

**УНИВЕРЗИТЕТ У БАЊОЈ ЛУЦИ**  
**ФАКУЛТЕТ: ФИЗИЧКОГ ВАСПИТАЊА И СПОРТА**



**ИЗВЈЕШТАЈ**  
*о оцјени урађене докторске тезе*

**ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ**

На основу члана 71. Закона о високом образовању („Службени гласник РС“ бр 73/10, 104/11, 84/12, 108/13), Научно наставно вијеће Факултета физичког васпитања и спорта Универзитета у Бањој Луци је на 15. сједници, одржаној 17.12. 2014. године, донијело одлуку о формирању Комисије за преглед и оцјену урађене докторске дисертације кандидата мр Жељка Секулића под називом: *„Промјене индикатора анаеробног метаболизма током интермитентног рада максималног интензитета код фудбалера“*, у сљедећем саставу:

1. Др Ненад Понорац, ванредни професор, ужа научна област Физиологија, Универзитет у Бањој Луци, Медицински факултет Бања Лука, предсједник
2. Др Дејан Теремичић, ванредни професор, ужа научна област Спортске и рехабилитационе науке, Универзитет у Источном Сарајеву, Факултет физичког васпитања и спорта, члан
3. Др Слободан Горановић, редовни професор, ужа научна област Кинезиологија у спорту, Универзитет у Бањој Луци, Факултет физичког васпитања и спорта Бања Лука, члан, ментор

Сагласно одлуци о форми и садржини пријаве теме за израду докторске тезе (Сенат Универзитета у Бањој Луци, број:05-276-XLIII-17/11, од 27. 1. 2011. године), извјештају о оцјени подобности теме и кандидата за израду докторске тезе и извјештаја о оцјени урађене докторске тезе, Комисија подноси Наставно-научном вијећу Факултета физичког васпитања и спорта Универзитета у Бањој Луци следећи извјештај:

## 1. УВОДНИ ДИО ОЦЈЕНЕ ДОКТОРСКЕ ТЕЗЕ

Докторска теза кандидата мр Жељка Секулића под називом „Промјене индикатора анаеробног метаболизма током интермитентног рада максималног интензитета код фудбалера“ је написана на 136 страна формата А4, са двије посебне студије, садржи 20 табела, 19 слика и 131 референцу.

Дисертација садржи следећа поглавља:

### УВОД

#### ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ

Обрасци кретања у фудбалу са акцентом на спринт и понављање спринта

Физиолошки и метаболички захтјеви фудбалске игре

Узроци појаве замора у фудбалу

Опскрба енергијом код извођења кратке високоинтензивне активности (максимални појединачни спринт)

Опскрба енергијом код извођења високоинтензивних интермитентних активности (повнављање спринта) у фудбалу

Механизми замора код високоинтензивних интермитентних активности (повнављање спринта) у фудбалу

Промјене ацидо-базног статуса током високоинтензивних интермитентних активности (повнављање спринта)

Ензимски индикатори мишићног оштећења током извођења високоинтензивних интермитентних активности (повнављање спринта)

