
- Coyle, E.F. (1995). Integration of the physiological factors determining endurance performance ability. *Exercise and Sport Science Reviews*, 23, 25–63.
- Delamarche, P., Gratas, A., Beillot, J., Dassonville, J., Rochcongar, P., & Lessard, Y. (1987). Extent of lactic anaerobic metabolism in handballers. *International Journal of Sports Medicine*, 8, 55–59.
- Debanne, T., & Laffaye, G. (2011). Predicting the throwing velocity of the ball in handball with anthropometric variables and isotonic tests. *Journal of Sports Sciences*, 29, 705–713.

- Ettema, G., Glosen, T., & van den Tillaar, R. (2008). Effect of specific resistance training on overarm throwing performance. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3, 164–175.
- Faude, O., Kindermann, T., & Meyer, T. (2009). Lactate threshold concepts: how valid are they? *Sports Medicine*, 39(6), 469–490.
- Fernandez, J., Camerino, O., Anguera, M.T., & Jonsson, G.K. (2009). Identifying and analyzing the construction and effectiveness of offensive plays in basketball by using systematic observation. *Behavior research methods*, 41(3), 719–730.
- Forsyth, J.J., & Farrally, M.R. (2000). A comparison of lactate concentration in plasma collected from the toe, ear, and fingertip after a simulated rowing exercise. *British Journal of Sports Medicine*, 34(1), 35–38.
- Gabbett, T., Kelly, J., & Pezet, T. (2007). Relationship between physical fitness and playing ability in rugby league players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(4), 1126–1133.
- Gastin, P.B. (2001). Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports Medicine*, 31(10), 725–741.
- Gellish, R.L., Goslin, B.R., Olson, R.E., McDonald, A., Russi, G.D., & Moudgil, V.K. (2007). Longitudinal modeling of the relationship between age and maximal heart rate. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(5), 822–829.
- Girard, O., Mendez-Villanueva, A., & Bishop, D. (2011). Repeated-sprint ability—part I: factors contributing to fatigue. *Sports Medicine*, 41(8), 673–694.
- Ghobadi, H., Rajabi, H., Farzad, B., Bayati, M., & Jeffreys, I. (2013). Anthropometry of world-class elite handball players according to the playing position: reports from men's handball World championship 2013. *Journal of Human Kinetics*, 39, 213–220.
- Glaister, M. (2005). Multiple sprint work: physiological responses, mechanisms of fatigue and the influence of aerobic fitness. *Sports Medicine*, 35(9), 757–777.

Gorostiaga, E. M., Izquierdo, M., Iturralde, P., Ruesta, M., & Ibanez, J. (1999). Effects of heavy resistance training on maximal and explosive force production, endurance and serum hormones in adolescent handball players. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 80, 485–493.

Gorostiaga, E. M., Granados, C., Ibanez, J., & Izquierdo, M. (2005). Differences in physical fitness and throwing velocity among elite and amateur male handball players. *International Journal of Sports Medicine*, 26, 225–232.

Gorostiaga, E. M., Granados, C., Ibanez, J., Gonzales-Badillo, J. J., & Izquierdo, M. (2006). Effects of an entire season on physical fitness changes in elite male handball players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38, 357–366.

Granados, C., Izquierdo, M., Ibanez, J., Ruesta, M., & Gorostiaga, E. M. (2008). Effects of an entire season on physical fitness changes in elite female handball players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 40, 351–361.

Guyton, A.C., & Hall, J.E. (2008). *Medicinska fiziologija, 11. izdanje*. Beograd: Savremena administracija.

Hasan, A.A.A., Rahaman, J.A., Cable, N.T., & Reilly, T. (2007). Anthropometric profile of elite male handball players in Asia. *Biology of Sport*, 24(1), 3–12.

Haugen, T.A., Tønnessen, E., & Seiler, S. (2014). Physical and physiological characteristics of male handball players: influence of playing position and competitive level. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. Nov 12. [Epub ahead of print]

Hawkins, M.N., Raven, P.B., Snell, P.G., Stray-Gundersen, J., & Levine, B.D. (2007). Maximal oxygen uptake as a parametric measure of cardiorespiratory capacity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39, 103–107.