#### ПРОБЛЕМ ИСТРАЖИВАЊА

#### ЦИЉЕВИ ИСТРАЖИВАЊА

СТУДИЈА 1 – ПРОМЈЕНЕ ИНДИКАТОРА АЦИДО-БАЗНОГ СТАТУСА КОД ИЗВОЂЕЊА ВИСОКОИНТЕНЗИВНИХ ИНТЕРМИТЕНТНИХ АКТИВНОСТИ У ФУДБАЛУ

#### УВОД

#### МЕТОДЕ

Испитаници

Процедуре мјерења

Мјерење изведбе понављања спринта

Узорковање крви и биохемијске анализе

Статистичке анализе

#### РЕЗУЛТАТИ

Анализа резултата понављања спринта и параметара изведбе

Ацидо-базни статус и понављање спринта

ДИСКУСИЈА

ЗАКЉУЧАК

СТУДИЈА 2 – ПРОМЈЕНЕ МАРКЕРА МИШИЋНОГ ОШТЕЋЕЊА КОД ИЗВОЂЕЊА ВИСОКОИНТЕНЗИВНИХ ИНТЕРМИТЕНТНИХ АКТИВНОСТИ У ФУДБАЛУ

УВОД

МЕТОДЕ

Испитаници

Процедуре мјерења

Статистичке анализе

РЕЗУЛТАТИ

ДИСКУСИЈА

ЗАКЉУЧАК

ЛИТЕРАТУРА

## 2.УВОД И ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ

У уводном дијелу докторске дисертације кандидат је навео карактеристике савремене фудбалске игре, са посебном анализом удјела активности високог интензитета током игре. Посебно је наглашена улога понављања спринта, као једне од основних детерминатни квалитетне изведбе играча у току игре. Дати су основни показатељи процентуалне заступљености спринта у укупно пређеној дистанци, као и обрасци по којима се ова активност понавља током игре. У овом дијелу рада је дато неколико дефиниција које објашњавају појам способности понављања спринта (eng. repeated sprint ability) са нагласком на структуру спринта узимајући у обзир дужину трајања спринта и интервале њиховог понављања током игре. Затим је наглашена важност ове способности кроз приказ резултата одређених студија које су испитивале повезаност понављања спринта са одређеним параметрима квалитетне изведбе у фудбалу, као што су дистанца пређена трчањем високог интензитета и дистанца пређена у спринту. У уводном дијелу рада кандидат је резултатима релевантних истраживања објаснио важност способности понављања спринта у постизању врхунских резултата у савременом фудбалу. Након тога, представљена је важност појаве мишићног замора код извођења високоинтензивних интермитентних активности у фудбалу. Кандидат је навео на који начин се мишићни замор манифестује код извођења ових активности и на који начин се може процјењивати степен замора код фудбалера и начин како замор утиче на изведбу понављања спринта. Даље су набројани сви досад истраживани фактори

мишићног замора током понављања спринта, укључујући и матаболичку ацидозу и мишићна оштећења. Наглашена је потреба даљег истраживања фактора замора током понављања спринта ради минимизирања њиховог утицаја на квалитет изведбе током фудбалске игре. У поглављу Преглед литературе, кандидат је прво обрадио подручје анализе структуре кретања играча у току игре и дао основне показатеље физичког учинка играча, а након тога је навео резултате одређеног броја истраживања заступљености спринта током игре, као и анализу образаца понављања спринта узимајући у обзир дужину трајања спринта и учесталост понављања током игре. Кандидат је као закључак навео да је већина истраживања структуре кретања играча током игре усмјерена на анализу појединачног спринта, а да је се мали број истраживања бавио проблематиком понављања спринта. Након анализе структуре кретања играча, представљени су основни физиолошки и матаболички захтјеви савременог фудбала као интермитентне активности. У складу са физичким захтјевима игре, анализирана је ангажованост различитих матаболичких система и њиховог појединачног доприноса обезбјеђивању енергије за мишићни рад током игре. Посебно је наглашена појединачна улога анаеробног и аеробног матаболизма и њихов допринос у опскрби мишића енергијом. Такође је обрађена улога матаболизма угљених хидрата, масти и протеина у продукцији енергије за извођење различитих активности током фудбалске игре. Након анализе физиолошких и матаболичких захтјева фудбалске игре, анализиран је мишићни замор током игре, његове манифестације и потенцијални фактори замора. Дефинисан је појам привременог замора током игре након активности високог интензитета и замор на крају игре. Презентован је велики број истраживања која су се бавила потенцијалним факторима замора. Смањење количине доступног креатин фосфата и накупљање неорганског фосфата су наведени као могући разлози пада изведбе током игре. Затим су наведени и други потенцијални узроци замора током и на крају утакмице, као што су недостатак доступног АТР-а, накупљање ИМР-а у крви, матаболичка ацидоза, пражњење депоа гликогена, дехидрација итд. У посебном дијелу је обрађена опскрба енергијом код извођења појединачног спринта и значај различитих матаболичких система у ресинтези АТР-а током кратког појединачног спринта. Анализа је даље проширена на опскрбу енергијом током извођења више спринтева у серији, понављање спринта. Посебно је анализирана улога разградње креатин фосфата, затим улога анаеробне гликолизе као и удио аеробног матаболима у обезбјеђивању енергије за мишићни рад током понављања спринта. Кандидат је даље обрадио потенцијалне факторе замора током понављања спринта. Наведено је да је у досадашњим истраживањима узрока замора кориштен већи број протокола тестирања, како лабораторијских тако и теренских, и наведена су методолошка ограничења примјене ових модела тестирања изведбе понављања спринта. Објашњен је и начин процјене степена замора током понављања спринта, а посебно су описани параметри који се користе за вредновање квалитета изведбе тестова (процентуални пад изведбе, укупно и просјечно вријеме спринта). Набројани су сви потенцијални фактори замора који утичу на пад изведбе и сврстани су у двије групе, мишићни и нервни фактори. У оквиру групе мишићних фактора наведени су и објашњени следећи фактори, промјене мишићне ексцитабилности, доступност креатин фосфата за ресинтезу АТР-а, доступност гликогена и доступност кисеоника за мишићни рад, матаболичка ацидоза. Утицај матаболичке ацидозе на појаву замора током понављања спринта је посебно обрађен у оквиру овог поглавља, пошто се и највећи дио истраживања у оквиру ове тезе односио управо на овој фактор замора. У последњем дијелу прегледа литературе, обрађен је сегмент мишићног оштећења као једног од важних фактора

замора након фудбалске утакмице. У оквиру анализе мишићног оштећења нарочито су анализиране промјене концентрације ензима у крви настале оштећењем мишићних влакана током понављања спринта. Допринос овог истраживања је у томе што је улога метаболичке ацидозе у настанку мишићног замора током понављања спринта додатно разјашњена анализом параметара ацидо-базног статуса, односно значај појединих пуферских система у неутралисању промјена концентрације јона водоника. Поређењем резултата гасних анализа између фудбалера различитог ранга такмичења дат је допринос разумијевању адаптације организма спортисте на промјене кисело-базне хомеостезе током извођења високоинтензивних интермитентних активности. Поред тога, постоји веома мали број истраживања проблема мишићних оштећења током извођења тестова понављања спринта, па је ово истраживање значајан допринос бољем разумијевању улоге мишићних оштећења у појави замора током понављања спринта а на основу анализе промјена биохемијских параметра. У оквиру поглавља Циљеви истраживања кандидат је навео основне циљеве истраживања проведеног приликом израде докторске дисертације. У оквиру Студије 1, циљеви су били следећи: - утврдити у којој мјери понављање спринта узрокује стање метаболичке ацидозе, - испитати да ли постоји разлика између фудбалера различитог нивоа такмичења у нивоу индикатора ацидо-базног статуса, - утврдити ниво способности пуферских система организма у регулисању ацидо-базног статуса код обе групе фудбалера. У оквиру Студије 2, циљеви су били следећи: - утврдити степен мишићног оштећења послје понављања спринта на основу концентрација интрацелуларних протеина (СК и LDH) код обе групе фудбалера, - испитати разлике између аматера и професионалаца у степену мишићног оштећења на основу концентрација ензима СК и LDH.

### 3. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

У оквиру поглавља Методе, кандидат је прво описао узорак испитаника који су учествовали у овом истраживању. Узорак испитаника је сачињавало 30 фудбалера подијелих у два субузорка, 15 фудбалера професионалног ранга такмичења и 15 фудбалера аматерског ранга такмичења. Сви испитаници су потписали писмени пристанак за учешће у истраживању након што су били упознати са евентуалним ризицима и нелагодностима везаним за провођење протокола тестирања и узимањем узорка крви. Након узорка испитаника, описане су процедуре мјерења које су кориштене за прикупљање података за даље анализе. Прво је детаљно описан протокол понављања спринта, односно организација и начин извођења теста, као и начин израчунавања основних параметра квалитета изведбе (укупно и просјечно вријеме спринта, процентуални пад изведбе). Након тога је описан протокол узимања узорка венске и капиларне крви за даље биохемијске анализе. Наведено је да су узорци крви узимани прије теста, непосредно након теста и након три минуте опоравка. Кандидат је такође навео уређаје који су кориштени за анализу узорка крви, као и да су узорци обрађени у Биохемијској лабораторији Клиничког центра Бања Лука протоколима који се користе у тој лабораторији. У овом поглављу су набројани и сви параметри ацидо-базног статус који су анализирани у овом истраживању, као и ензими кориштени за процјену степена мишићног оштећења. Параметри ацидо-базног статуса који су кориштени у истраживању били су киселост крви, парцијални притисак угљен диоксида, парцијални притисак кисеоника, сатурација кисеоником, концентрација