Hermassi, S., Chelly, M.S., Tabka, Z., Shephard, R.J., & Chamari, K. (2011). Effects of 8-week in-season upper and lower limb heavy resistance training on the peak power, throwing velocity, and sprint performance of elite male handball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 25, 2424–2433.

Horvatić, F. (1958). Opterećenje rukometaša i evidencija treninga i takmičenja. *Fizička kultura*, 3, 740–743.

- Ignjatovic, A., Radovanovic, D., Stankovic, R., Markovic, Z., & Kocic J. (2011). Influence of resistance training on cardiorespiratory endurance and muscle power and strength in young athletes. *Acta Physiologica Hungarica*, 98 (3), 305–312.
- Ignjatovic, A., Markovic, Z., & Radovanovic, D. (2012). Effects of 12-week medicine ball training on muscle strength and power in young female handball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(8), 2166–2173.
- Jennings, C.L., Viljoen, W., Durandt, J., & Lambert, M.I. (2005). The reliability of the FitroDyne as a measure of muscle power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19, 859–863.
- Jones, R.M., Fry, A.C., Weiss, L.W., Kinzey, S.J., & Moore, C.A. (2008). Kinetic comparison of free weight and machine power cleans. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22, 1785–1789.
- Karcher, C., and Buchheit, M. (2014). On-court demands of elite handball with special reference to playing positions. *Sports Medicine*, 44, 797–814.
- Kocić, M., Bojić, I., & Berić, D. (2010). Differences in some anthropometric characteristics of the elite basketball and handball players. U Slobodan Simović (Ur.), *Zbornik radova II Međunarodne naučne konferencije „Antropološki aspekti sporta, fizičkog vaspitanja i rekreacije“ Banja Luka*, (pp. 1–8). Banja Luka: Fakultet fizičkog vaspitanja i sporta.
- Koprivica, V.(2002). *Osnove sportskog treninga, prvi deo*. Beograd: samostalno izdanje autora.
- Koprivica, V.(2009a). Aktuelni problemi izgradnje makrociklusa u vrhunskom sportu, U. B.Bokan (ur.), *Teorijski, metodološki i metodički aspekti fizičkog vaspitanja, Zbornik radova međunarodne naučne konferencije*, (pp. 181–185). Beograd: Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja.
- Koprivica, V.(2009b). Problemi izgradnje makrociklusa u savremenom sportu, *Prvi nacionalni seminar za sportske trenere Republike Srbije „Izazovi novog olimpijskog ciklusa“*, (pp. 93–98). Beograd: Republički zavod za sport.
- Koprivica, V. (2013). *Teorija sportskog treninga – prvi deo*. Beograd: 3D+.

Krüger, K., Pilat, C., Ueckert, K., Frech, T., & Mooren, F.C. (2014). Physical performance profile of handball players is related to playing position and playing class. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28, 117–125.

Koutedakis, Y., Metsios, G.S., Stavropoulos-Kalinoglou, A. (2006). *Periodization of exercise training in sport*. In: Whyte G (ed). *The physiology of training*. Philadelphia: Elsevier Health Sciences; pp. 1–21.

Leithäuser, R. (2005). Comparing blood lactate concentration values of three different handheld lactate analyzers to YSI 1500 blood lactate analyzer. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(5), 25–27.

Lidor, R., Falk, B., Arnon, M., Cohen, Y., Segal, G., & Lander, Y. (2005). Measurement of talent in team handball: the questionable use of motor and physical tests. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19, 318–325.

Marques, M. C., & Gonzales-Badillo, J. J. (2006). In-season resistance training and detraining in professional team handball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20, 563–571.

Marques, M.C., van den Tillaar, R., Vescovi, J.D., & González-Badillo, J.J. (2007). Relationship between throwing velocity, muscle power, and bar velocity during bench press in elite handball players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2, 414–422.

Marques, M.C. (2010). In-season strength and power training for professional male team handball players. *Strength and Conditioning Journal*, 32, 74–81.

Marques, M.C., Pereira, A., Reis, I.G., & van den Tillaar, R. (2013). Does an in-season 6-week combined sprint and jump training program improve strength-speed abilities and kicking performance in young soccer players? *Journal of Human Kinetics* 39, 157–166.

Massuca, L., & Fragoso, I. (2011). Study of Portuguese handball players of different playing status. A morphological and biosocial perspective. *Biology of Sport*, 28, 37–44.

Massuca, L., Fragoso, I., & Teles, J. (2014). Attributes of top elite team-handball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(1), 178–186.

- Massuca, L., & Fragoso, I. (2015). Morphological characteristics of Portuguese handball players. *Collegium Antropologicum*, 39 (1), 109–118.
- Matthys, S.P., Vaeyens, R., Franssen, J., Deprez, D., Pion, J., Vandendriessche, J., Vandorpe, B., Lenoir, M., & Philippaerts, R. (2013). A longitudinal study of multidimensional performance characteristics related to physical capacities in youth handball. *Journal of Sports Sciences*, 31, 325–334.
- 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 Sciences*, 13(5), 387–397.
- McLellan, C.P., & Lovell, D.I. (2012). Neuromuscular responses to impact and collision during elite rugby league match play. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(5), 1431–1440.
- McNaughton, L.R., Thompson, D., & Philips, G. (2002). A comparison of the Lactate Pro, Accusport, Analox GM7 and Kodak Ektachem lactate analysers in normal, hot and humid conditions. *International Journal of Sports Medicine*, 23(2), 130–135.
- Michalsik, L. (2011). *Match performance and physiological capacity of male elite team handball players*. In: European Handball Federation Scientific Conference 2011. Vienna: European Handball Federation. Retrieved May 6, 2014, from the World Wide Web: <http://ebook.eurohandball.com/EHF%20Scientific%20Conference%202011/>.
- Michalsik, L., Aagaard, P., & Madsen, K. (2013). Locomotion characteristics and match-induced impairments in physical performance in male elite team handball players. *International Journal of Sports Medicine*, 34(7), 590–599.
- Michalsik, L.B., Aagaard, P., & Madsen, K. (2014). Physiological capacity and physical testing in male elite team handball. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 2014 Jan 9. [Epub ahead of print]
- Michalsik, L.B., Aagaard, P. and Madsen, K. (2015). Technical match characteristics and influence of body anthropometry on playing performance in male elite team handball. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(2), 416–428.

- Milanović, D. (2009). *Teorija i metodika treninga*. Zagreb: Odjel za izobrazbu trenera Društvenog veleučilišta u Zagrebu, Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Mohamed, H., Vaeyens, R., Matthys, S., Multael, M., Lefevre, J., Lenoir, M., & Philppaerts, R. (2009). Anthropometric and performance measures for the development of a talent detection and identification model in youth handball. *Journal of Sports Sciences*, 27, 257–266.
- Mujika, I., & Padilla, S. (2001). Cardiorespiratory and metabolic characteristics of detraining in humans. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(3), 413–421.
- Nikolaidis, P.T., & Ingebrigtsen, J. (2013). Physical and physiological characteristics of elite male handball players from teams with a different ranking. *Journal of Human Kinetics*, 38, 115–124.
- Nikolaidis, P.T, Ingebrigtsen, J., Póvoas, S.C., Moss, S, & Torres-Luque, G. (2015). Physical and physiological characteristics in male team handball players by playing position – Does age matter? *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 55(4), 297–304.
- Póvoas, S. (2009). *Estudo do jogo e do jogador de andebol de elite (The study of game and the elite handball player)*. Unpublished doctoral dissertation, Porto: Universidade do Porto.
- Póvoas, S.C. (2011). *Activity motor pattern and heart rate during elite team handball matches*. In: European Handball Federation Scientific Conference 2011. Vienna: European Handball Federation. Retrieved May 6, 2014, from the World Wide Web:<http://ebook.eurohandball.com/EHF%20Scientific%20Conference%202011/>.
- Póvoas, S.C.A., Seabra, A.F.T., Ascensao, A.A.M.R., Magalhaes, J., Soares, J.M.C., & Rebelo, A.N.C. (2012). Physical and physiological demands of elite team handball. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(12), 3366–3376.
- Póvoas, S.C., Ascensão, A.A., Magalhães, J., Seabra, A.F., Krstrup, P., Soares, J.M, & Rebelo, A.N. (2014). Analysis of fatigue development during elite male handball matches. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28, 2640–2648.