бикарбоната, концентрација лактата, док су од ензима кориштени креатин киназа и лактат дехидрогеназа. Након тога су описане статистичке анализе које су кориштене за обраду добијених података. Наведено је да су за обраду података кориштени статистички програми SPSS 20 и MedCalc 12. За тестирање нормалности дистрибуције резултата кориштен је Вилкс-Шапиро тест, а сви резултати су представљени аритметичким срединама и стандардним девијацијама. Разлике вриједности параметра ацидо-базног статуса између три мјерења су тестиране анализом варијансе за поновљена мјерења, са накнадним поређењем и Бонферони корекцијом. Иста анализа је примијењена и за утврђивање статистичке значајности разлика изведбе спринта. Разлике вриједности концентрације ензима прије и после теста су тестиране т-тестом за зависне узорке. Разлика између аматера и професионалаца у погледу индикатора ацидо-базног статуса, као и параметра изведбе спринта и степена мишићног оштећења тестирана је примјеном т-теста за независне узорке. Величина разлике је одређена на основу параметра снаге разлике (Cohen d), а интерпретирана је према препорукама које је дао Хопкинс (2004). Још је кориштена и анализа коваријансе у случајевима гдје је регистрована статистички значајна разлика између двије групе фудбалера на првом мјерењу.

#### 4. РЕЗУЛТАТИ И НАУЧНИ ДОПРИНОС ИСТРАЖИВАЊА

У оквиру поглавља Резултати истраживања, кандидат је прегледно табеларно и графички приказао резултате до којих је дошао током провођења истраживања у оквиру двије засебне студије. У првом дијелу поглавља, приказани су резултати изведбе теста понављања спринта анализом резултата унутар обе групе фудбалера засебно, али и поређењем резултата изведбе спринта између фудбалера 1. и 3. лиге. Резултати су показали да је током понављања спринта дошло до статистички значајног пада изведбе који је изражен падом брзине трчања интермитентним понављањем спринта. Такође је закључено да су независно од пада изведбе, фудбалери вишег ранга такмичења имали статистички значајно већу брзину трчања током изведбе свих шест спринта од фудбалера нижег ранга такмичења. Поред тога, фудбалери 1. лиге су имали статистички значајно боље параметре изведбе спринта, укупно вријеме спринта и просјечно вријеме спринта. Међутим, фудбалери различитог нивоа такмичења се нису значајно разликовали у паду изведбе понављања спринта који је био израчунат као процентуални пад изведбе у односу на најбржи спринт. Након анализе параметра изведбе понављања спринта, кандидат је анализирао промјене параметара ацидо-базног статуса током извођења теста понављања спринта код обе групе испитаника, као и међусобне разлике испитаника у погледу реакције организма на нарушену ацидо-базну равнотежу. Наведено је да је понављање спринта узроковало значајан пад рН крви код обе групе испитаника, односно да је регистровано стање метаболичке ацидозе након завршеног теста. Вриједности рН крви након теста се нису значајно разликовале између двије групе фудбалера, што значи да је метаболичка ацидоза била подједнако присутна код обе групе фудбалера без обзира на ниво такмичења. Резултати су такође показали значајан пораст концентрације лактата у крви након теста, с тим да су фудбалери нижег ранга такмичења имали статистички значајно више вриједности у односу на фудбалере вишег ранга такмичења. Пошто су добијени резултати потврдили стање метаболичке ацидозе, у наредним дијеловима поглавља кандидат је изнио параметре који су везани за различите пуферске системе организма. Ниво бикарбоната у крви је био статистички значајно нижи након теста код обе групе испитаника. Фудбалери 1.

лиге су имали након теста нешто вишу концентрацију бикарбоната у крви, а разлика је била статистички значајна на нивоу 0.05. Регистрован је такође значајан пад парцијалног притиска угљен диоксида у крви након теста понављања спринта, с тим што је пад био израженији код фудбалера нижег ранга такмичења. Парцијални притисак кисеоника је значајно порастао током теста, а вриједности након теста су биле статистички значајно више него прије теста, код обе групе фудбалера.

Сатурација крви кисеоником се није значајно мијењала током и након теста код обе групе испитаника. Поред параметара ацидо-базног статуса, током теста понављања спринта је мјерена и концентрација глукозе у крви. Понављање спринта је узроковало значајно повећање концентрације глукозе у крви, а вриједности након теста и након три минуте опоравка су биле статистички значајно више него прије теста. Нису забиљежене статистички значајне разлике концентрације глукозе у крви између фудбалера различитог ранга такмичења након теста и након три минуте опоравка. Из добијених резултата истраживања је закључено да извођење високоинтензивних интермитентних активности високог интензитета доводи до стања метаболичке ацидозе, односно до значајног повећања концентрације јона водоника у крви. Такође је закључено да нарушавање ацидо-базне равнотеже покреће бикарбонатни и респираторни пуферски систем, а реакција ових система се разликује између двије групе фудбалера. Поред тога, закључено је и да се двије групе испитаника значајно разликују у нивоу продукованих лактата током теста, с тим што је организам фудбалера професионалаца вјероватно мање користио анаеробну гликолизу у производњи енергије за мишићни рад, а и искористивост лактата као супстрата у различитим метаболичким процесима је била већа код професионалаца. Пораст концентрације глукозе у крви током и након теста понављања спринта је показао значајну улогу метаболизма угљених хидрата у опскрби мишића енергијом током понављања спринта, као у процесу анаеробне гликолизе, тако и током аеробне разградње глукозе.

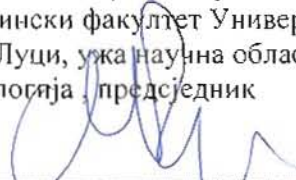
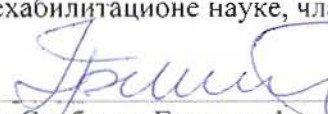

Током Студије 2 је анализиран утицај понављања спринта на појаву мишићних оштећења. Мишићна оштећења су наведена као један од важних фактора замора након фудбалске игре. У овом истраживању су праћене промјене концентрација унутарћелијских протеина (ензима) током теста понављања спринта. Кандидат је навео да је понављање спринта довело до значајног повећања концентрације ензима креатин киназе и лактат дехидрогеназе. Вриједности ензима након теста су биле статистички значајно више него прије теста код обе групе испитаника. Нису забиљежене статистички значајне разлике концентрација ензима након теста између фудбалера различитог ранга такмичења. Закључено је да понављање спринта са успоравањима, наглим заустављањима и помјенама правца кретања уз наглашене ексцентричне контракције, узрокује значајна мишићна оштећења која могу нарушити квалитет изведбе у периоду након завршене активности. Закључено је такође да нема разлика у степену мишићног оштећења између фудбалера различитог квалитета такмичења.

Добијени резултати у овом раду представљају значајан допринос истраживања проблематике способности понављања спринта, као важној компоненти од које зависи квалитетна изведба фудбалера у току игре. Дат је значајан допринос истраживању утицаја метаболичке ацидозе и мишићних оштећења на појаву замора који може имати негативан утицај на изведбу током фудбалске игре. Резултати овог истраживања сугеришу потребу за даљим усавршавањем тренажних метода и метода опоравка ради наутралисања ефеката ацидозе и траума мишића на квалитет изведбе.

## 5. ЗАКЉУЧАК И ПРИЈЕДЛОГ

Сматрамо да је кандидат мр Жељко Секулић у потпуности испунио задатке који су предвиђени постављеним циљевима ове докторске дисертације. Досадашњи приступ проблематици идентификовања фактора који утичу на квалитет изведбе понављања спринта у фудбалу кандидат је овим истраживањима проширио и употпунио анализом утицаја метаболичке ацидозе и мишићног оштећења. Комисија констатује да је ова докторска дисертација написана у складу са образложењима и циљевима наведеним у пријави теме, да садржи све битне елементе и да даје оригиналан допринос науци. Узимајући у обзир добијене резултате, на основу укупне оцјене рада Комисија сматра да ова докторска дисертација представља оригинални научни допринос и са задовољством предлаже Наставно-научном вијећу Факултета физичког васпитања и спорта у Бањој Луци да прихвати извјештај Комисије за преглед и оцјену докторске дисертације мр Жељка Секулића под насловом „Промјене индикатора анаеробног метаболизма током интермитентног рада максималног интензитета код фудбалера“.

### ПОТПИС ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

1. Др Ненад Понорац, ванредни професор, Медицински факултет Универзитета у Бањој Луци, ужа научна област Физиологија, председник  

2. Др Дејан Ђеремићић, ванредни професор, Факултет физичког васпитања и спорта Универзитета у Источном Сарајеву, ужа научна област Спортске и рехабилитационе науке, члан  

3. Др Слободан Горановић, редовни професор, Факултет физичког васпитања и спорта Универзитета у Бањој Луци, ужа научна област Кињезологија у спорту, члан ментор  


ИЗДВОЈЕНО МИШЉЕЊЕ: Члан комисије који не жели да потпише извјештај јер се не слаже са мишљењем већине чланова комисије, дужан је да унесе у извјештај образложење, односно разлог због којих не жели да потпише извјештај.