Radovanović, D. (2009). *Fiziologija za studente Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja*. Niš: Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja.

Radovanović, D., & Ignjatović, A. (2009). *Fiziološke osnove treninga sile i snage*. Niš: Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja.

Radovanovic, D., Ponorac, N., Ignjatovic, A., Stojiljkovic, N., Popovic, T., & Rakovic, A. (2011). Specific alterations of physiological parameters in competitive race walkers. *Acta Physiologica Hungarica*, 98(4), 448–454.

Radovanović, D. (2012). *Praktikum iz fiziologije za studente Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja, drugo dopunjeno izdanje*. Niš: Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja.

Radovanović, D. (2013). Towards endurance in sport. *Serbian Journal of Experimental and Clinical Research*, 14(1), 3–8.

Rannou, F., Prioux, J., Zouhal, H., Gratas-Delamarche, A., & Delamarche, P. (2001). Physiological profile of handball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41, 349–353.

Rhea, M.R., Peterson, M.D., Oliverson, J.R., Ayllón, F.N., & Potenzianno, B.J. (2008). An examination of training on the VertiMax resisted jumping device for improvements in lower body power in highly trained college athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22, 735–740.

Rhea, M.R., & Kenn, J.G. (2009). The effect of acute applications of whole-body vibration on the iTonic platform on subsequent lower-body power output during the back squat. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(1), 58–61.

Rowbottom, D. J. (2000). Periodization of Training. In Garrett, W. E., Kirkendall, D. T. *Periodization of Training*. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins. p. 499.

Saltin, B. (1990). *Anaerobic capacity: past, present and prospective*. In: A.W. Taylor, P.D. Gollnick, H.J.Green, C.D.Lanuzo, E.G. Nobel, & G.Metivier, editors, *Biochemistry of exercise* (pp. 387–412). Champaign, IL: Human Kinetics.

Seene, T., Kaasik, P., Alev, K., Pehme, A., Riso, E.M. (2004). Composition and turnover of contractile proteins in volume-overtrained skeletal muscle. *International Journal of Sports Medicine*, 25, 438–445.

- Sporis, G., Vuleta, D., Vuleta, D.Jr., & Milanovic, D. (2010). Fitness profiling in handball: physical and physiological characteristics of elite players. *Collegium Antropologicum*, 34(3), 1009–1014.
- Tabakov, S., Maksimov, D., Rađo, I., Crnogorac, B., & Drid, P. (2014). Planiranje i programiranje treninga vrhunskih džudista. U: P. Drid, & I. Todorov, urednici, *Džudo nauka i praksa* (pp. 223–237). Beograd: Data Status.
- Táborský, F. (2007). *The body height and top team handball players*. EHF Web Periodical, September 2007. Retrieved May 6, 2014, from the World Wide Web: <http://activities.eurohandball.com>.
- Tanner, R.K., Fuller, K.L., & Ross, M.L. (2010). Evaluation of three portable blood lactate analysers: Lactate Pro, Lactate Scout and Lactate Plus. *European Journal of Applied Physiology*, 109(3), 551–559.
- Thin, A.G., Hamzah, Z., & FitzGerald, M.X. (1999). Lactate determination in exercise testing using an electrochemical analyser: with or without blood lysis? *European Journal of Applied Physiology*, 79(2), 155–159.
- Thorlund, J.B., Michalsik, L.B., Madsen, K., & Aagaard, P. (2008). Acute fatigue-induced changes in muscle mechanical properties and neuromuscular activity in elite handball players following a handball match. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 18, 462–472.
- Vaeyens, R., Gullich, A., & Warr, C.R. (2009). Talent identification and promotion programmes of Olympic athletes. *Journal of Sports Sciences*, 27(13), 1367–1380.
- Van den Tillaar, R., & Marques, M.C. (2013). Effect of different training workload on overhead throwing performance with different weighted balls. *Journal of Strength and Conditioning Research* 27, 1196–1201.
- Vieira, F., Veiga, V., Carita, A.I., & Petroski, E.L. (2013). Morphological and physical fitness characteristics of under-16 Portuguese male handball players with different levels of practice. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 53, 169–176.

- Wagner, H., Finkenzeller, T., Würth, S., & von Duvillard, S.P. (2014). Individual and team performance in team-handball: A review. *Journal of Sports Science and Medicine*, 13, 808–816.
- Wallace, B.M., & Cardinale, M. (1997). Conditioning for team handball. *Strength and Conditioning Journal*, 19(6), 7–12.
- Whaley, M. H., Brubaker, P.H., & Otto, R. M. (Eds.) (2006). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription, 7th ed.* Baltimore, MD: American College of Sports Medicine.
- Zatsiorsky, V. M., & Kraemer, W. J. (2006). *Science and practice of strength training, second edition.* Champaign, IL: Human Kinetics.
- Zemkova, E., Jelen, M.N., Kovacikova, Z.C., Olle, G., Vilman, T.S., & Hamar, D. (2012). Power outputs in the concentric phase of resistance exercises performed in the interval mode on stable and unstable surfaces. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(12), 3230–3236.
- Zemkova, E., Jelen, M.N., Kovacikova, Z.C., Olle, G., Vilman, T.S., & Hamar, D. (2014a). Reliability and methodological issues of power assessment during chest presses on unstable surface with different weights. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, May 20. [Epub ahead of print]
- Zemkova, E., Jelen, M.N., Kovacikova, Z.C., Olle, G., Vilman, T.S., & Hamar, D. (2014b). Weight lifted and countermovement potentiation of power in the concentric phase of unstable and traditional resistance exercises. *Journal of Applied Biomechanics*, 30(2), 213–220.
- Zemkova, E., Jelen, M.N., Kovacikova, Z.C., Olle, G., Vilman, T.S., & Hamar, D. (2014c). Enhancement of peak and mean power in concentric phase of resistance exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(10), 2919–2926.
- Ziv, G., & Lidor, R. (2009). Physical characteristics, physiological attributes, and on-court performances of handball players: A review. *European Journal of Sport Science*, 9, 375–386.

12 БИОГРАФИЈА

Љубомир Павловић је рођен 15.4.1980. године у Нишу. Филозофски факултет у Нишу – групу за физичку културу уписао је 1999. године. Основне четворогодишње студије на Факултету спорта и физичког васпитања у Нишу завршио је 2011. године, са просечном оценом 7.89 и оценом 10 на дипломском. Докторске академске студије на Факултету спорта и физичког васпитања у Нишу уписао је 2012. године. Све испите предвиђене наставним планом и програмом (120 ЕСПБ бодова) положио је просечном оценом 9,07.

Тренирао је тенис од седме године живота. Током 10 година активног бављења тенисом био је члан тениских клубова „Раднички” из Ниша и „Макс” из Београда и стално рангиран у врху одговарајућих узрасних категорија тадашње СФРЈ и СРЈ. Био је учесник најпрестижнијег светског турнира за млађе категорије *Orange Bowl Florida, USA* 1995. године.

Рукометом се бавио по завршетку тениске каријере, пре, у току и по завршетку студија, на врхунском међународном нивоу. Био је члан клубова у највишем рангу такмичења у Србији, Немачкој, Швајцарској и Шпанији, са којима је освајао титуле државних првака и био учесник Лиге шампиона и европских купова.

Био је члан сениорске репрезентације Србије, са којом је наступио у 42 међународне утакмице. Као члан јуниорске репрезентације Србије био је победник Европског Првенства у Атини, Грчка 2000. године, када је био проглашен за најбољег играча и најбољег стрелца првенства. Добитник већег броја индивидуалних награда и признања током спортске каријере, међу којима и награде за најбољег спортисту града Ниша 2000. године.

Говори енглески, немачки и шпански језик, поседује знање рада на рачунарима у Windows окружењу (MS Office програмски пакет и SPSS for Windows).

Ожењен је Милицом, са којом има ћерку Уну и сина Луку.

13 ЗАХВАЛНОСТ

За успешан завршетак ове докторске дисертације неизмерну захвалност дугујем:

Драгим колегама са Факултета спорта и физичког васпитања Универзитета у Нишу: проф. др Драгани Берић, доц. др Ивани Бојић, проф. др Драгану Радовановићу, доц. др Ненаду Стошковићу, доц. др Немањи Станковићу и асистенту Зорану Милановићу за несебичну сарадњу, подстрек у бављењу научним радом и допринос професионалном и личном напретку.

Члановима стручног штаба, директору г. Ненаду Перуничу и свим играчима мушког рукометног клуба „Црвена звезда“ из Београда, учесницима Супер рукометне лиге Србије у сезони 2014/2015, за предусретљивост и сарадњу током реализације целог пројекта.





Универзитет у Нишу

Изјава 1.

ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ

Изјављујем да је докторска дисертација, под насловом
**УНУТАРСЕЗОНСКЕ ВАРИЈАЦИЈЕ ОДРЕЂЕНИХ МОТОРИЧКИХ И
ФИЗИОЛОШКИХ ПАРАМЕТАРА КОД РУКОМЕТАША**

која је одбрањена на Факултету спорта и физичког васпитања Универзитета у Нишу:

- резултат сопственог истраживачког рада;
- да ову дисертацију, ни у целини, ни у деловима, нисам пријављивао на другим факултетима, нити универзитетима;
- да нисам повредио ауторска права, нити злоупотребио интелектуалну својину других лица.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци, који су у вези са ауторством и добијањем академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада, и то у каталогу Библиотеке, Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Нишу, као и у публикацијама Универзитета у Нишу.

У Нишу, **17.9.2015. године**

Аутор дисертације: **Љубомир Павловић**

Потпис аутора дисертације:



Универзитет у Нишу

Изјава 2.

ИЗЈАВА

О ИСТОВЕТНОСТИ ШТАМПАНЕ И ЕЛЕКТРОНСКЕ ВЕРЗИЈЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Име и презиме аутора: **Љубомир Павловић**

Наслов дисертације: **УНУТАРСЕЗОНСКЕ ВАРИЈАЦИЈЕ ОДРЕЂЕНИХ
МОТОРИЧКИХ И ФИЗИОЛОШКИХ ПАРАМЕТАРА
КОД РУКОМЕТАША**

Ментор: **Проф. др Ивана Бојић**

Изјављујем да је штампана верзија моје докторске дисертације
истоветна електронској верзији, коју сам предао за уношење у
Дигитални репозиторијум Универзитета у Нишу.

У Нишу, **17.9.2015.** године

Потпис аутора дисертације:



Универзитет у Нишу

Изјава 3.

ИЗЈАВА О КОРИШЋЕЊУ

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Никола Тесла“ да, у Дигитални репозиторијум Универзитета у Нишу, унесе моју докторску дисертацију, под насловом:

УНУТАРСЕЗОНСКЕ ВАРИЈАЦИЈЕ ОДРЕЂЕНИХ МОТОРИЧКИХ И ФИЗИОЛОШКИХ ПАРАМЕТАРА КОД РУКОМЕТАША

Дисертацију са свим прилозима предао сам у електронском формату, погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију, унету у Дигитални репозиторијум Универзитета у Нишу, могу користити сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons), за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство (CC BY)
2. **Ауторство – некомерцијално (CC BY-NC)**
3. Ауторство – некомерцијално – без прераде (CC BY-NC-ND)
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима (CC BY-NC-SA)
5. Ауторство – без прераде (CC BY-ND)
6. Ауторство – делити под истим условима (CC BY-SA)

(Молимо да подвучете само једну од шест понуђених лиценци; опис лиценци дат је у наставку текста).

У Нишу, **17.9.2015.** године

Аутор дисертације: **Љубомир Павловић**

Потпис аутора дисертације:
