



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ

ФАКУЛТЕТ СПОРТА И ФИЗИЧКОГ ВАСПИТАЊА

Вук Б. Стевановић

**АКУТНИ ЕФЕКТИ РАЗЛИЧИТИХ САДРЖАЈА
УВОДНО-ПРИПРЕМНОГ ДЕЛА ТРЕНИНГА НА
МОТОРИЧКЕ СПОСОБНОСТИ И НЕУРОМИШИЋНУ
АДАПТАЦИЈУ КОШАРКАША**

Докторска дисертација

Нови Сад, 2016



UNIVERSITY OF NOVI SAD

FACULTY OF SPORT AND PHYSICAL EDUCATION

Vuk B. Stevanović

**ACUTE EFFECTS OF DIFFERENT TYPES OF
WARM-UP AND STRETCHING ON MOTOR
ABILITIES AND NEUROMUSCULAR ADAPTATION
OF BASKETBALL PLAYERS**

Doctoral Dissertation

Novi Sad, 2016

УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ФАКУЛТЕТ СПОРТА И ФИЗИЧКОГ ВАСПИТАЊА

КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА

Редни број: РБР	
Идентификациони број: ИБР	
Тип документације: ТД	Монографска документација
Тип записа: ТЗ	Текстуални штампани материјал
Врста рада: ВР	Докторска дисертација
Име и презиме аутора: АУ	Вук Б. Стевановић
Ментор: МН	Доц. др Марко Стојановић
Наслов рада: НР	Акутни ефекти различитих садржаја уводно-припремног дела тренинга на моторичке способности и неуромишићну адаптацију кошаркаша
Језик публикације: ЛП	Српски
Језик извода: ЛИ	Српски/енглески.
Земља публикавања: ЗП	Србија
Уже географско подручје: УГП	Војводина

Година: ГО	2016.
Издавач: ИЗ	Ауторски репринт
Место и адреса: МА	21000 Нови Сад, Ловћенска 16 Србија
Физички опис рада: ФО	8 поглавља / 103 странице / 15 слика / 15 табела / 131 референца / 20 прилога
Научна област: НО	Физичко васпитање и спорт
Научна дисциплина: НД	Основне научне дисциплине у спорту и физичком васпитању - Кошарка
Предметна одредница, кључне речи: ПО	загревање, статичко истезање, динамичко истезање, моторичке способности, неуромишићна адаптација, кошаркаши, флексибилност, експлозивна снага ногу, брзина, агилност, X рефлекс
УДК	796.323 (043.3)
Чува се: ЧУ	Библиотека Факултета за спорт и физичко васпитање у Новом Саду, Ловћенска 16, 21000 Нови Сад, Србија
Важна напомена: ВН	Нема
Извод: ИЗ	Стр. vii - x
Датум прихватања теме од стране Сената: ДП	
Датум одбране: ДО	
Чланови комисије: КО	председник: др Марко Стојановић, доцент члан: др Јелена Обрадовић, редовни професор члан: др Игор Вучковић, ванредни професор члан: др Милан Јелић, научни сарадник

UNIVERSITY OF NOVI SAD
FACULTY OF SPORT AND PHYSICAL EDUCATION

KEY WORD DOCUMENTATION

Accession number: ANO	
Identification number: INO	
Document type: DT	Monograph documentation
Type of record: TR	Textual printed material
Contents code: CC	Doctoral dissertation
Author: AU	Vuk B. Stevanović
Mentor: MN	Marko Stojanović, PhD
Title: TI	Acute effects of different types of warm-up and stretching on motor abilities and neuromuscular adaptation of basketball players
Language of text: LT	Serbian
Language of abstract: LA	Serbian / English
Country of publication: CP	Serbia
Locality of publication: LP	Vojvodina

Publication year: PY	2016.
Publisher: PU	Author reprint
Publication place: PP	21000 Novi Sad, Lovćenska 16 Serbia
Physical description: PD	8 chapters / 103 pages / 15 pictures / 15 tables / 131 references / 20 contributions
Scientific field SF	Physical Education and Sport
Scientific discipline SD	Fundamental scientific disciplines in physical education and sport - Basketball
Subject, Key words SKW	warm-up, static stretching, dynamic stretching, motor abilities, neuromuscular adaptation, basketball players, flexibility, explosive leg strength, speed, agility, H reflex
UC	796.323 (043.3)
Holding data: HD	Faculty of Sport and Physical Education Library, Lovćenska 16, 21000 Novi Sad, Serbia
Note: N	None
Abstract: AB	p. vii - x
Accepted on Senate on: AS	
Defended: DE	
Thesis Defend Board: DB	president: dr Marko Stojanović, Assistant Professor member: dr Jelena Obradović, Full Professor member: dr Igor Vučković, Associate Professor member: dr Milan Jelić, Scientific Associate

Ментор:

др Марко Стојановић

- доцент (Универзитет у Новом Саду, Факултет спорта и физичког васпитања)

Чланови комисије:

др Јелена Обрадовић

- редовни професор (Универзитет у Новом Саду, Факултет спорта и физичког васпитања)

др Игор Вучковић

- ванредни професор (Универзитет у Бањалуци, Факултет физичког васпитања и спорта)

др Милан Јелић

- научни сарадник (Универзитет у Београду, Институт за медицинска истраживања)

Датум одбране

Захваљујем се,

Ментору доц. др Марку Стојановићу и члановима комисије, редовном професору др Јелени Обрадовић и ванредном професору др Игору Вучковићу на пруженој помоћи током свих фаза израде ове дисертације.

Члану комисије, коментору, колеги и пријатељу, научном сараднику др Милану Јелићу за помоћ у прикупљању података, реализацији експеримената и конструктивним саветима који су учинили овај рад квалитетнијим, као и колеги и пријатељу, истраживачу сараднику Невени Кардум на пруженој помоћи током писања дисертације.

Међународном кошаркашком кампу „Cross-over“ за помоћ око регрутације испитаника који су учествовали у експерименту.

Својим некадашњим и садашњим играчима, колегама тренерима, као и матичном клубу, КК Пробаскету из Београда на безрезервној помоћи при извођењу експеримената.

Својим родитељима, мајци Јасмини и оцу Бобану, као и брату Стевану на разумевању, стрпљењу и речима охрабрења у моментима када је било најтеже.

Осталим члановима породице, драгим пријатељима и колегама на пруженој подршци.

Аутор

НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Акутни ефекти различитих садржаја уводно-припремног дела тренинга на моторичке способности и неуромишићну адаптацију кошаркаша

РЕЗИМЕ:

Циљ рада: Циљ истраживања је да се утврди разлика у акутним ефектима статичког (СИ) и динамичког истезања (ДИ), у комбинацији са специфичним кошаркашким загревањем (СКЗ), на флексибилност, експлозивну снагу ногу, брзину, агилност и неуромишићну адаптацију кошаркаша јуниорског узраста.

Метод: Истраживање у оквиру ове докторске тезе су чинила два одвојена експеримента, један спроведен у теренским условима, и други спроведен у лабораторијским. Оба су била „*cross-over*“ дизајна. У теренском експерименту је учествовало 46 кошаркаша (узраста $17 \pm 0,83$ година), док је у лабораторијском учествовало 12 (узраста $17,7 \pm 0,49$ година). У теренском експерименту су тестиране четири моторичке способности. За процену флексибилности коришћен је тест досезања у седећем претклону, експлозивна снага ногу је процењивана уз помоћ вертикалног скока са контактне плоче, брзина трчањем на 20 метара, док је Т тест коришћен за процену агилности. У лабораторијском експерименту је као мера неурофизиолошке адаптације коришћена промена ексцитабилности α -мотонеурона, која је представљена као однос Хофмановог (Х) рефлекса и М таласа (Х/М). За њихово одређивање се користио *Medelec ST-10* стимулатор (Medelec, Old Woking, UK). Површинске електромиографске електроде су биле постављене на унутрашњој глави *m.gastrocnemius*-а одскочне ноге, применом тзв. „*belly-tendon*“ монтаже. Као третмани, у оба експеримента су коришћени протокол статичког и протокол динамичког истезања, уз комбинацију са специфичним кошаркашким загревањем. Мерења су се у оба експеримента изводила у 3 временске тачке и то пре протокола истезања, одмах након протокола истезања (а пре специфичног кошаркашког загревања) и одмах након специфичног кошаркашког загревања.

Резултати: Резултати истраживања показују да постоје одређене разлике акутних ефеката комбинација протокола СИ+СКЗ и ДИ+СКЗ. Комбинација протокола СИ+СКЗ је повољније утицала на експлозивну снагу ногу и на агилност кошаркаша јуниорског узраста. Ефекти обе комбинације протокола су били готово идентични на флексибилност, а разлика је изостала и у ефектима на брзину, иако је пре СКЗ био

уочљив негативан ефекат СИ. Однос Х/М се значајно разликовао одмах након истезања, када је СИ значајно оборило однос, али су се те разлике изгубиле након примене СКЗ.

Закључак: Посматрајући ефекте комбинације протокола СИ+СКЗ и ДИ+СКЗ на моторичке способности и неуромишићну адаптацију кошаркаша јуниорског узраста, може се закључити да је примена СИ+СКЗ препоручљивија у свакодневном тренингу и такмичењу.

КЉУЧНЕ РЕЧИ: загревање, статичко истезање, динамичко истезање, моторичке способности, неуромишићна адаптација, кошаркаши, флексибилност, експлозивна снага ногу, брзина, агилност, Х рефлекс.

НАУЧНА ОБЛАСТ: Физичко васпитање и спорт

УЖА НАУЧНА ОБЛАСТ: Основне научне дисциплине у спорту и физичком васпитању - Кошарка

УДК БРОЈ: 796.323 (043.3)

TITLE OF DOCTORAL DISSERTATION:

Acute effects of different types of warm-up and stretching on motor abilities and neuromuscular adaptation of basketball players

ABSTRACT

Objective: The aim of this study was to determine the difference of acute effects of static stretching (SS) and dynamic stretching (DS), in combination with specific basketball warm-up (SBWU), on flexibility, explosive leg strength, speed, agility and neuromuscular adaptation of basketball players U18.

Methods: This study consisted of two separated experiments, first in field conditions, and second conducted in laboratory. Both had „*cross-over*“ design. Forty-six basketball players (age: $17\pm 0,83$ years) participated in field experiment, while twelve participated in laboratory experiment (age $17,7\pm 0,49$ years). In field experiment, four motor abilities were tested. *Seat and rech* test was used for the evaluation of flexibility, explosive leg strength was evaluated by vertical jump from contact plate, speed by 20m run, and T test was used for agility testing. In laboratory experiment, the excitability of α -motoneuron was taken for the evaluation of neuromuscular adaptation. It is presented as a ratio of the maximal amplitudes of Hoffman (H) reflex and M wave (H/M). For their determining we used *Medelec ST-10* stimulator (Medelec, Old Woking, UK). Surface electromyographic (EMG) electrodes were placed over the *m.gastrocnemius medialis*, and Achilles tendon, in a „belly-tendon“ montage. In both experiments, SS protocol and DS protocol, in the combination with SBWU, were used as a treatment. Measures were taken in 3 time points: before the stretching, immediately after stretching (and before SBWU) and immediately after the SBWU.

Results: Results of this study showed that there are certain differences in acute effects of combination of protocols SS+SBWU and DS+SBWU. Combination of protocols SS+SBWU had more positive influence on explosive leg strength and agility of U18 basketball players. The effects of both protocols were almost the same on flexibility, and there was no noticeable difference in effects on speed, although before SBWU there was significant negative of SS. Immediately after the stretching there was significant difference in H/M ratio, it was significantly lower after the SS, but after the application of SBWU, differences disappeared.

Conclusion: Regarding the effects of SS+SBWU and DS+SBWU protocols on motor abilities and neuromuscular adaptation of U18 basketball players, it could be concluded that the use of SS+SBWU is more preferable in everyday practice and competition.

KEYWORDS: warm-up, static stretching, dynamic stretching, motor abilities, neuromuscular adaptation, basketball players, flexibility, explosive leg strength, speed, agility, H reflex.

SCIENTIFIC AREA: Physical Education and Sport

CLOSE SCIENTIFIC FIELD: Fundamental Scientific Disciplines in Sport and Physical Education - Basketball

UDK NUMBER: 796.323 (043.3)

СКРАЋЕНИЦЕ

A/Д	Аналого-дигитални
АС	Аритметичка средина
БРЗ	Брзина на 20 метара
БРС	Брзина развоја силе
ВС	Вертикалан скок
ДИ	Протокол динамичког истезања; Динамичко истезање
ДИ+СКЗ	Комбинација протокола динамичког истезања и специфичног кошаркашког загревања
ЕМГ	Електромиографија; Електромиографски снимак
енг.	Превод појма на енглески језик
КВ	Коефицијент варијације
КС	Колмогоров-Смирнов тест нормалности расподеле
<i>Kurt.</i>	Куртозис (Kurtosis), коефицијент мере хомогености расподеле
LSD	Фишеров <i>post hoc</i> тест (Least Significant Difference)
m.	Мишић (musculus)
MTJ	Мишићно-тетивна јединица
<i>p</i>	Вероватноћа
ПАП	Постаktivацијска потенцијација
ПНФ	Проприоцептивна неуромускуларна фасилитација
СД	Стандардна девијација
СЕК	Серија еластичне компоненте
СЕМ	Стандардна грешка (Standard Error of the Mean)

СИ	Протокол статичког истезања; Статичко истезање
<i>Skew.</i>	Скјунис (Skewness), коефицијент мере асиметрије расподеле резултата
СКЗ	Специфично кошаркашко загревање
ССЗ	Спорт-специфично загревање
СИ+СКЗ	Комбинација протокола статичког истезања и специфичног кошаркашког загревања
T0	Време пре интервенције; Време иницијалног тестирања
T1	Време одмах након прве интервенције
T2	Време одмах након друге интервенције; Време финалног тестирања
ТВ	Телесна висина
ТМ	Телесна маса
ТТ	Т тест за процену агилности
ФЛ	Флексибилност
Х/М	Однос максималних амплитуда Х рефлекса и М таласа

САДРЖАЈ

1	УВОД	1
1.1	О КОШАРЦИ	1
1.1.1	<i>Кратак историјат</i>	1
1.1.2	<i>Анализа кошаркашке игре</i>	2
1.2	СПОРТСКИ ТРЕНИНГ	4
1.3	УВОДНО-ПРИПРЕМНИ ДЕО ТРЕНИНГА	5
1.3.1	<i>Истезање</i>	6
1.3.1.1	Статичко истезање	6
1.3.1.2	Динамичко истезање	8
1.4	СПОРТ-СПЕЦИФИЧНО ЗАГРЕВАЊЕ	9
1.5	НЕКЕ СПЕЦИФИЧНОСТИ ПОЗНЕ АДОЛЕСЦЕНЦИЈЕ	9
1.6	МОТОРИЧКЕ СПОСОБНОСТИ	10
1.6.1	<i>Експлозивна снага ногу</i>	11
1.6.2	<i>Брзина</i>	12
1.6.3	<i>Агилност</i>	12
1.7	НЕУРОМИШИЋНА АДАПТАЦИЈА	13
1.7.1	<i>Електромиографија</i>	13
1.7.2	<i>Мишићни рефлекси</i>	16
1.7.3	<i>Хофманов Х рефлекс и М талас</i>	18
2	ДОСАДАШЊА ИСТРАЖИВАЊА	24
3	ПРОБЛЕМ, ПРЕДМЕТ, ЦИЉЕВИ ИСТРАЖИВАЊА	30
4	ХИПОТЕЗЕ ИСТРАЖИВАЊА	31
5	МЕТОДЕ КОРИШЋЕНЕ У ИСТРАЖИВАЊИМА	32
5.1	ИСПИТАНИЦИ	32
5.2	УЗОРАК ВАРИЈАБЛИ	34
5.2.1	<i>Морфолошка мерења</i>	34
5.2.2	<i>Моторичка мерења</i>	35
5.2.3	<i>Неурофизиолошка мерења</i>	36
5.3	УВОДНО-ПРИПРЕМНИ ДЕО ТРЕНИНГА	37
5.3.1	<i>Протокол статичког истезања</i>	38
5.3.2	<i>Протокол динамичког истезања</i>	38
5.4	ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ДИЗАЈН	40
5.5	СТАТИСТИЧКА АНАЛИЗА	40
6	РЕЗУЛТАТИ	42
7	ДИСКУСИЈА	56
8	ЗАКЉУЧЦИ ИСТРАЖИВАЊА	74
9	ЛИТЕРАТУРА	75
10	ПРИЛОЗИ	87
11	БИОГРАФИЈА АУТОРА	99
12	ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ	101

13 ИЗЈАВА О ИСТОВЕТНОСТИ ШТАМПАНЕ И ЕЛЕКТРОНСКЕ ВЕРЗИЈЕ ДОКТОРСКОГ РАДА	102
14 ИЗЈАВА О КОРИШЋЕЊУ	103

1 УВОД

1.1 О кошарци

1.1.1 Кратак историјат

Доктор Џејмс Нејсмит није ни сањао тог 21. децембра 1891. године да ће игра коју је презентовао студентима YMCA школе у Спрингфилду (држава Масачусетс), постати један од најпопуларнијих и најраспрострањенијих спортова на свету.

Добио је задатак од директора за спорт и физичко васпитање, др Галика, да измисли активност која ће имати елементе игре и која ће анимирати студенте да их задржи у гимнастичкој сали. После двонедељног размишљања, листања књига и проматрања других спортова, др Нејсмит је креирао КОШАРКУ.

„Кошарку сам смислио као игру у којој ће млади моћи да употребљавају свој ум и снагу без ексцеса који би их претворили у инструменте зла.“ умео је да каже др Нејсмит.

Само месец дана касније, одиграна је прва званична утакмица између професора и студената Међународне YMCA тренерске школе (International YMCA Training School) у Спрингфилду, држава Масачусетс. На 10 стопа (3,05m) високом балкону налазила се корпа, на терену су биле две екипе по 9 играча, дриблинг је био забрањен... Убрзо, читав континент је причао о новој игри. Људе су занимала правила, па је др Нејсмит поштом слао својих оригиналних 13 правила.

Експанзија је била незамислива како на северноамеричком континенту, тако и на осталим. Већ 1893. године кошарка је стигла у Европу, тачније у Француску, нешто касније и у Аустралију и Азију. Године 1896. и Јужна Америка је видела кошарку у Бразилу.

Кошарка је у почетку била игра која ставља вештину испред снаге, спретност изнад брзине, прецизност изнад грубости. Иако веома занимљива тадашњим студентима, била је веома статична у поређењу са данашњом кошарком. Променама и допунама правила игре, које су имале за циљ да учине игру интересантнијом и да омогуће играчима различитих способности да имају свој допринос у игри, кошарка је постајала све динамичнија, муњевитом брзином је добијала све већи број поклоника, а самим тим и све већу популарност. Кошарка се данас сматра игром прецизности, тајминга, тачности

и агилности. Мењање карактеристика саме игре и повећање атлетских способности играча од средњошколског до професионалног ранга, захтевају већу посвећеност физичкој припреми играча.

1.1.2 Анализа кошаркашке игре

Кошарку игра пет играча по тиму (до седам резервних играча се налази на клупи), на терену прописане дужине од 28m, док је ширина терена 15m (према ФИБА правилима; НБА терен је дугачак 28,65m, широк 15,24m). Трајање утакмице је најчешће четири пута по 10-12 минута, не укључујући могуће продужетке.

Сама игра је континуирана активност. Њен ток се најчешће дефинише кроз две фазе: напад и одбрана, или три фазе: напад, одбрана и транзиција, односно прелазак из напада у одбрану и обратно. Прелазак из напада у одбрану се одвија без икаквих дисконтинуираности у игри. Игра се прекида само када постоје прекршаји правила (фаулови, кораци, аут...), тајм-аути (ограничен број), или прекиди између сваке четвртине (или полувремена у колеџ кошарци). Измене су дозвољене, али само за време прекида игре. Нема ограничења у броју измена.

Карактер интензитета игре је интермитентан. Зависно од стратегије или „филозофије“ тренера, игра може бити вишег или нижег интензитета. Зависно од противника или околности у игри (нпр. разлика у поенима), тренер може да промени стил игре свог тима. Неколико битних фактора који се тичу тима могу да утичу на тренерову одлуку који ће се стил игре форсирати, користити. Кошаркашке и кондиционе способности играча једног тима утичу и на одлуку тренера коју стратегију може успешно да користи.

Број играча за које тренер сматра да могу да играју унутар система тј. стила игре, утиче на ротацију играча у току игре (измене). И повреде доста утичу на ротацију играча. Ови фактори имају велики утицај и на физиолошке захтеве према кошаркашима, који би требало да буду специфичнији стилу игре сваког респектабилног тима (Hoffman & Maresh, 2000).

Одређене промене правила из 2000. године, када је скраћено време за напад са 30 на 24 секунде, и време за пренос лопте на супарничку половину са 10 на 8 секунди, довеле су и до промена у многим параметрима саме игре. Пре промене правила, играчи су прелазили између 4500 – 5000 метара у току 40 – минутне утакмице (2x20 минута), различитим кретањима у више праваца, као што су ходање, трчање, кретања у ставу и

разне врсте скокова (Crisafulli et al., 2002). Након промене правила, пређена дистанца се повећала на чак 7558 ± 575 метара (Ben Abdelkrim et al., 2010). Било како било, да би се извела таква кретања, потребно је да се укључе и аеробни и анаеробни метаболички системи (Ciuti et al., 1996).

МекИнис и колеге (McInnes, Carlson, Jones, & MyKenna, 1995) су направили категоризацију кретних шема кошаркашке игре. У тој студији, истраживачи су раздвојили шеме кретања на осам различитих категорија (стајање/шетање, цог, трчање, спринт, споро, средње или брзо проклизавање у ставу, и скок). Њихови резултати показују интермитентну природу кошарке помоћу уочених 997 ± 183 промена у кретању током 48 - минутног меча. Ово је једнако промени кретања на сваке 2 секунде (за играче који су просечно у игри проводили 36,3 минута). Кретања у ставу (свих интензитета) су била најчешћа у току игре, одмах затим су трчања (од цога до спринта) и шетање/ходање. Скокови су се јављали у свега 4,6% кретања (Табела 1). Након промене правила, број промена у кретању се повећао на 1050 ± 51 у току једне утакмице, а процентуална учесталост се није значајно променила (Ben Abdelkrim et al., 2010).

Табела 1. Учесталост кретања у игри.

Врста кретања	Учесталост у игри
Став	34,6%
Трчања	31,2%
Скокови	4,6%
Шетање/Ходање	29,6%

Кретања окарактерисана као високоинтензивна су уочена једном на сваку 21 секунду игре. Када се узму у обзир високоинтензивна кретања у ставу, скокови и спринтеви, истраживачи су истакли да је само 15% (16,1% након промене правила) времена ефективне игре проведено у високоинтензивним активностима. С друге стране, 65% активног времена је проведено у активностима интензивнијим од шетања. Чини се да се већина активности у кошаркашкој игри изводи у аеробним условима. Треба ипак напоменути да су субјекти у овом истраживању били играчи Аустралијске националне лиге, те да се њихов стил игре вероватно доста разликује од стилова у другим лигама (NBA, NCAA, Евролига...).

Тешко је пружити прецизне процене физиолошких захтева наметнутих у току такмичарских кошаркашких утакмица. Ограничен број података је могуће добити преко

физиолошких одговора за време утакмице. Такође, директно упоређивање варијабли између различитих истраживања може да буде проблематично због разлика у нивоу игре, као и индивидуалним разликама у годинама, полу, кондиционом статусу (Hoffman & Maresh, 2000).

1.2 Спортски тренинг

Последњих деценија, наука је постигла значајне резултате у откривању, изучавању и усавршавању могућности човека. Врхунски спорт је постао веома интересантно подручје за многе научне дисциплине. Прогрес науке и интердисциплинарност у изучавању спорта временом су подизали припрему спортиста на све виши ниво и самим тим померали границе људских могућности.

Припрема спортисте, као највећи и најважнији део система спортске припреме обухвата три међусобно повезане компоненте: спортски тренинг, спортско такмичење и вантренажне и вантакмичарске факторе припреме (Копривица, 2002).

Појединачни спортски тренинг је основни облик организације тренинга у спорту. Његово трајање зависи од циља тренинга, фазе и периода припреме, од узраста, од нивоа припремљености спортиста, броја тренинга у једном дану или микроциклусу, итд. (Копривица, 2002). Велики је број различитих дефиниција спортског тренинга, али скоро све износе, више или мање, његове заједничке карактеристике. Тренинг подразумева планско и систематско деловање на спортисту, које се одиграва по одвојеним и различитим фазама тренинга, применом оптималних метода и средстава тренинга и одређеним односом унутар њих. Основни циљ тренинга је постизање највишег могућег нивоа способности спортисте, односно највиших могућих резултата појединца или екипе (Стефановић и Јаковљевић, 2004).

Сваки појединачни тренинг има своју структуру. Њу чине три дела (фазе) тренинга:

- Уводно-припремни део
- Главни део
- Завршни део

Иако се методи тренинга (примена вежби) препознају по главном делу тренинга, то не умањује значај осталих делова, у којима примењени методи могу бити истоветни, али и потпуно се разликовати од оних у главном делу.

1.3 Уводно-припремни део тренинга

Уводно-припремни део тренинга, или спортским речником *загревање*, пре физичке активности, је универзално прихваћена пракса са циљем припреме спортисте, и физички и ментално, било за тренинг или такмичење (Young & Behm, 2002).

Примарни циљ загревања је да се смањи могућност повреда и постигне највиши ниво перформанси током одређене физичке активности. Загревање треба да доведе до повећања телесне температуре, са циљем да припреми тело за физички напор. Ватен (Wathen, 1987) је загревање поделио на два основна типа: пасивно и активно. Док се пасивно загревање (масажа, хидротерапија...) користи, пре свега, у спортској медицини и физикалној терапији као припрема за рехабилитационе вежбе, активно се примењује пре тренинга или такмичења. Активно загревање се састоји од општих и специфичних покрета и кретања (Wathen, 1987). Општа компонента активног загревања садржи просте моторне активности (нпр. лагано трчање), које постепено повећавају интензитет и ритам, самим тим доводећи до повећања телесне температуре. Специфична компонента активног загревања укључује покрете који су, такорећи, увежбавање покрета и техника који ће се користити у каснијој активности.

Јанг и Бем (2002) су описали три битне компоненте загревања пре тренинга или такмичења:

- Релативно нискоинтензивна аеробна компонента, која је општа по природи, и за коју се сматра да повећава мишићну температуру, самим тим и побољшава неуромишићну функцију (Stewart & Sleivert, 1998) – *опште загревање*.
- *Истезање* специфичних група мишића укључених у наредну активност, које повећава флексибилност и смањује ризик од повреда.
- Извођење моторног задатка (вештине) који ће се користити у даљој активности - *специфично загревање*. Ова компонента служи за активацију или регрутацију специфичних мишићних влакана и нервних путева, потребних да се обезбеди оптимално неуромишићно постигнуће (Young & Behm, 2002).

Загревање припрема специфичне енергетске системе који ће се користити у даљој активности. Мишићна влакна повећавају свој еластичитет, што доводи до повећања силе и брзине мишићне контракције. То даље доводи до повећања снаге и брзине. Повећање телесне температуре код зглобова повећава количину синовијалне течности, што смањује трење у зглобовима и повећава опсег покрета. Загревање унапређује и психолошки фокус, увежбавањем шема покрета специфичних за одређени спорт. Активира се мишићна меморија, а централни нервни систем се припрема за потребну активацију моторних јединица и координацију (Smith, 1994).

1.3.1 Истегање

Као што се да приметити, истегање је битна компонента загревања пре сваке физичке активности. Вежбе истегања представљају моторички задатак извођења појединих покрета у циљу побољшања флексибилности, док се флексибилност углавном дефинише као опсег покрета у одређеном зглобу, измерен у датом тренутку (Corbin & Noble, 1980). Даље, флексибилност је важна за превенцију повреда, али и због тога што моторичке структуре спортске активности захтевају и оптималне амплитуде покрета, тако да ће мала флексибилност произвести и лоше моторичке структуре, односно лошу технику – нерационалну и без ритма.

Постоји неколико различитих метода истегања, као што су статичко, динамичко, балистичко истегање или проприоцептивна неуромускуларна фасцилација (ПНФ), и све су ефикасне у повећању обима покрета у зглобу (Shrier, 2004). У спортској пракси, пред тренинг или такмичење, најчешће се користе статичка и динамичка метода истегања, које ће и бити обрађене у даљем тексту и коришћене у самом истраживању.

1.3.1.1 Статичко истегање

Статичка метода истегања (СИ) се дефинише као употреба спорих, постепених и контролисаних елонгација мишића, код којих се крајњи опсег покрета задржава одређен временски период. СИ ефикасно повећава опсег покрета, а посебно статичку флексибилност (Van Gelder & Bartz, 2011).

Дуго се употреба СИ сматрала идеалним средством за побољшање перформанси и смањење ризика од повреде (Shrier, 2004). Скорије студије, међутим, наводе на то да

СИ заправо доводи до смањења силе и снаге, и да неповољно утиче на спортско постигнуће (Behm, Button, & Butt, 2001; Cramer et al., 2005; Nelson, Kokkonen, & Arnall, 2005; Pearce, Kidgell, Zois, & Carlson, 2009; Peck, Chomko, Gaz, & Farrell, 2014; Power, Behm, Cahill, Carroll, & Young, 2004; Simic, Sarabon, & Markovic, 2013; Taylor, Sheppard, Lee, & Plummer, 2009), посебно када је кратко време између истезања и наступа (Behm, Blazeovich, Kay, & McHugh, 2016).

Феномен смањења максималне мишићне снаге је познат као „истезањем изазван дефицит силе“ (Mizuno, Matsumoto, & Umemura, 2013). Погоршање перформанси након СИ се објашњава механичким и неуралним факторима. Механички гледано, СИ доводи до дуготрајније и израженије „опуштености“ мишићно-тетивне јединице (MTJ), што даље утиче на лабавост тетива (Fletcher & Anness, 2007). Повећана тетивна лабавост резултира мање ефикасним преносом силе са мишића на полугу, смањеним максималним моментом силе мишића, као и споријом брзином развоја силе (БРС) (Avela, Kyröläinen, & Komi, 1999; Kokkonen, Nelson, & Cornwell, 1998; Wilson, Wood, & Elliot, 1991). Неуролошки, СИ доводи до смањења активације моторне јединице у рефлексу на истезање (Aagard, Simonsen, Andersen, Magnusson, & Dyhre-Poulsen, 2002; Avela et al., 1999; Vujnovich & Dawson, 1994).

С друге стране, Шприр (2004) препоручује СИ као део активности након тренинга или такмичења, јер потпомаже релаксацију мишића, уклањање нуспродуката метаболизма и смањење бола у мишићима.

Неке студије, које су истраживале чињеницу да СИ повољно утиче на превенцију повреда (Pore, Herbert, Kirwan, & Graham, 2000; Shrier, 1999), нису пронашле клинички значајно смањење ризика од повреде. Утврђено је чак и да је највећи предиктор ризика од повреда било лоше стање аеробних способности. У прегледном раду Шприра (1999) је наведено неколико разлога зашто СИ пре такмичења или тренинга неће смањити ризик од повреде. Истезање неће утицати на мишићну еластичност током ексцентричних активности, када се верује да се највећи број повреда догађа. Истезање може да произведе микротрауме третираног мишића. Хроничне микротрауме воде ка слабљењу мишића и ка предиспонираности ка повредама. Повећање толеранције на истезање може да замаскира бол који би изазвао реакцију мишића да „се сачува“ од повреде.

Анализирајући утицај СИ на функционалан однос снаге мишића прегибача и опружача у зглобу колена (енг. *hamstring/quadriceps ratio*), где је одсуство уједначености потенцијалан механизам повећаног ризика повреде доњих екстремитета (Grace, Sweetser, Nelson, Ydens, & Skipper, 1984), добијени су контроверзни резултати. Или је утицај СИ

био значајно негативан те се сматрало да примена повећава ризик од повреде (Costa et al., 2013), или није било никаквог утицаја те се слободно може користити пре тренинга или такмичења (Sekir, Arabaci, & Akova, 2015).

1.3.1.2 Динамичко истезање

Иако је већ дуго препоручена као најефикаснија метода истезања за припрему спортиста за тренинг или такмичење (Gambetta, 1997), сведоци смо да се динамичка метода истезања (ДИ) у спортској пракси и даље недовољно користи, односно да СИ има „превласт“, посебно код тренинга млађих категорија. ДИ користи специфичне покрете за одређени спорт, који припремају тело за предстојеће активности (Mann & Jones, 1999). Може се сматрати и вежбама покретљивости, јер је нагласак на покретима које одређени спорт или активност захтевају, више него на изоловане мишиће или мишићне групе (Arthur & Bailey, 1998). Флечер и Џонс (Fletcher & Jones, 2004) описују ДИ као контролисане покрете кроз цео активни опсег покрета сваког зглоба. ДИ се често грешком поистовећује са балистичким истезањем које подразумева мале трзаје на крају активног опсега покрета, односно покушава се направити покрет изван природног распона кретања.

Супротно СИ, ДИ је предложено као функционалнија и физиолошки применљивија метода истезања пре тренинга или такмичења (Van Gelder & Bartz, 2011; Jagers, Swank, Frost & Lee, 2008; Jordan, Korgaokar, Farley, & Caputo, 2012; Manoel, Harris-Love, Danoff, & Miller, 2008; McMillian, Moore, Hatler, & Taylor, 2006; Fletcher & Monte-Colombo, 2010; Chaouachi et al., 2010; Christensen & Nordstrom, 2008). Оно, за разлику од статичког које је пасивна активност, повећава мишићну температуру (Van Gelder & Bartz, 2011), што доводи до смањења мишићне крутости (Noonan, Best, Seaber, & Garrett, 1993), повећања максималног момента силе и повећања аеробне моћи (Sargeant, 1987), смањења лактата у крви и мишићима (Gray, Devito, & Nimmo, 2002) и повећања мишићне гликогенолизе, гликолизе и високоенергетске фосфатне разградње (Febbraio, Carey, Snow, Stathis, & Hargreaves, 1996). Нека истраживања чак наводе да ДИ пре експлозивних активности смањује могућност повреде (Gesztési, 1999). Превенција повреда се огледа и у увежбавању кретних шема, које ће елиминисати непотребне покрете (Hedrick, 2000). Сматра се да ДИ које је дуже од 2 минута и са већом

фреквенцијом покрета, има позитивнији утицај на перформансе, него она краћа и са мањом фреквенцијом (Behm et al., 2016).

Динамичка метода истезања припрема централни нервни систем на потребну координацију и активацију моторних јединица (Smith, 1994). Побољшање у неуромишићном постигнућу после ДИ се повезује и са повећаном ексцитабилношћу, регрутацијом и синхронизацијом моторне јединице (Hamada, Sale, MacDougall, & Tarnopolsky, 2000), смањеном пресинаптичком инхибицијом, и већом централном активацијом мотонеурона (Aagard et al., 2002; Carvalho et al., 2012).

1.4 Спорт-специфично загревање

Специфични део загревања (спорт-специфично загревање - ССЗ) је завршна фаза уводно-припремног дела тренинга. Огледа се у увежбавању и понављању вежби које садрже покрете сличне или исте онима који ће се користити у главној активности (тренинг, такмичење).

Мали је број истраживања која су у своје експерименталне третмане укључиле и ССЗ (Annino et al., 2015; Taylor et al., 2009; Young & Behm, 2003), и она су показала да ССЗ побија негативне ефекте које је СИ изазвало. Објашњење је било то да је ССЗ врло слично по енергетским и неуромускуларним захтевима самим тренажним/такмичарским активностима. Из тог разлога, налазе истраживања ефеката истезања на моторичке способности би требало узети са дозом резерве јер су сама истезања трајала предуго, и врло често су била једини експериментални третман.

1.5 Неке специфичности позне адолесценције

Период адолесценције се посматра као развојно прелазни период (период транзиције) из детињства у зрелост. Сматра се и критичном фазом за пластицитет ткива код младих спортиста у развоју, пошто су адаптивни процеси мишићно-тетивне јединице под утицајем и спољних механичких фактора и самог одрастања (Mersmann, Bohm, Boeth, Duda, & Arampatzis, 2014). Оно што је занимљиво, када је о овом развојном периоду реч, је да је он углавном дефинисан оним што он није: адолесцент није више дете, али није још ни одрасла особа, са којег год аспекта посматрали. Аутори који су се бавили адолесценцијом сматрају узраст након 17. године периодом позне адолесценције, наглашавајући, међутим, да је свака подела арбитарна (Lerner & Karabenick, 1974;

Simmons & Rosenberg, 1975; Cole & Cole, 2001). Нама је овај период предмет интересовања из више разлога, али преваходно због одређених разлика у односу на децу и одрасле, који су били испитаници у највећем броју досадашњих испитивања.

Са морфолошког аспекта, завршена је друга фаза убрзаног развоја организма, који карактерише убрзани раст деце у висину и убрзан развој мишићне масе. Нервни, кардиоваскуларни, дисајни и други системи у организму су се развили, што резултира и променама у ефикасности локомоторног система.

Након 16. године следи период пуне моторне активности и испољавање моторичких способности у условима добро координисаног кретања. Сензитивни периоди за развој одређених моторичких способности су прошли, и добрим тренажним радом на прави начин искоришћени. Све наведене разлике у односу на децу и млађе адолесценте се могу искористити за примену тренажних третмана, који су исти и слични онима које користе и одрасли.

С друге стране, претпоставља се да постоје и одређене разлике у односу на одрасле спортисте, а које нису сама дужина тренажног стажа. Те се разлике пре свега огледају у механичким и морфолошким својствима мишића и тетива. Уочљива је неуравнотеженост између мишићне снаге и максималне оптерећености тетива (Mersmann et al., 2014). Мада су Кубо и сар. (Kubo, Takeshima, Ikebukuro, Hirose, & Tsunoda, 2014) навели да је Ахилова тетива дебља код дечака него код одраслих, тетиве (пре свега *m.quadriceps-a*) генерално имају мању површину попречног пресека и мања им је тврдоћа, самим тим трпе веће оптерећење, него што је то случај код одраслих (Mersmann et al., 2014; O'Brien, Reeves, Baltzopoulos, Jones, & Maganaris, 2010). Иако је код спортиста адолесцената мишићна снага готово иста као код спортиста средњих година, брзина развоја силе је спорија, што, заједно са разликама тетивне хипертрофије и већег тетивног оптерећења, вероватно доводи до мање ефикасног развоја и преноса мишићних сила (Waugh, Korff, Fath, & Blazeovich, 2013).

1.6 Моторичке способности

Већ је споменуто како све методе истезања повољно утичу на повећање **флексибилности**, која је битна за оптималне амплитуде покрета, за извођење правилне технике и превенцију повреда. Поред флексибилности, истраживања су показала да су

од свих моторичких способности, експлозивна снага ногу, брзина и агилност, најзначајнији предиктори активног времена проведеног у кошаркашкој игри (Hoffman, Tenenbaum, Maresh, & Kraemer, 1996). Експлозивна снага ногу и агилност имају највећи утицај на успех у кошарци од моторичких способности (Delextrat & Cohen, 2008), а брзина је у високој корелацији са експлозивном снагом ногу. Из наведених разлога, поред флексибилности која је већ претходно описана, експлозивна снага ногу, брзина и агилност су моторичке способности које ће бити предмет овог истраживања.

1.6.1 Експлозивна снага ногу

Спортско постигнуће може бити веома спорт-специфично и комплексно, те таква специфичност често онемогућава његово утврђивање у лабораторијским условима. Ипак, неки аспекти спортског постигнућа, као што су различити видови снаге, често се мере и анализирају након вежби истезања (Shrier, 2004). Када говоримо о утицају истезања на параметре спортског постигнућа, највећи број истраживања је проучавао ефекте различитих типова загревања, и истезања у оквиру загревања, на способност испољавања експлозивне снаге ногу, тј. на **вертикалан скок**.

Вертикалан скок (ВС) је један од јаким предиктора активног времена у игри кошаркаша (Hoffman et al., 1996). Представља есенцијалну детерминанту успешности због високе повезаности са брзином трчања, агилношћу и способношћу поновљених спринтева (Delextrat & Cohen, 2008; Stojanovic, Ostojic, Calleja-Gonzalez, Milosevic, & Mikic, 2012).

Све већи број истраживача не препоручује СИ непосредно пре активности које зависе од испољавања апсолутне или експлозивне снаге. У прегледном чланку Бема и сарадника (2001) је указано да ДИ изгледно повећава испољавање вертикалног скока (или бар не доводи до опадања ове способности), док статичко доводи до јасног опадања. Вулстенхулм и сар. (Woolstenhulme, Griffiths, Woolstenhulme, & Parcel, 2006) су дошли до закључка да ДИ у комбинацији са специфичним кошаркашким загревањем има акутне позитивне ефекте на висину вертикалног скока, али не и хроничне.

С друге стране, у мета-анализи Симића и сарадника (2013) се може уочити да су истраживања, која су утврдила негативан ефекат СИ на експлозивну снагу ногу, углавном имала обим истезања од преко 90 секунди по мишићној регији (па чак и по 4 минута), што је много више од обима који се среће у тренажној пракси. Такође је наведено да су ефекти СИ, које траје испод 45 секунди по мишићној регији, умањени или

безначајни. Бем и сар. (2016) у својој мета-анализи наводе јасну разлику у смањењима перформанси између СИ која су трајала дуже од 60 секунди (-4,6%) и СИ која су трајала краће од 60 секунди (-1,1%).

1.6.2 Брзина

Брзина трчања, као још једна моторичка способност која је у високој корелацији са успехом у кошарци, и утицај истезања на исту су доста истраживани, претежно са испитаницима који су били одрасли, елитни спортисти. Налази су доста контроверзни. Код неких је указивано да СИ негативно утиче на време извођења спринта (Nelson, Driscoll, Landin, Young, & Schexnayder, 2005; Fletcher & Jones, 2004), а ДИ позитивно (Paradisis et al., 2014), док су код неких било какви ефекти СИ изостали, али је ДИ утицало позитивно (Little & Williams, 2006). У једном од малобројних истраживања са млађим испитаницима, Чауачи и сар. (Chaouachi et al., 2008) су дошли до сазнања да код омладине узраста 13-15 година, СИ пре спринта нарушава брзину трчања, али и да су 6-недељни спринтерски и тренинг истезања доводили до адаптације, односно смањене осетљивости на негативне ефекте СИ.

1.6.3 Агилност

Ефекти СИ и ДИ на агилност нису обимно истраживани. Разлог томе су, вероватно, потешкоће у стандардизовању дефиниције агилности, као и метода за њену процену. Највећи број дефиниција и тестова обухватају само физичку компоненту агилности (промена правца кретања, снаге, убрзања), док се „искључују“ перцептуални и аспекти доношења одлука (Sheppard & Young, 2006). „Агилност је брзо кретање целог тела са променом брзине и правца, као одговор на стимулус“ (Sheppard & Young, 2006). Плиск (Plisk, 2000) је дефинисао агилност као „способност тела (или делова тела) да се нагло заустави, промени правац и поново нагло, али контролисано убрза“. Даље, постоје затворене и отворене компоненте агилности (Plisk, 2000). Најчешће коришћени тестови агилности (Т тест, цик цак тест, 505 тест...) спадају у затворене тестове због своје препланиране природе и предвидивог окружења (Van Gelder & Bartz, 2011).

У истраживањима која су посматрала утицај истезања на агилност, махом је препоручено да се СИ избегава пре наступа, јер је имало негативан утицај (Nelson et al., 2005; Fletcher & Jones, 2004), мада у неким истраживањима нису пронађени негативни

ефекти СИ (Van Gelder & Bartz, 2011; Jordan et al., 2012). С друге стране, ефекти ДИ су имали значајно позитиван утицај, посебно на затворене компоненте агилности (Van Gelder & Bartz, 2011; Little & Williams, 2004; Fletcher & Jones, 2004; Young & Behm, 2003).

1.7 Неуромишићна адаптација

1.7.1 Електромиографија

Како би се лакше и потпуније разумела неурофизиолошка мерења, пре свега је потребно направити добар увод у методу која нам је потребна за снимање и анализу мишићних одговора.

Електромиографија, или у литератури широко прихваћена скраћеница – ЕМГ, је експериментална, електродијагностичка метода која се бави развојем, снимањем и анализом миоелектричних сигнала, који настају услед појаве акционог потенцијала на мембрани мишићне ћелије (Konrad, 2005; Rash, 2002). Простије речено, то је техника снимања мишићног одговора на природну, биолошку или спољну, нервну стимулацију. Веома је корисна, јер је једна од малобројних метода које пружају информације о мишићној активности, као и о генерисању мишићне силе током функционалних покрета (Staudenmann, Roeleveld, Stegeman, & van Dieën, 2010; Clarys, 2000). Битна је алатка у студијама моторне контроле, даје доказе како централни нервни систем контролише мишиће, било са аспекта виших контролних центара или локалног рефлексног лука, и објашњава функционалну улогу мишића у генерисању покрета.

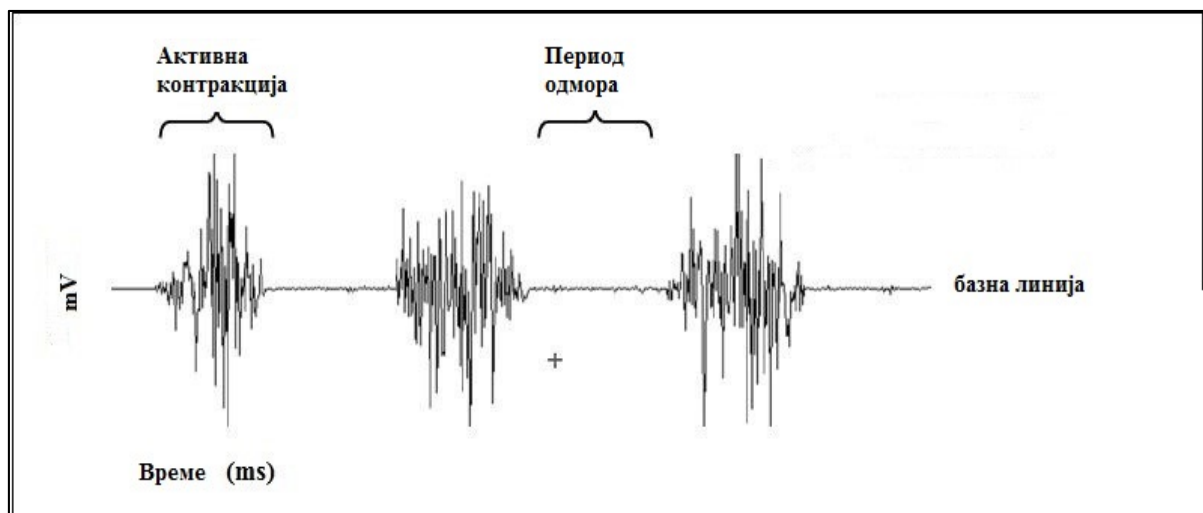
Најмања функционална јединица неуромишићног система, којом се описује нервна контрола мишићне контракције, је моторна јединица. Састоји се од α -мотонеурона и групе мишићних влакана (од 2-3 па до око 2000 влакана). Термин јединица истиче да се сва мишићна влакна једне моторне јединице понашају „као једно“ за време процеса инервације (Konrad, 2005).

Главни фактор у мишићној физиологији представља раздражљивост мишићних влакана. Овај феномен се одвија захваљујући семипермеабилној мембрани мишића, која има електрична својства. Јонска равнотежа између интра и екстрацелуларног простора мишићне ћелије представља тзв. мировни мембрански потенцијал (око -80 до -90 mV), што значи да је унутарћелијски потенцијал негативнији него ванћелијски. Контракција

моторне јединице је иницирана активацијом α -мотонеурона, где акциони потенцијал путује од тела неурона, дуж аксона, све до терминалних грана, које су све повезане са мишићним влакнима на неуромишићним синапсама. Након тога се јавља деполаризација мишићне мембране, што доводи до контракције мишића. Деполаризација изазива два путујућа акциона потенцијала који почињу на неуромишићној синапси на средини влакна, раздвајају се у супротним правцима дуж влакна, идући до завршетка мишићног влакна, на мишићно-тетивним спојевима. На тим местима се генеришу таласи, завршавајући цео биоелектрични циклус на нивоу мишићног влакна (Staudenmann et al., 2010). Деполаризација мембране евоцира промене потенцијала у екстрацелуларном ткиву, што се може измерити ЕМГ електродама.

ЕМГ сигнал је алгебарска сумација акционих потенцијала моторне јединице у оквиру подручја „покривеног“ коришћеним електродама. Подручје које „покривају“ електроде скоро стално укључује више од једне моторне јединице јер су мишићна влакна различитих моторних јединица „измешана“ дуж целог мишића. Сваки део мишића може да садржи влакна која припадају од 20-50 моторних јединица (Rash, 2002).

Нефилтриран и непрерађен ЕМГ сигнал се назива сиров ЕМГ сигнал (Слика 1).



Слика 1. – Сиров електромиографски сигнал *m. biceps brachii-a*.

Када је мишић опуштен, базални ЕМГ може имати мање или више шума, који зависи од више фактора (ЕМГ појачавач, бука из окружења, итд.). Здрав, опуштен мишић

не показује значајну ЕМГ активност због мање деполаризације и акционих потенцијала. Проучавање квалитета базалног ЕМГ-а је веома битна ставка у сваком ЕМГ мерењу. Сиров површински ЕМГ може бити у опсегу +/- 5000 mV (код спортиста), а типична фреквенција између 6 и 500 Hz (Konrad, 2005).

На свом путу од мишићне мембране до електрода, на ЕМГ сигнал могу да утичу бројни спољашњи фактори међајући му облик и карактеристике. ЕМГ може зависити од карактеристике ткива (врста ткива, дебљина, физиолошке промене, температура), физиолошке транскрипције - „*cross-talk*“ (нарушавање ЕМГ сигнала од стране електричних активности оближњих мишића детектованих у делу постављених електрода), промене у раздаљини између тела мишића и електрода, спољних шума и избора електрода и појачавача (Stevanović, 2015). Сметње у ЕМГ сигналу се огледају у присуству артефаката, те је исте потребно уклонити зарад боље интерпретације сигнала.

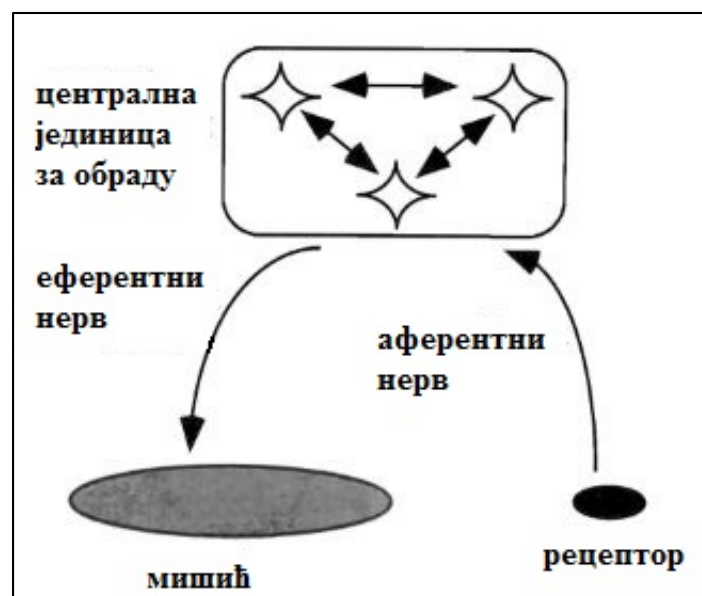
Квалитет ЕМГ мерења доста зависи од правилне припреме коже, одабира и позиционирања електрода. Сврха припреме коже је да се обезбеди стабилан контакт електроде, као и ниска импеданса коже. Како ЕМГ сигнал, поред дијаметра мишићног влакна, раздаљине између активног мишићног влакна и места детекције сигнала (дебљина масног ткива), зависи и од филтрирајућих својстава самих електрода, одабир електрода и њихово постављање су од круцијалног значаја за добијање сигнала без сметњи (Rash, 2002). Најзаступљеније су конвенционалне иглене електроде, које се убадају у тело мишића и директно узоркују електричну активност (Konrad, 2005). Имају већи пропусни опсег, омогућавају специфичнију област с које се детектује сигнал, дају могућност да се тестирају дубоки мишићи, изолују одређени делови већег мишића, као и да се тестирају мањи мишићи. Апликација ових електрода је доста болна, што је једно од ограничења њихове примене. С друге стране, због свог неинвазивног карактера, површинске електроде су најзаступљеније у кинезиолошкој ЕМГ. Постављају се директно на кожу, те могу да детектују сигнале само са површинских мишића. Код сигнала су уочљивији шумови, као и кретни артефакти. Предност примене површинских електрода је минималан бол, могу чешће да се користе, лако се апликују и добре су код примене код покрета. Једна од мана је велика област са које се детектује сигнал, што повећава могуће „укрштање“ сигнала различитих мишића (Rash, 2002).

Најпоузданије и најстабилније ЕМГ вредности се добијају са позиције изнад мишићног тела (између моторне тачке и најдисталније тетиве). Препорука је да се електрода стави на средину видљивог дела тела контрахованог мишића (Clarys, 2000).

1.7.2 Мишићни рефлекси

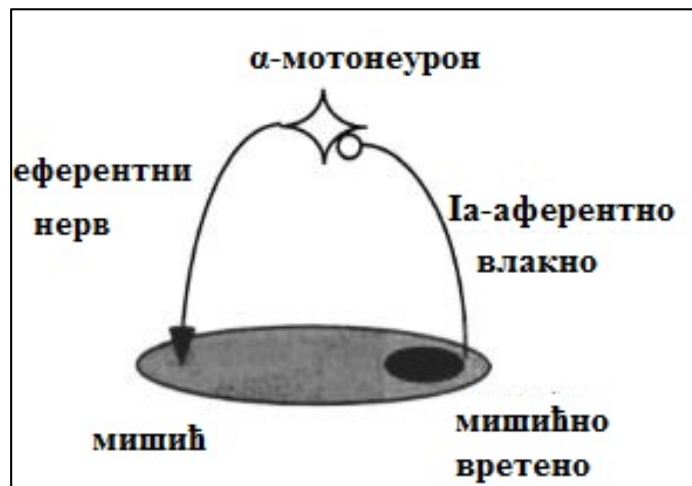
Почетком 20. века, **мишићни рефлекси** су сматрани за „градивне блокове“ вољних покрета. Овај став је био заснован на импресивном низу експеримената на животињама које су спровели Шерингтон и његова школа (Latash, 1998). Касније, растућа свест о сложености и варијабилности вољних покрета, и њихове релативне независности од привремених промена у спољашњим условима извођења покрета (спољашње поље сила), водили су у другу крајност, у којој су мишићни рефлекси сматрани релативно безначајним механизмима, који играју значајну улогу само када је покрет изван своје планиране шеме. Затим су мишићни рефлекси поново доведени у центар пажње хипотеза моторне контроле, које сматрају добровољне покрете последицом централне модулације параметара појединих рефлекса.

Главни појам у вези са мишићним рефлексима је **рефлексни лук** (Слика 2). Он се састоји од аферентног (усходног) нерва (који „осећа“ спољашњи стимулус), централне јединице за обраду, и еферентног (нисходног) нерва који изазива мишићну контракцију. Централна јединица за обраду може бити веома једноставна, садржана од само једне синапсе, или веома сложена, са великим бројем синапси и интеграцијом информација из различитих извора (Latash, 1998).



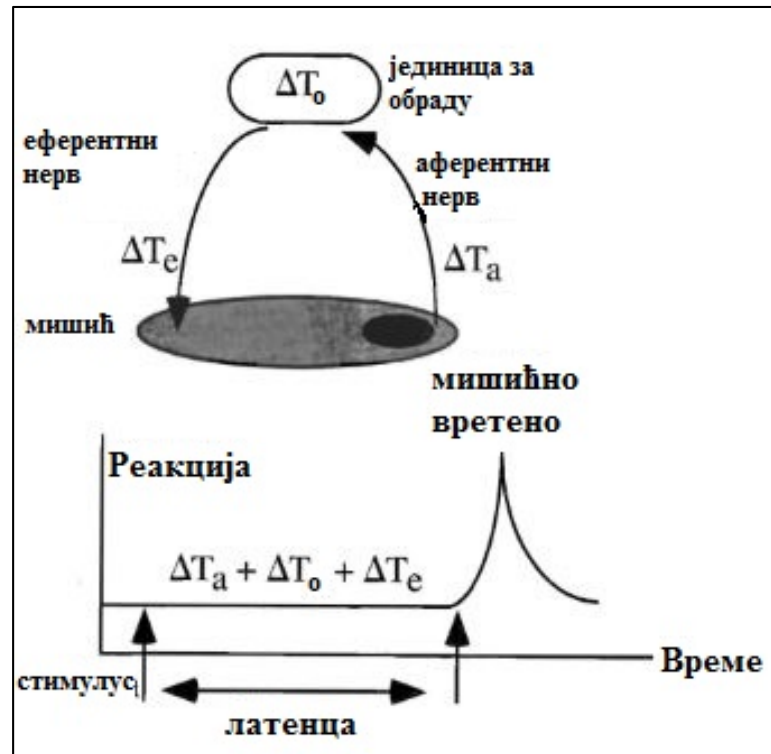
Слика 2. – Рефлексни лук који се састоји од рецептора, аферентног нерва, централне јединице за обраду, еферентног нерва и ефектора (у овом случају мишић).

Најједноставније рефлексе, који укључују само једну централну синапсу (не рачунајући неуромишићну синапсу, која се подразумева да учествује у мишићној контракцији), називамо **моносинаптичким** (Слика 3). Они са више синапси су полисинаптички, а са две или три синапсе су олигосинаптички.



Слика 3. – Моносинаптички рефлекс који има само једну синапсу у рефлексном луку. Овде је представљена синапса између аферентног влакна и α-мотонеурона.

Сваки рефлекс има своје временско кашњење, односно време које протекне између самог стимулуса и реакције. Овај временски период се назива **латенца рефлекса** (Слика 4). Састоји се од три компоненте: времена аферентне проводљивости, централног кашњења и времена еферентне проводљивости. Време проводљивости зависи од брзине простирања акционог потенцијала дуж нервних влакана, као и саме дужине нервних влакана. Централно кашњење углавном зависи од броја синапси које су укључене у обраду стимулуса, као и од производње еферентне команде. Најједноставнији моносинаптички рефлекси имају централно кашњење од 0,5ms, док пораст броја синапси доводи до пропорционалног продужавања централног кашњења (Latash, 1998).



Слика 4. – Рефлексна латенца; кашњење између стимулуса и реакције које се састоји од времена аферентне проводљивости (ΔT_a), централног кашњења (ΔT_0) и времена еферентне проводљивости (ΔT_e).

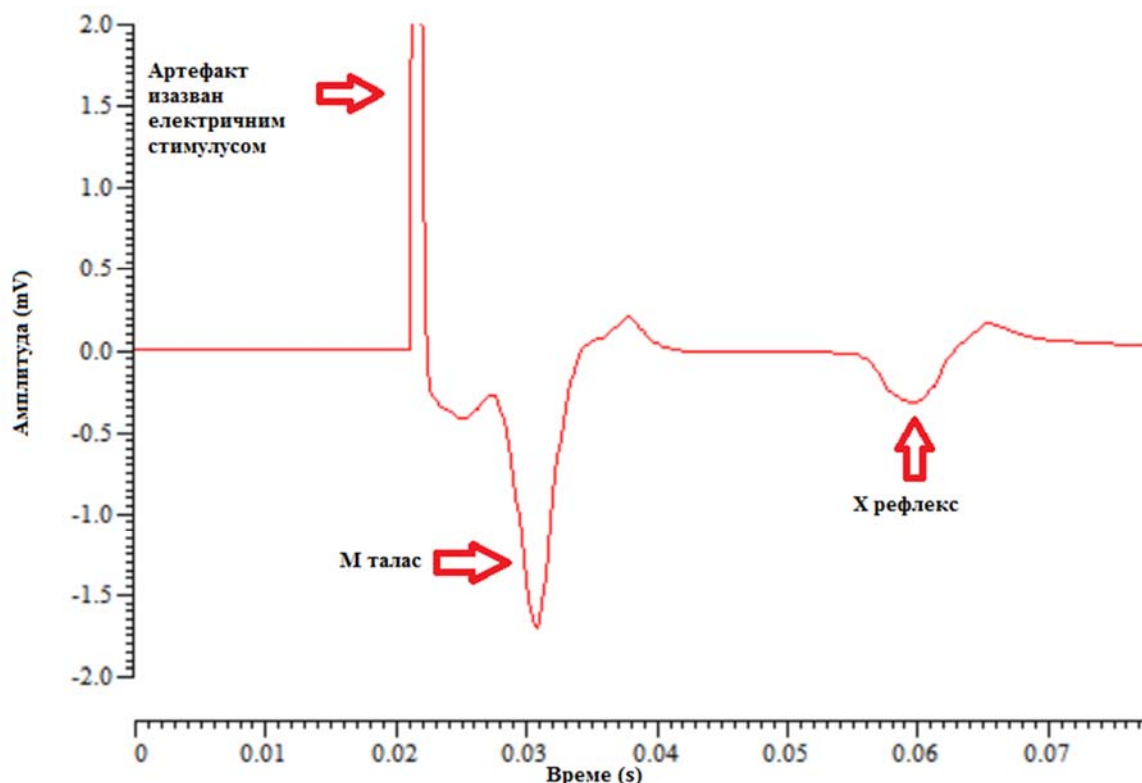
1.7.3 Хофманов Х рефлекс и М талас

У кинезиолошким истраживањима се јавила потреба за утврђивањем да ли се акутни или хронични ефекти одређених типова тренинга и вежби појављују само захваљујући механичким факторима, или су укључени и одређени неурални. Једна од мера за процену неурофизиолошких одговора на одређене тренажне протоколе је и Хофманов - Х рефлекс.

Оригинално описан од стране Пола Хофмана далеке 1918. године, Х рефлекс је електрично индукован рефлекс, аналоган механички изазваном спиналном рефлексу на истезање. Основна разлика је у томе што Х рефлекс заобилази мишићно вретено и тако постаје јако средство за процену модулације моносинаптичке рефлексне активности у кичменој моздини (Schioppati, 1987).

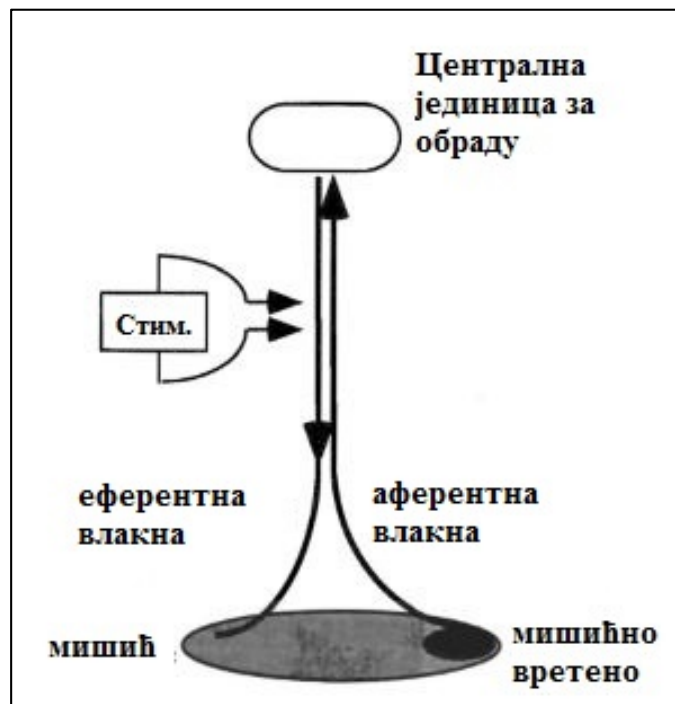
Електрична стимулација, која може да изазове Х рефлекс, мери ефикасност синаптичке трансмисије, односно како стимулус путује аферентним (Ia сензорним)

влакнима кроз скуп мотонеурона одговарајућег мишића, до еферентних (моторних) влакана. Аферентни (сензорни) део Х рефлекса почиње на месту електричне стимулације и резултује акционим потенцијалима који путују дуж аферентних влакана док не стигну до и повежу се са α -мотонеуронима. Еферентни део Х рефлекса почиње од акционих потенцијала (генерисаних од стране α -мотонеурона), путује дуж еферентних влакана док не дође до неуромишићне пукотине и тад производи трзајни одговор на електромиографском снимку - Х рефлекс (Слика 5). Када акциони потенцијали у α -мотонеуронима достигну неуромишићну пукотину, синхронизовани трзај-контракција се продукује у мишићу. Хофманов Х рефлекс је скуп акционих потенцијала или група готово симултаних акционих потенцијала од неколико мишићних влакана исте области. Поред аферентних и еферентних путева који доприносе Х рефлексу, електрична стимулација периферног нерва изазива директну активацију еферентних влакана, шаљући акционе потенцијале директно са места стимулације ка неуромишићној пукотини. Овај еферентни лук проузрокује одговор на ЕМГ-у познатији као мишићни одговор, тзв. М талас (Слика 5) (Palmieri, Ingersoll, & Hoffman, 2004).



Слика 5. – Електромиографски запис Х рефлекса и М таласа *m. gastrocnemius medialis*-а.

Као што је већ наведено, процедура за изазивање X рефлекса обично укључује употребу перкутаног електричног стимулуса на мешовити нерв (Слика 6). Нпр. када се изазива X рефлекс m.soleus-а или m.gastrocnemius-а, стимулус се даје на задњи тибидјални нерв у затколаној јами. Почивање са нискоинтензивним стимулусом и постепено повећавање интензитета, у почетку резултује деполаризацијом Ia аферентних влакана, која долазе из мишићног вретена. Само вретено није стимулирано, ефективно се заобилази, јер се нерв активира електрично.



Слика 6. – Приказ шеме стимулације мешовитог нерва. Аферентна влакна (аксони мишићних рецептора) и еферентна влакна (аксони α -мотонеурона) се налазе унутар истог нерва, а између кичмене мождине и мишића.

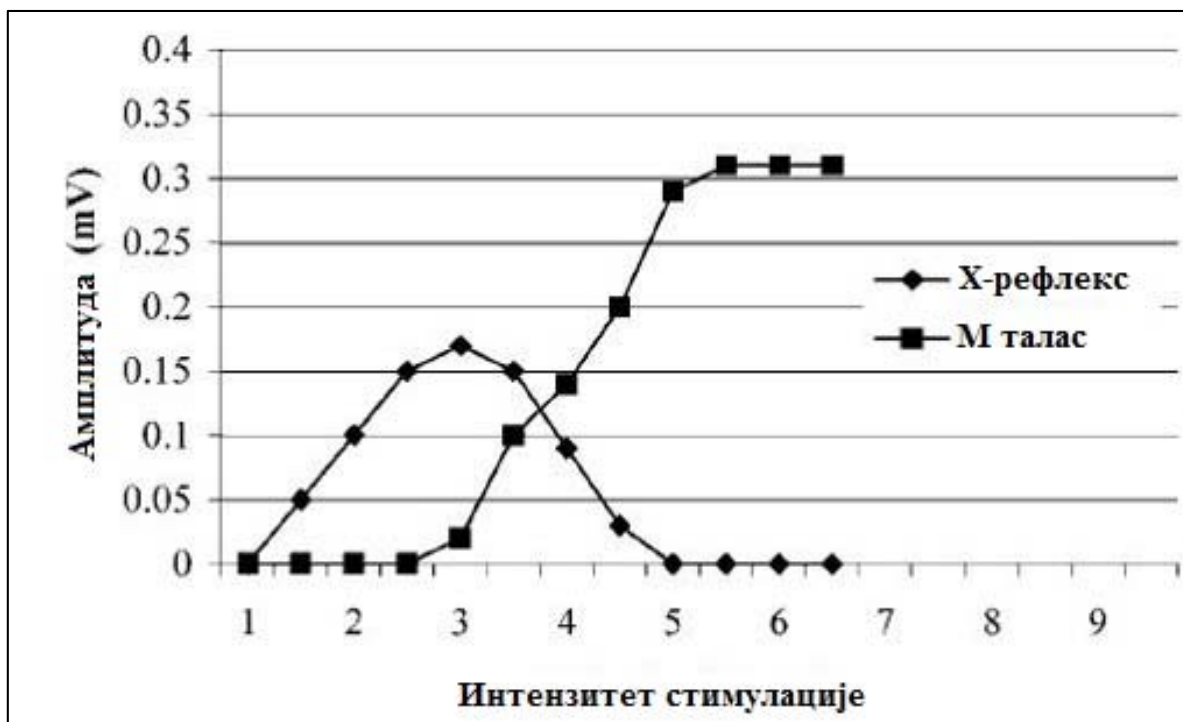
Активација Ia аферентних влакана резултује акционим потенцијалима који се шире ка кичменој мождини. Ако је активност у Ia аферентним влакнима довољна да изазове деполаризацију пресинаптичког терминала, неуротрансмитери се испуштају у синаптичку пукотину синапсе између Ia аферентних влакана и α -мотонеурона, изазивајући ексцитаторне постсинаптичке потенцијале у мотонеурону. Ако су ексцитаторни постсинаптички потенцијали у могућности да деполаришу мотонеуроне

(што зависи од мембранозног потенцијала α -мотонеурона и величине ексцитаторног постсинаптичког потенцијала), генеришу се акциони потенцијали, даље изазивајући испуштање ацетилхолина у неуромишићну пукотину, контракцију мишића и појаву Х рефлекса на ЕМГ запису (Schioppati, 1987).

На ниским нивоима стимулације, Ia аферентна влакна су прва стимулирана због својих унутрашњих особина и већег дијаметра. Како интензитет стимулуса наставља да се повећава, све више Ia аферентних влакана се регрутује достижући свој праг и резултирајући активацијом више α -мотонеурона и повећањем амплитуде Х рефлекса. Латенца Х рефлекса зависи од дужине екстремитета (дужине пута акционог потенцијала кроз аферентна и еферентна влакна). Што је мишић ближи кичменој мождини, то је латенца краћа (латенца Х рефлекса *m.soleus* је 30ms, док је за *m.vastus medialis* свега 15ms) (Falco, Hennessey, Goldberg, & Braddom, 1994).

Уколико интензитет стимулације и даље настави да се повећава, амплитуда Х рефлекса ће у једном тренутку да нестане са ЕМГ записа. Разлог одсуства Х рефлекса је ефекат познат као антидромска колизија. Једноставно речено, антидромска активност је бујица електричних активности које путују у насупротним правцима у моторном аксону. Антидромска бујица путује уз моторни аксон ка кичменој мождини, сударајући се са тзв. рефлексивном ортодромском бујицом, која је путовала уз сензорни аксон и прошла кроз кичмену мождину (Palmieri et al., 2004).

Резултат овог судара се може схватити као два објекта која путују супротним смеровима на истом путу. Ако су објекти исте снаге и брзине, резултат судара ће бити да ниједан неће наставити своје путовање. Ако је један већи од другог, онда ће вероватно његова снага бити умањена али ће наставити свој пут (у складу са I Њутновим законом). Исто се јавља и у моторним аксонима рефлексног пута. Ако је антидромна бујица мања него аферентна, онда ће аферентна наставити свој пут ка мишићу. Ово објашњава зашто траг Х рефлекса у регрутујућој кривој почиње да се смањује након платоа. Када је величина антидромне бујице једнака или већа од аферентне, сигнал неће доћи до мишића и Х рефлекс ће нестати са записа (ова бујица почиње чим се достигне плато еферентних влакана) (Слика 7) (Palmieri et al., 2004).



Слика 7. – Регрутујућа крива. Мењање амплитуда X рефлекса и M таласа повећањем интензитета стимулације до достизања платоа.

Хофманов рефлекс представља процену ексцитабилности α -мотонеурона, када пресинаптичка инхибиција и унутрашња ексцитабилност α -мотонеурона остају непромењени. Ова мера може да се користи за процену одговора нервног система на различите неуролошке услове, мишићносkeletalне повреде, примене терапеутских модалитета, бол, тренинг или извођење моторичких задатака (Palmieri et al., 2004).

Максимална амплитуда X рефлекса је мера максималне рефлексне активације, или другачије речено, процена броја мотонеурона који су у могућности да се активирају у датом стању. Максимална амплитуда M таласа представља активацију целог скупа мотонеурона, самим тим и максималну мишићну активацију (Palmieri et al., 2004; Zehr, 2002).

Статичко истезање не повећава рефлексну активност мишића, већ смањује спиналну рефлексну раздражљивост (Guissard & Duchateau, 2006). У неким истраживањима где је испитиван акутни утицај СИ на X рефлекс (Guissard, Duchateau, & Nainaut, 1988, 2001), показано је да одмах након истезања X рефлекс знатно опада, али се релативно брзо враћа на почетне вредности. Било је и оних где СИ није имало

значајног утицаја, док је истовремено ДИ значајно повећало Х рефлекс (Clark, O'Leary, Hong, & Lockard, 2014). Ипак, готово да нема студија са млађим спортистима, где се посматрао утицај различитих метода истезања на рефлексне активности мишића.

2 ДОСАДАШЊА ИСТРАЖИВАЊА

У својој паралелној студији са 43 испитаника (27 жена, 16 мушкараца, старости 20-22 године), Вулстенхулм и сарадници (2006) су испитивали утицаје 6-недељног тренинга на вертикалан скок и флексибилност. Испитаници су били подељени у 4 групе које су имале различиту врсту третмана. Свака група је започињала са петоминутним лаганим трчањем након чега је уследило 8 минута активности које су се разликовале међу групама – статички метод истезања, динамички метод истезања, спринтеви, шутирање на кош. Након тих активности, код сваке групе је следило 20-минутно играње кошарке. Вертикалан скок и флексибилност су се мерили пре и после целог протокола тренинга, с тим што се скок мерио и сваке друге недеље одмах након протокола загревања и одмах након играња кошарке. Резултати истраживања у вези са вертикалним скоком су довели до закључка да ни статички ни динамички метод истезања немају хроничан ефекат на висину вертикалног скока, пошто није било значајних промена ни у једној од 4 експерименталне групе. Још један налаз вредан помена је тај да је вертикалан скок био знатно виши када се примењивало ДИ у комбинацији са кошаркашком игром (акутан ефекат).

У скорој студији, Рајан и сар. (Ryan et al., 2014) су поредили ефекте ДИ у трајању од 6 (11 вежби по 3 понављања) и од 12 минута (11 вежби по 6 понављања) на, између осталог, висину вертикалног скока и флексибилност код 26 мушких испитаника ($22,2 \pm 1,3$ година). Дошли су до закључка да су оба протокола ДИ изазвала значајно побољшање флексибилности и повећање висине вертикалног скока, али се међусобно нису разликовала. Додатно, дужи протокол ДИ је довео до опадања мишићне издржљивости, тако да су аутори сугерисали да је оправданије спровођење краћег протокола ДИ.

Истраживање које су спровели Анино и сар. (2015) је посматрало акутне ефекте СИ и ДИ, изоловано и у комбинацији са СКЗ, на вертикалан скок кошаркаша ($n=10$, $29 \pm 6,73$ година). Испитаници су били тестирани на првом тренингу у недељи (минимум 48 сати након утакмице). Насумично су, након 7 минута општег загревања, спроводили СИ или ДИ у трајању од 8 минута, као и 15-минутно специфично кошаркашко загревање у виду шутирања на кош. Висина вертикалног скока (вертикалан скок са рукама на боковима и вертикалан скок са замахом рукама) је тестирана пре и након протокола истезања, као и након СКЗ-а. Најмање 7 дана касније су спроводили други протокол истезања. Значајно смањење висине вертикалног скока се десило одмах након СИ, али је

СКЗ побило наведене негативне ефекте, те у последњем тестирању није било разлика између утицаја два протокола истезања. Аутори су закључили да су ефекти истезања привремени, као и да СКЗ побија евентуалне негативне ефекте истезања (Annino et al., 2015).

Чауачи и сар. (2010) су посматрали ефекте различитих протокола загревања и истезања на агилност, спринт и скок код 22 испитаника ($20,6 \pm 1,2$ година). Примењено је укупно 8 протокола истезања: (а) СИ до осећаја благог бола; (б) СИ испод границе бола; (в) ДИ; (г) СИ испод границе бола комбиновано са ДИ; (д) СИ до осећаја благог бола комбиновано са ДИ; (ђ) ДИ комбиновано са СИ до осећаја благог бола; (е) ДИ комбиновано са СИ испод границе бола; и (ж) контролно загревање без истезања са претходним лаганим аеробним трчањем. Резултати истраживања су показали да не постоје статистички значајне разлике у ефектима различитих типова истезања на агилност и вертикалан скок. Пронађена је статистички значајна разлика у спринту на 30м, и то да је контролна група (без истезања) имала боље време од групе која је спроводила ДИ у комбинацији са СИ испод границе бола. Аутори су недобијање статистички значајних разлика објаснили дужином паузе која је наступила након истезања, а пре извођења тестовних процедура. Такође, на основу резултата, аутори су предложили да се након СИ обавезно спроведе и ДИ и загревање специфично за одређени спорт, које изгледа доводи до смањења потенцијално негативних ефеката СИ на спортско постигнуће.

У испитивању спроведеном на узорку од 60 кошаркаша (18 такмичара, 42 рекреативца; $20,02 \pm 1,51$ година), посматран је потенцијални ефекат статичког и динамичког протокола истезања на агилност (Van Gelder & Bartz, 2011). Испитаници су подељени у 3 групе (СИ, ДИ, без истезања-контролна група). Сви су одрадили загревање (10 минута лаганог трчања), а после 3 минута одмора, следило је око 8,5 минута истезања (контролна група је то време користила да се упозна са тестом). Статички протокол истезања је обухватио 11 мишићних група (30 секунди по мишићној групи), динамички протокол је дизајниран тако да циља готово исте мишићне групе као статички. Агилност је тестирана 505 тестом, који је извођен 3 пута (2-5 минута пауза између понављања). Резултати истраживања су показали да је динамички протокол истезања значајно побољшао време на тесту агилности у односу на статички ($p=0,013$) и у односу на контролну групу ($p=0,026$). Ипак, иако се очекивало другачије, СИ није негативно утицало на извођење теста агилности, пошто није пронађена статистички значајна

разлика између контролне и групе која је спроводила СИ ($p=0,962$), што се можда може објаснити краћим трајањем истезања.

У мета-анализи Симића и сар. (2012) је донет закључак да СИ пре тренинга или такмичења има значајан и релевантан негативан акутни ефекат на максималну мишићну снагу, као и на експлозивна мишићна својства. Ови налази су универзални, независни од година, пола или тренажног статуса испитаника. Ипак, ове негативне промене су више биле наглашене у максималним изометријским тестовима, него у динамичким. Такође, аутори наводе да је величина негативног ефекта доста зависила од трајања истезања (45 секунди и више), те је наведено да коришћење краћих статичких истезања (15-30 секунди) можда може имати и позитивне ефекте (Kay & Balazevich, 2011; Simic et al., 2012).

Недавна мета-анализа Бема и сар. (2016), која је обухватила 125 студија, је навела да су пронађени релативно мали акутни ефекти СИ (- 3,7%) и ДИ (+1,3%) на постигнуће, када је тестирање било убрзо након истезања, те да би с тог аспекта требало избегавати СИ. Међутим, просечно време између истезања и тестирања у анализираним студијама је било 3-5 минута, што није типично за спортске активности (тренинг, такмичење), када је тај период 10 и више минута. У анализираним студијама, где је између истезања и тестирања било више од 10 минута, промене перформанси су биле тривијалне, осим ако нису коришћени екстремни протоколи истезања (Behm et al., 2016). Дефицити изазвани статичким истезањем су били уочљивији када је оно трајало дуже од 60 секунди (-4,6%), него када је било краће од 60 секунди (-1,1%) по мишићној групи. Такође, постоје неки докази да динамичко истезање дуже од 2 минута и са већом фреквенцијом покрета доводи до већих побољшања перформанси (Behm et al., 2016).

Ипак, за нас су битна и истраживања спроведена на млађим узрастима. Оно што је евидентно је да је много мањи број истраживања за испитанике имао децу, посебно адолесценте 17-18 година старости, који су у „прелазном периоду“ између деце и одраслих.

Гелен (Gelen, 2011) је на узорку 64 дечака ($13,3\pm 0,5$ година) утврђивао акутне ефекте статичког и динамичког метода истезања на вертикалан скок. Испитаници су, у студији у којој су насумично бирани, подвргнути тестирању у три различита протокола, извршена несуседним данима. Загревање се састојало од 5 минута трчања лаганим интензитетом и 5 минута СИ, 5 минута трчања лаганим интензитетом и 10 минута ДИ, и коначно само 5 минута трчања лаганог интензитета што је послужило као контрола.

Након сваког протокола загревања, деца су тестирана у вертикалном скоку. Утврђене су статистички значајне разлике између сва три протокола, при чему је установљено да СИ доводи до опадања резултата скока у вис у односу на контролни протокол, док је ДИ довело до побољшања резултата у односу на исти.

Парадизис и сар. (2014) су утврђивали ефекте статичког и динамичког метода истезања на експлозивну снагу, брзину и флексибилност деце. Четрдесет седам дечака и девојчица ($14,6 \pm 1,7$ година) је, у студији са насумично изабраним испитаницима, тестирано у брзини на 20м, скоку са получучњем и тесту прегипа са клупицом. Резултати студије су показали да СИ доводи до пада у параметрима брзине и експлозивне снаге за 2,5% и 6,3%, редом. Динамички метод истезања није имао негативне ефекте на испољавање брзине и статистички незначајно смањује способност вертикалног скока, за око 2%. Аутори су закључили да СИ значајно смањује способност спринта и експлозивне снаге на узорку нетренираних дечака и девојчица.

Чауачи и сарадници (2008) су у свом истраживању где су испитаници били ученици узраста 13-15 година (22 дечака, 26 девојчица), изнели неколико битних налаза. СИ пре спринта погоршава време извођења на 10 и 30м, али инклузија протокола СИ у сам спринтерски тренинг, дозвољава тренираним субјектима да буду отпорнији на статичким истезањем изазване спринтерске дефиците, односно смањује акутне штетне ефекте. Ово се објашњава вероватном већом толеранцијом и адаптацијом мишићно-тетивне јединице на истезање.

Џордан и сар. (2012) су у својој унакрсној студији испитивали утицај статичког и ПНФ метода истезања на агилност код младих фудбалера ($n=14$; $13,6 \pm 0,6$ година). *Балсом* тест агилности је спроведен у 4 наврата у временским размацама од 48 сати. Прва два су коришћена за фамилијаризацију са тестом. Пре трећег извођења теста, сви испитаници су имали петоминутно загревање, а затим је извођен тест који је служио и као контролно мерење. Одмах након контролног извођења, испитаници су изводили или статичку или ПНФ методу истезања четири мишићне групе (задња ложа натколенице, предња ложа натколенице, *m.gastrocnemius*, *m.soleus* – 30 секунди по мишићној групи). Након истезања поновљен је *Балсом* тест. Четврто извођење теста је спроведено на исти начин као треће, с тим што су испитаници изводили истезање које нису првог пута. Иако се претпостављало да ће СИ погоршати резултате на тесту агилности, нису постојали статистички значајни ефекти ни статичког ($P=0,15$), нити ПНФ ($P=0,58$) метода истезања.

Мали је број истраживања који је посматрао промене у Х рефлексу и функционалној снази мишића ногу након истезања, а готово да их нема са испитаницима у адолесцентском или преадолесцентском узрасту. У недавној студији (Clark et al., 2014) посматрани су управо акутни ефекти СИ и ДИ на Х рефлекс, ексцитабилност α -мотонеурона и снагу висине скока са рукама на куковима. Студија је била „cross-over“ дизајна, учествовао је 21 студент (13 мушкараца, 8 жена, 20 година старости), који су долазили у одвојеним експерименталним сесијама. Мишић с ког се мерио Х рефлекс је био *m. soleus*. Резултати истраживања су показали да ДИ повећава вредности Х рефлекса. Истовремено, није дошло до значајног повећања снаге скока, иако је постојао тренд. С друге стране, супротно ранијим сазнањима, СИ није значајно смањило Х рефлекс, а чак је довело и до значајног повећања снаге скока. Аутори су одступања у својим налазима од већине ранијих оправдали тиме што нису проверили степен утренираности испитаника. Као ограничење студије се наводи и то што је Х рефлекс мерен са мишића који је грађен превасходно од спорих мишићних влакана, а познато је да само извођење вертикалног скока захтева употребу превасходно брзих мишићних влакана. Као препорука за даља истраживања је наведено да испитаници буду спортисти, као и да би Х рефлекс било боље мерити са *m. gastrocnemius*-а, јер је изграђен већином од брзих мишићних влакана.

Из претходно наведених налаза и ограничења студија, може се закључити да је потребно спровести истраживање које ће за испитанике имати младе, трениране испитанике, адолесцентског узраста, а које ће утврдити ефекте различитих метода истезања и загревања на параметре спортског постигнућа. Јанг и Бем (2002) су мишљења да се наводи да СИ делује негативно на моторичке способности морају узети са дозом резерве, јер су протоколи у већини студија били неусаглашени са тренажном праксом. Даље, ефекти СИ су често у научним студијама испитивани изоловано (Chaouachi et al., 2010). Требало би спровести временски краћа истезања (до 30 секунди по мишићној групи), као и комбиновати их са специфичним кошаркашким загревањем, што је у складу са актуелном тренажном праксом, а како би се могло утврдити да ли се смањења изазвана неком методом истезања могу уочити и у уобичајенијим тренажним условима.

Оригиналност ове докторске дисертације се огледа у примени уводно-припремног дела тренинга који је потпуно у складу са опште прихваћеном кошаркашком тренажном

праксом (дужина трајања истезања, примена специфичног кошаркашког загревања), у узорку испитаника и одабиру тестираних способности.

3 ПРОБЛЕМ, ПРЕДМЕТ, ЦИЉЕВИ ИСТРАЖИВАЊА

Проблем истраживања је испитивање утицаја различитих садржаја уводно-припремног дела тренинга (истезања и загревања) на моторичке способности и неуромишићну адаптацију кошаркаша јуниорског узраста.

Предмет истраживања је евалуација ефеката различитих врста истезања у комбинацији са специфичним кошаркашким загревањем на моторичке способности битне за успех у кошарци: флексибилност, експлозивну снагу ногу, брзину и агилност, као и на неуромишићну адаптацију кошаркаша јуниорског узраста.

Генерални циљ истраживања је утврђивање разлика у акутним ефектима статичког и динамичког истезања, у комбинацији са специфичним кошаркашким загревањем, на флексибилност, експлозивну снагу ногу, брзину, агилност и неуромишићну адаптацију кошаркаша јуниорског узраста.

Из генералног циља истраживања произилазе следећи парцијални циљеви:

1. Утврдити разлику у акутним ефектима комбинације протокола СИ+СКЗ и ДИ+СКЗ на флексибилност, експлозивну снагу ногу, брзину и агилност кошаркаша јуниорског узраста.
2. Утврдити разлику у акутним ефектима комбинације протокола СИ+СКЗ и ДИ+СКЗ на неуромишићну адаптацију кошаркаша јуниорског узраста.

4 ХИПОТЕЗЕ ИСТРАЖИВАЊА

На основу циљева истраживања је изведена генерална хипотеза и две парцијалне хипотезе истраживања:

Генерална хипотеза H_0 : Не постоје разлике у акутним ефектима статичког и динамичког истезања, у комбинацији са специфичним кошаркашким загревањем, на флексибилност, експлозивну снагу ногу, брзину, агилност и неуромишићну адаптацију кошаркаша јуниорског узраста.

Парцијална хипотеза H_1 : Не постоје разлике у акутним ефектима комбинације протокола СИ+СКЗ и ДИ+СКЗ на флексибилност, експлозивну снагу ногу, брзину и агилност кошаркаша јуниорског узраста.

Парцијална хипотеза H_2 : Не постоје разлике у акутним ефектима комбинације протокола СИ+СКЗ и ДИ+СКЗ на неуромишићну адаптацију кошаркаша јуниорског узраста.

5 МЕТОДЕ КОРИШЋЕНЕ У ИСТРАЖИВАЊИМА

Истраживање у оквиру ове докторске тезе су чинила два одвојена експеримента, један спроведен у теренским условима, и други спроведен у лабораторијским.

Прво је спроведен експеримент у теренским условима, који је био “*cross-over*” дизајна и састојао се из 3 сесије. Прва је подразумевала обавезну фамилијаризацију са протоколима загревања и истезања, као и са тестовима који су се спроводили. Друга и трећа сесија су биле експерименталне, сваки испитаник је насумично радио један протокол истезања, па други. Временски размак између експерименталних сесија је био 48 сати, обе су обављене у истом добу дана, у истој кошаркашкој сали и под истим организационим условима.

Лабораторијски експеримент је такође био “*cross-over*” дизајна и састојао се из 3 сесије, као и код теренског експеримента. Прва сесија је била обавезна за испитанике који нису учествовали теренском експерименту, подразумевала је обавезну фамилијаризацију са протоколима загревања и истезања, као и са тестовима који су се спроводили. Друга и трећа сесија су биле експерименталне, сваки испитаник је насумично радио један протокол истезања, па други. Временски размак између експерименталних сесија је био минимум 7 дана, обе су обављене у истом добу дана и под истим организационим условима.

5.1 Испитаници

За потребе истраживања регрутовано је 54 кошаркаша јуниорског узраста са територије Београда и Новог Сада, као и са међународног кошаркашког кампа „Cross-over 2014“, који је одржан у Крагујевцу. Пре укључивања у студију, испитаницима су дате све неопходне информације, објашњења и одговори на битна питања у вези са истраживањем. Након тога су прочитали формулар за сагласност са експерименталном процедуром, написан у складу са Хелсиншком декларацијом, који је садржао детаљан опис свих процедура, као и потенцијалне ризике и користи од учешћа у студији (прилог 1). За малолетне испитанике, формулар за сагласност су потписивали родитељи или старатељи. Протокол је одобрен од стране Етичког комитета Института за медицинска истраживања, Универзитета у Београду (прилог 2). Сви испитаници су дали писану сагласност за учешће у истраживању. Критеријуми за укључивање у студију су били да

се испитаник активно бавио кошарком барем 4 године и да је имао барем 4 тренинга недељно. Критеријуми за искључење из студије су биле теже повреде 6 месеци уназад, које би могле да утичу на резултате тестирања, болест или узимање медикамената у тренутку тестирања. Испитаницима је наглашено да, док траје тестирање, задрже исти ниво физичке активности, исхране и евентуалне суплементације.

Свим испитаницима је наглашено да могу да се повуку из студије у било ком тренутку.

У теренском експерименту је учествовало 46 кошаркаша јуниорског узраста. Три испитаника су због повреда задобијених између два тестирања, прекинула учествовање у студији и искључена су из анализе, те је анализирано укупно 43 испитаника узраста $17\pm 0,83$ година. Изабрани испитаници су били хомогени по телесној висини, телесној маси, стажу (колико дуго тренирају кошарку) и броју тренинга у току једне недеље. Њихови основни дескриптивни подаци су дати у табели 2.

Табела 2. *Дескриптивна статистика за испитанике који су учествовали у теренском експерименту.*

	АС + СД
Телесна висина (cm)	186,89 \pm 6,8
Телесна маса (kg)	76,1 \pm 12,2
Стаж (год.)	6,58 \pm 2,25
Број тренинга недељно	5,6 \pm 1

У лабораторијском делу експеримента је учествовало 12 кошаркаша јуниорског узраста ($17,7\pm 0,49$ година). Четири испитаника су учествовала и у првом, теренском експерименту, али је између два експеримента прошло око 4 месеца. Изабрани испитаници су били хомогени по телесној висини, телесној маси, стажу и броју тренинга у току једне недеље. Основни дескриптивни подаци о испитаницима су дати у табели 3.

Табела 3. *Дескриптивна статистика за испитанике који су учествовали у лабораторијском експерименту.*

	АС + СД
Телесна висина (cm)	188±9
Телесна маса (kg)	76,75±9
Стаж (год.)	8,83±2,4
Број тренинга недељно	5,67±1,6

5.2 Узорак варијабли

У овом истраживању су коришћена морфолошка, моторичка и неурофизиолошка мерења.

5.2.1 Морфолошка мерења

Морфолошка мерења су била спроведена према Међународном биолошком програму (Lohman, Roche, & Martorell, 1988) и састојала су се из две мере.

За мерење **телесне висине (ТВ)** користио се антропометар по Мартину. Испитаник је стајао на равној подлози у усправном ставу, релаксираних рамена и скупљених пета. Глава је била постављена тако да је франкфуртска хоризонтала у водоравном положају. Мерилац је стајао са стране и спуштао водоравни крај антропометра све док не додирне теме главе. Вредност се читавала са прецизношћу од 0,1mm.

Мерење **телесне масе (ТМ)** се вршило на медицинској, децималној ваги. Испитаник је стајао мирно и у усправном положају, у доњем вешу. Читавала се вредност са прецизношћу од 0,1 kg.

5.2.2 Моторичка мерења

У истраживању су тестиране четири моторичке способности: флексибилност, експлозивна снага ногу, брзина и агилност.

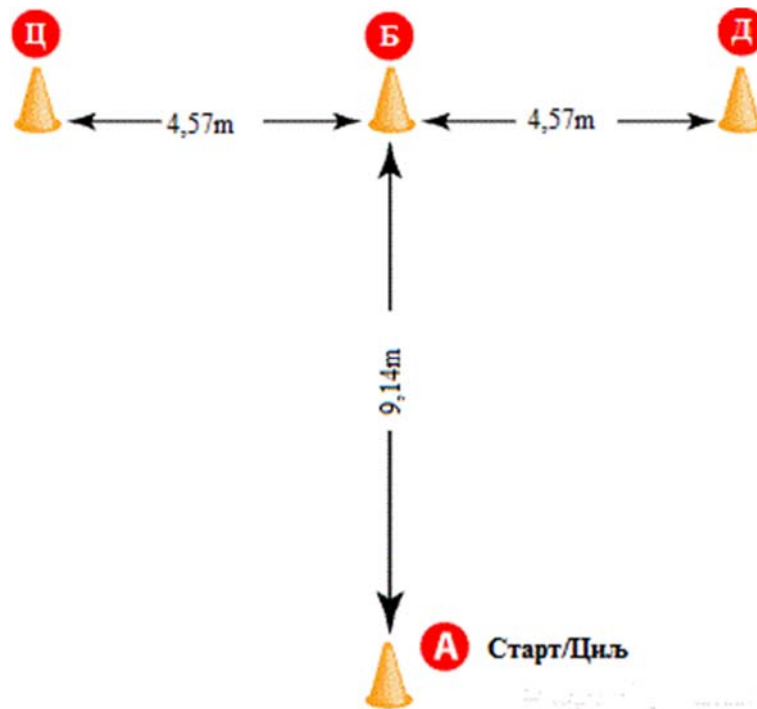
За процену **флексибилности (ФЛ)** коришћен је тест **досезања у седећем претклону** (енг. *seat and reach*). Испитаник је седео на тлу, са стопалима (у ширини кукова) ослоњеним на кутију за тестирање. Колена су била опружена. Десна шака је била постављена изнад леве. Испитаник је полако вршио претклон, трудећи се да досегне што већу вредност на мерној површини кутије (Прилог 3). Резултат је представљала досегнута вредност изражена у сантиметрима, очитана од стране испитивача. Испитаник је имао само један покушај у свакој временској тачки, јер би сваки додатни, утицао на резултат (претпоставка је да би га повећао додатним истезањем мишића).

Експлозивна снага ногу је процењивана уз помоћ **вертикалног скока (ВС)** са контактне плоче (Just Jump, Probotics, USA). Извођење скока је препоручено од стране Боскоа и сар. (1983). Скок се изводио из позиције стојећег раскорачног става са опруженим ногама у зглобу колена и са слободним рукама, опуштеним поред тела. Испитаник је, након почучња, изводио максимално снажан вертикалан скок праћен замахом руку (сличан покрет се користи и у самој игри). Од испитаника је тражено да у току фазе лета не савија колена нити стопала, као и да доскочи на исту позицију са које је скочио (Прилог 4). У свакој временској тачки експеримента су била дозвољена 3 скока, а најбољи резултат је коришћен у даљој анализи. Висина скока је изражена у сантиметрима.

Брзина (БРЗ) је процењивана **трчањем на 20 метара**. На команду „Сад!“, испитаник је започињао трчање из високог старта, претрчавајући дистанцу својом највећом могућом брзином у датом тренутку. Време се мерило бежично повезаним светлосним капијама (WITTY, Microgate, It), у стотим деловима секунде. Светлосне капије су биле постављене на висини од једног метра, а испитаникова стартна позиција је била на 20cm од светлосне капије (Прилог 5). Испитаник је имао један покушај у свакој временској тачки.

Уз помоћ **Т теста (ТТ)** је процењена **агилност**. Испитаник је стајао код чуња А (Слика 8), лицем окренут ка чуњу Б. На команду „Крени!“ започињао је спринт ка чуњу Б, кретао се бочно у кошаркашком ставу до чуња Ц, на исти начин се кретао до чуња Д

и назад до чуња Б (сваки чуњ је морао да додирне руком), а затим је трчао унатрашке до чуња А, и оног тренутка када би га прошао тест је био готов. Време се мерило ручним хронометром, у десетинкама секунде (Прилог 6). Испитаник је имао један покушај у свакој временској тачки.



Слика 8. – Изглед Т теста агилности.

5.2.3 Неурофизиолошка мерења

Као мера неурофизиолошке адаптације коришћена је **промена ексцитабилности α -мотоневрона**, која је представљена као **однос Хофмановог (Х) рефлекса и М таласа (Х/М)**. За њихово одређивање се користио *Medelec ST-10* стимулатор (Medelec, Old Woking, UK). Испитаник је лежао на терапеутском столу у полузаваљеном положају, са ослонцем за главу и руке. Тражено је да при сваком тестирању буде у истом положају, са отвореним очима. Површинске ЕМГ електроде су биле постављене на унутрашњој глави *m.gastrocnemius*-а одскочне ноге, применом тзв. „*belly-tendon*“ монтаже, која подразумева постављање једне електроде на тело мишића, а друге на тетиву истог мишића (у овом случају на Ахилову тетиву). Стимулација је вршена биполарном електродом у затколеној јами, изнад задњег тибијалног нерва. Прво се одређивао

сензитивни праг, од којег је започињало снимање. Даване су салве стимулуса, по 5 у серији, истовремено повећавајући интензитет стимулације за по 0.2 mV. Снимање се завршавало када се достигао плато у М одговору. Електромиографска активност је појачана (x100), филтрирана (1Hz до 1kHz), а затим дигитализована на 2kHz помоћу А/Д конвертора *CED 1401* (Cambridge Electrical Design, Cambridge, UK). Подаци су складиштени у рачунару за „*off-line*“ анализу која је следила.

У првом, теренском експерименту, након морфолошких мерења, тестиране су четири моторичке способности: флексибилност, експлозивна снага ногу, брзина и агилност (тим редоследом). Тестови нису били спровођени насумичним редоследом, јер се сматрало да би на висину вертикалног скока могао да утиче евентуални замор од спринтева и Т-теста, те је распоред тестова био такав да претходни има што мањи утицај на наредни (Samson, Button, Chaouachi, & Behm, 2012).

У лабораторијском експерименту за процену неуромишићне адаптације је узета ексцитабилност α -мотонеурона, која се представља као однос максималне амплитуде Хофмановог (Х) рефлекса и максималне амплитуде М таласа. Као бихејвиорална варијабла, тестирана је експлозивна снага ногу уз помоћ вертикалног скока, који је следио након мерења Х рефлекса, јер би сам скок имао утицај на ексцитабилност α -мотонеурона.

5.3 Уводно-припремни део тренинга

Сваки испитаник је пре иницијалног тестирања (а након мерења телесне висине и масе) одрадио опште загревање, које се састојало од 6 минута трчања ниског интензитета, без наглих промена правца кретања, до појаве знакова знојења. Након иницијалног тестирања би уследио један од протокола истезања. Насумично, испитаник би једног дана тестирања радио статичко, а другог дана динамичко истезање.

5.3.1 Протокол статичког истезања

Од испитаника је затражено да свако истезање изводи мало испод границе бола (субмаксимално истезање), јер је већина негативних ефеката СИ утврђена када је истезање било на граници бола (Behm & Kibele, 2007). Протокол статичког истезања се састојао од следећих вежби:

1. Прекрштање ноге у седећем ставу са засуком трупа (енг. *Crossleg*) (наизменично лева и десна нога, по 2 пута по 15 секунди) (Прилог 7).
2. Привлачење оба стопала ка телу у седећем ставу са притиском лактовима на потколенице (енг. *Butterfly stretch*) (2 пута по 15 секунди) (Прилог 8).
3. Досезање у седећем претклону (енг. *Sit and reach*) (2 пута по 15 секунди) (Прилог 9).
4. Искорак, колена друге ноге опружено и ослоњено на под (енг. *Lunge-knee bent*) (наизменично лева и десна нога, по 2 пута по 15 секунди) (Прилог 10).
5. Искорак, колена друге ноге савијено, стопало се привлачи руком (енг. *Lunge-knee bent and foot hold*) (наизменично лева и десна нога, по 2 пута по 15 секунди) (Прилог 11).
6. Истезање плантарних прегибача стопала (енг. *Calf stretch*) (наизменично лева и десна нога, по 2 пута по 15 секунди) – руке ослоњене на зид (Прилог 12).

5.3.2 Протокол динамичког истезања

Испитаници су протокол динамичког истезања изводили на кошаркашком терену међународно признатих димензија (28м x 15м). Протокол се састојао од следећих осам вежби:

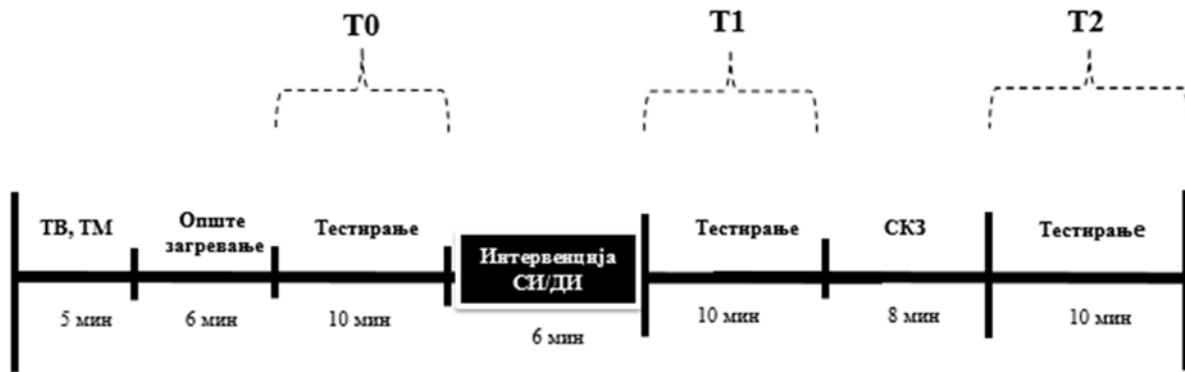
1. Ходање са привлачењем колена/стопала ка грудима при сваком кораку (енг. *High knee and foot walk*) – До половине кошаркашког терена привлачење колена, од половине привлачење стопала; Две дужине кошаркашког терена (Прилог 13).

2. Кариока – Две дужине кошаркашког терена; Једном у леву, други пут у десну страну (Прилог 14).
3. Забацавање потколеница (енг. *Butt kicks*) – Једна ипо дужина кошаркашког терена; преосталу половину терена испитаници би прошетали (Прилог 15).
4. Високи скип са међускоком (акцент на високом подизању колена и правилном положају одразне ноге - потпуно опружена) - Једна ипо дужина кошаркашког терена; преосталу половину терена испитаници би прошетали (Прилог 16).
5. *Spiderman* (енг.) - Једна и по дужина кошаркашког терена; преосталу половину терена испитаници би прошетали (Прилог 17).
6. Трчање са додиривањем пода на сваки други корак (енг. *Lateral slide with floor touch*) - Једна и по дужина кошаркашког терена; преосталу половину терена испитаници би прошетали (Прилог 18).
7. Ниски скип до половине кошаркашког терена, затим наглашено дуги одскоци до краја терена – 3 дужине кошаркашког терена (Прилог 19).
8. Истезање плантарних прегибача наизменичним одвајањем пета од тла (положај сличан као за вежбу *Calf stretch*, руке ослоњене на зид; 2 пута по 30 секунди) (Прилог 20).

Након тестирања у другој временској тачки експеримента уследило је **специфично кошаркашко загревање**. Оно је било идентично устаљеном загревању за кошаркашку утакмицу (истрчавање до центра, пријем лопте, дриблинг, двокорак), изводило се по 4 минута са десне и леве стране (укупно 8 минута).

5.4 Експериментални дизајн

Дизајн који се користио у овом истраживању је био готово идентичан у оба експеримента и може се видети на слици 9.



Слика 9. – Нацрт експерименталног дизајна.

На почетку експеримента су измерене телесна висина и телесна маса, а затим је спроведено опште загревање. У времену означеном као T0 су била одрађена иницијална тестирања за одређени експеримент. По завршетку тестирања се примењивала интервенција у виду једног од два протокола истезања. Одмах након интервенције је поновљено тестирање (T1), затим је одрађено специфично кошаркашко загревање и на крају финално тестирање (T2). Временски интервал за сваки део дизајна је био идентичан у оба експеримента.

5.5 Статистичка анализа

За све варијабле су израчунати основни централни и дисперزيونи статистички показатељи: просечна вредност резултата (аритметичка средина – АС), просечно одступање од просечне вредности (стандардна девијација – СД), најмања вредност резултата (Мин.), највећа вредност резултата (Макс.) и коефицијент варијације резултата (КВ).

Тестирање нормалитета дистрибуције резултата у варијаблима је вршено методом упоређивања уочене и теоретске криве (метода Колмогоров-Смирнова). Асиметричност дистрибуције је тестирана односом аритметичке средине, мода дистрибуције и стандардне девијације (скјунис, енг. *Skewness*), док је хомогеност дистрибуције процењена коефицијентом куртозиса (енг. *Kurtosis*).

За анализу почетних разлика између група, коришћен је Т-тест за зависне узорке. Поређене су почетне апсолутне вредности резултата за варијабле, које су тестиране пре спровођења планиране интервенције.

За сва моторичка тестирања статистичка анализа је рађена на релативним вредностима резултата, које су нормализоване у односу на резултате теста у Т0 (формула: $(T_x - T_0) / T_0 * 100$). За тестирања неуромишићне адаптације је коришћен однос Х рефлекса и М одговора. Групне разлике и ефекат примењене интервенције (СИ и ДИ), као и СКЗ-а, анализиран је помоћу комбиноване двофакторске анализе варијансе (АНОВА) са поновљеним мерењима, са фактором „Време“ (Т0, Т1, Т2) и фактором „Протокол“ (статичко истезање - СИ и динамичко истезање - ДИ). За *post-hoc* анализу коришћен је *LSD post hoc* тест. Статистички значајним резултатом је сматран онај где је р вредност била мања од 0,05.

6 РЕЗУЛТАТИ

За утврђивање разлике ефеката комбинација протокола СИ+СКЗ и ДИ+СКЗ на флексибилност, експлозивну снагу ногу, брзину и агилност кошаркаша јуниорског узраста, коришћени су резултати добијени тестирањем 43 испитаника ($17 \pm 0,83$ година). Њихова основна дескриптивна статистика је дата у Табели 4.

Табела 4. Основна дескриптивна статистика и процена хомогености групе.

	АС	СД	Мин.	Макс.	<i>Skew.</i>	<i>Kurt.</i>	КВ	КС
Телесна висина (cm)	186,9	6,8	173,0	200,0	0,11	-0,61	0,04	0,200
Телесна маса (kg)	76,1	12,2	55,0	121,0	1,20	3,15	0,16	0,200
Стаж (год.)	6,5	2,3	2	12	0,62	-0,16	0,36	0,000
Број тренинга недељно	5,6	1,2	4	9	0,80	0,28	0,21	0,000

АС - аритметичка средина; СД – стандардна девијација; Мин. – најмања вредност резултата; Макс. – највећа вредност резултата; *Skew.* – скјунис, асиметрија расподеле резултата; *Kurt.* – куртозис, спљоштеност расподеле резултата; КВ – коефицијент варијације; КС – ниво значајности одступања уочене од нормалне дистрибуције тестом Колмогоров-Смирнова.

Може се приметити да су испитаници имали нормалну расподелу телесне висине и телесне масе. Вредности телесне висине су имале симетричну расподелу, али је благо била повећана спљоштеност. Резултати телесне масе показују да велика већина резултата нагиње ка нижим вредностима, са повећаним груписањем око вредности аритметичке средине. Коефицијенти варијације телесне висине и телесне масе показују да су резултати били изразито хомогени. Стаж и број тренинга у току једне недеље значајно одступају од нормалне расподеле резултата, чему у прилог иду и велики распони између најмањих и највећих вредности, док коефицијенти варијације показују да су резултати били хомогени (Табела 4).

Употребом Т теста за зависне узорке поређене су почетне вредности (у времену Т₀) пре обе интервенције (Табела 5). Утврђена је значајна разлика у резултатима флексибилности испитаника пре СИ у односу пре ДИ интервенције. Разлике у осталим варијаблима нису пронађене.

Табела 5. Резултати *T* теста за зависне узорке за почетне вредности.

		АС±СД	T(42)	p
ФЛ	СИ	32,3±5,5	-2,174	0,035*
	ДИ	32,8±5,6		
ВС	СИ	59,7±7,4	0,335	0,739
	ДИ	59,6±7,0		
БРЗ	СИ	3,32±0,17	-1,325	0,192
	ДИ	3,35±0,20		
ТТ	СИ	11,2±0,7	0,458	0,649
	ДИ	11,2±0,5		

ФЛ – флексибилност; ВС – вертикалан скок; БРЗ – брзина трчања на 20 метара; ТТ – Т тест агилности; СИ – статичко истезање; ДИ – динамичко истезање.

* $p < 0,05$

Анализиране су и хомогеност и нормалност расподеле резултата све четири варијабле у све три временске тачке (Т0, Т1, Т2).

Табела 6. Резултати у временској тачки Т0, односно на иницијалном мерењу.

		АС	СД	Мин.	Макс.	Skew.	Kurt.	КВ	КС
ФЛ	СИ	32,3	5,5	18,0	43,3	-0,47	0,43	0,17	0,200
	ДИ	32,8	5,6	18,0	45,2	-0,37	0,70	0,17	0,200
ВС	СИ	59,7	7,4	47,1	81,3	0,90	1,12	0,12	0,200
	ДИ	59,6	7,0	43,2	79,0	0,45	1,06	0,12	0,200
БРЗ	СИ	3,32	0,17	3,08	4,00	1,74	4,97	0,05	0,085
	ДИ	3,35	0,20	3,01	3,98	0,96	1,49	0,06	0,086
ТТ	СИ	11,2	0,7	9,8	12,8	-0,06	0,10	0,06	0,200
	ДИ	11,2	0,5	10,0	12,4	0,05	0,23	0,04	0,200

ФЛ – флексибилност; ВС – вертикалан скок; БРЗ – брзина трчања на 20 метара; ТТ – Т тест агилности; СИ – статичко истезање; ДИ – динамичко истезање; АС - аритметичка средина; СД – стандардна девијација; Мин. – најмања вредност резултата; Макс. – највећа вредност резултата; *Skew.* – скјунис, асиметрија расподеле резултата; *Kurt.* – куртозис, спљоштеност расподеле резултата; КВ – коефицијент варијације; КС – ниво значајности одступања уочене од нормалне дистрибуције тестом Колмогоров-Смирнова.

Резултати теста флексибилности и пре статичког и пре динамичког истезања имају нормалну расподелу. У оба случаја су резултати благо померени ка већим вредностима, са релативно сличном спљоштеношћу, док су коефицијенти варијације изразито ниски (Табела 6).

И вредности вертикалног скока су имале нормалну расподелу и биле изразито хомогене. Биле су померене ка нижим вредностима, а изражене су вредности куртозиса и пре СИ и пре ДИ. Што се тиче резултата брзине, померени су ка нижим вредностима (односно већим брзинама), са изразито лептокуртичном расподелом (нарочито пре СИ). Тест агилности је такође имао изразито ниске коефицијенте варијације у оба случаја, са ниским вредностима мера асиметрије и спљоштености, указујући да су резултати били нормално распоређени (Табела 6).

Табела 7. Резултати у временској тачки Т1, односно непосредно након истезања.

		АС	СД	Мин.	Макс.	Skew.	Kurt.	КВ	КС
ФЛ	СИ	34,0	5,6	20,0	47,8	-0,14	0,52	0,17	0,200
	ДИ	34,2	5,4	21,5	48,5	-0,24	0,76	0,16	0,200
ВС	СИ	58,3	7,3	42,5	77,5	0,37	0,58	0,12	0,200
	ДИ	59,2	7,3	44,7	79,8	0,60	1,08	0,12	0,150
БРЗ	СИ	3,35	0,16	3,08	3,81	0,53	0,25	0,05	0,200
	ДИ	3,32	0,18	3,03	3,89	0,78	1,12	0,05	0,200
ТТ	СИ	11,1	0,8	9,4	12,4	-0,32	-0,39	0,07	0,200
	ДИ	11,2	0,6	10,3	12,5	0,13	-0,97	0,05	0,940

ФЛ – флексибилност; ВС – вертикалан скок; БРЗ – брзина трчања на 20 метара; ТТ – Т тест агилности; СИ – статичко истезање; ДИ – динамичко истезање; АС – аритметичка средина; СД – стандардна девијација; Мин. – најмања вредност резултата; Макс. – највећа вредност резултата; Skew. – скјунис, асиметрија расподеле резултата; Kurt. – куртозис, спљоштеност расподеле резултата; КВ – коефицијент варијације; КС – ниво значајности одступања уочене од нормалне дистрибуције тестом Колмогоров-Смирнова.

И непосредно након истезања, резултати све четири варијабле су имали нормалну расподелу и били хомогени (Табела 7). Резултати флексибилности су након оба протокола истезања били нешто блаже (него на иницијалном мерењу) померени ка већим вредностима, док су спљоштеност и коефицијенти варијације били веома слични. Резултати вертикалног скока након СИ су имали мање изражену шиљатост расподеле него на иницијалном мерењу. Брзина након СИ је такође била мање изражено груписана

око аритметичке средине, него што је то био случај пре СИ (што се донекле и очекивало, због самих ефеката истезања). Задржане су ниске вредности скјуниса и куртозиса, као и коефицијената варијације код резултата агилности, а након оба протокола истезања (Табела 7).

Табела 8. Резултати у временској тачки Т2, односно непосредно након специфичног кошаркашког загревања.

		АС	СД	Мин.	Макс.	Skew.	Kurt.	КВ	КС
ФЛ	СИ	33,9	6,2	20,0	48,2	-0,26	0,25	0,18	0,200
	ДИ	34,3	5,3	20,7	46,2	-0,27	0,47	0,15	0,200
ВС	СИ	60,1	8,1	44,1	82,3	0,71	1,25	0,13	0,170
	ДИ	58,6	7,3	43,5	79,3	0,55	1,09	0,12	0,010
БРЗ	СИ	3,34	0,19	2,97	4,01	0,73	2,80	0,06	0,190
	ДИ	3,35	0,19	2,99	3,89	0,40	0,26	0,06	0,200
ТТ	СИ	10,9	0,8	9,4	12,3	-0,13	-0,90	0,08	0,130
	ДИ	11,1	0,5	10,0	12,5	0,35	0,20	0,05	0,200

ФЛ – флексибилност; ВС – вертикалан скок; БРЗ – брзина трчања на 20 метара; ТТ – Т тест агилности; СИ – статичко истезање; ДИ – динамичко истезање; АС – аритметичка средина; СД – стандардна девијација; Мин. – најмања вредност резултата; Макс. – највећа вредност резултата; Skew. – скјунис, асиметрија расподеле резултата; Kurt. – куртозис, спљоштеност расподеле резултата; КВ – коефицијент варијације; КС – ниво значајности одступања уочене од нормалне дистрибуције тестом Колмогоров-Смирнова.

У Табели 8. се може уочити да је изостала нормална расподела резултата вертикалног скока, а након комбинације протокола динамичког истезања и специфичног кошаркашког загревања. Један од разлога је вероватно тај што су два испитаника имала изразито веће вредности скока у односу на већину других.

Остали резултати све четири варијабле су имали нормалну расподелу и били хомогени (Табела 8).

Резултати анализе нормализованих вредности помоћу комбиноване двофакторске анализе варијансе (АНОВА 3x2) са поновљеним мерењима, показали су да је на сваку варијаблу неки од фактора имао значајан утицај (Табела 9).

Табела 9. Резултати двофакторске АНОВЕ са поновљеним мерењима 3x2 (фактор „Протокол“ и фактор „Време“) за варијабле ФЛ, ВС, БРЗ, ТТ.

	Протокол	Време	Протокол x Време
	F(1,42)	F(2,41)	F(2,41)
ФЛ	0,363	25,803**	0,866
ВС	0,117	8,645**	12,066**
БРЗ	2,791	1,031	4,87*
ТТ	8,18**	7,675**	4,059*

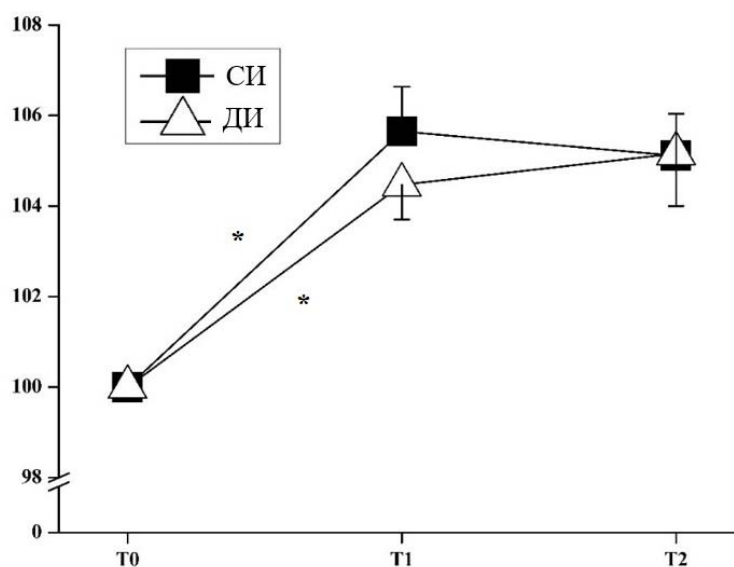
ФЛ – флексибилност; ВС – вертикалан скок; БРЗ – брзина на 20 метара;

ТТ – Т тест агилности.

* $p < 0,05$

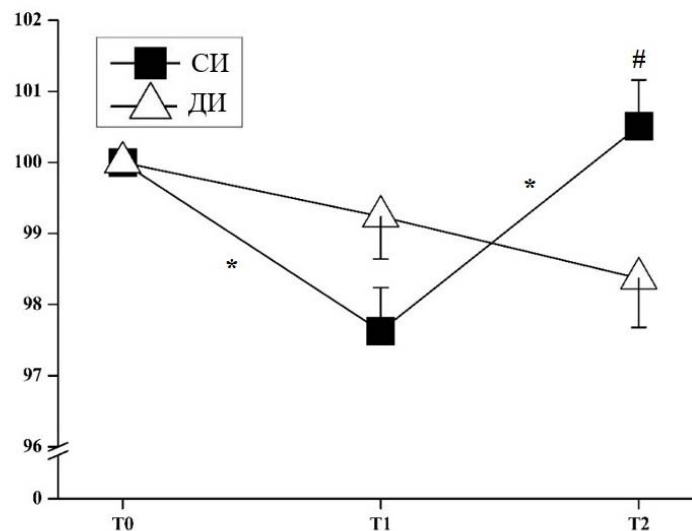
** $p < 0,01$

Резултати анализе нормализованих вредности досезања у претклону показали су значајан ефекат фактора „Време“, док ефекти фактора „Протокол“ и интеракције фактора „Протокол x Време“ нису били значајни (Табела 9). *Post hoc* анализом је утврђено да се код обе групе посматране заједно, флексибилност повећала у времену Т1 у односу на Т0 ($p < 0,000$), а да су се сличне вредности одржале и у времену Т2, тако да готово да није било разлике између Т1 и Т2 ($p=1$) (Т2 у односу на Т0, $p < 0,000$) (Слика 10).



Слика 10. - Промена флексибилности током времена након СИ и ДИ. Приказане су средње вредности (нормализоване у односу на Т0) ± СЕМ. Квадрат означава промене након статичког, а троугао након динамичког истезања. Звездича (*) означава значајну разлику у времену у оквиру једног протокола. Ниво значајности је $p < 0,05$.

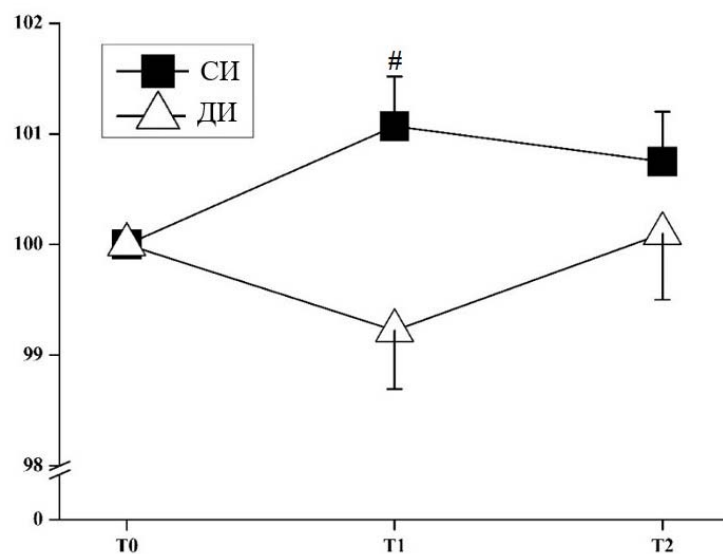
Анализом резултата вертикалног скока утврђен је значајан ефекат фактора „Време“ и интеракције фактора „Протокол x Време“, док ефекат фактора „Протокол“ није био значајан (Табела 9). *Post hoc* анализа за значајност фактора „Време“ је показала да у времену T1 резултати теже ка значајној разлици међу групама ($p=0,057$), а да се у времену T2 значајно разликују ($p=0,02$), односно висина скока се после СКЗ вратила на почетне вредности код СИ протокола, док је код ДИ протокола наставила да опада. Детаљније, *post hoc* анализа за значајност интеракције фактора показала је да је висина скока одмах након СИ опала (T1 наспрам T0, $p=0,001$), али се затим и вратила на почетне вредности (T2 наспрам T1, $p=0,00001$). Разлике у висини скока код ДИ интервенције нису значајне, али показују тренд ка опадању (T2 наспрам T1, $p=0,067$) (Слика 11).



Слика 11. - Промена висине вертикалног скока током времена након СИ и ДИ. Приказане су средње вредности (нормализоване у односу на T0) \pm СЕМ. Квадрат означава промене након статичког, а троугао након динамичког истезања. Звездица (*) означава значајну разлику у времену у оквиру једног протокола, док тарабица (#) означава значајну разлику између протокола у истом времену. Ниво значајности је $p<0,05$.

Анализом резултата трчања на 20 метара утврђено је да постоји значајан ефекат интеракције фактора „Протокол x Време“, док ефекти фактора „Протокол“ и фактора „Време“ нису били значајни (Табела 9). Даљом *post hoc* анализом за значајност интеракције фактора је утврђено да је постојала значајна разлика одмах након

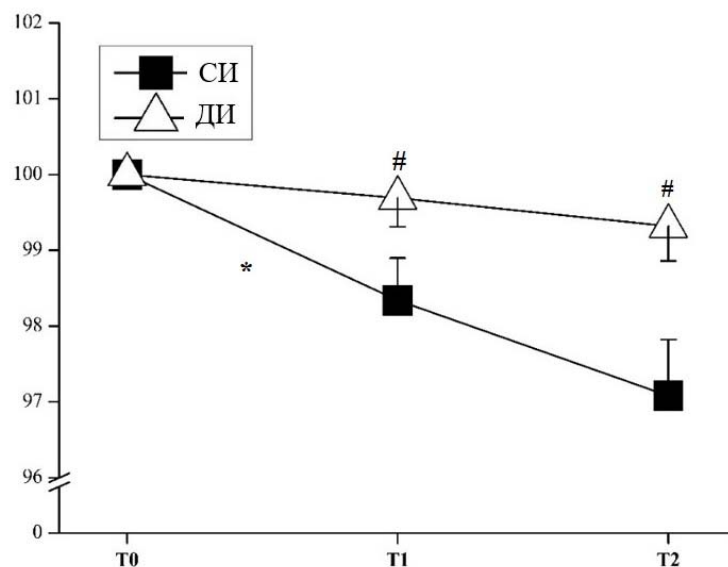
интервенције у времену T1 ($p=0,015$), односно да су испитаници одмах након СИ били значајно спорији него после ДИ. Након СКЗ се губи разлика између два протокола. Посматрано само у оквиру СИ протокола, постојао је тренд ка опадању одмах након интервенције (T1 у односу на T0; $p=0,068$), док СКЗ које је уследило није имало утицаја ($p=1$) (Слика 12). Протокол ДИ није имао значајних утицаја на брзину (T0 у односу на T1, $p=0,44$; T2 у односу на T1, $p=0,13$; T2 у односу на T0, $p=1$).



Слика 12. - Промена брзине трчања током времена након СИ и ДИ. Приказане су средње вредности (нормализоване у односу на T0) \pm СЕМ. Квадрат означава промене након статичког, а троугао након динамичког истезања. Тарабица (#) означава значајну разлику између протокола у истом времену. Ниво значајности је $p < 0,05$.

Код резултата агилности је евидентно да су значајни ефекти и фактора „Протокол“ и фактора „Време“, као и интеракције фактора „Протокол x Време“ (Табела 9). Даљом *post hoc* анализом је утврђено да су постојале значајне разлике између оба протокола и у времену T1 ($p=0,05$) и у времену T2 ($p=0,011$), односно да су испитаници и после СИ интервенције и после комбинације интервенција СИ+СКЗ били агилнији у односу на то кад су за интервенцију имали ДИ. Посматрано само у оквиру СИ протокола, показано је значајно побољшање агилности одмах након СИ ($p=0,014$) и то побољшање

се задржало и након СКЗ (Т2 у односу на Т0, $p=0,01$; Т2 у односу на Т1, $p=0,118$) (Слика 13). Када су испитаници имали ДИ интервенцију, она није утицала на агилност (Т1 у односу на Т0, $p=1$), као ни комбинација интервенција ДИ+СКЗ (Т2 у односу на Т1, $p=1$; Т2 у односу на Т0, $p=0,4$).



Слика 13. - Промена времена за извођење теста агилности током времена након СИ и ДИ. Приказане су средње вредности (нормализоване у односу на Т0) \pm СЕМ. Квадрат означава промене након статичког, а троугао након динамичког истезања. Звездица (*) означава значајну разлику у времену у оквиру једног протокола, док тарабица (#) означава значајну разлику између протокола у истом времену. Ниво значајности је $p<0,05$.

Да би се утврдиле разлике ефеката комбинација протокола СИ+СКЗ и ДИ+СКЗ на неуромишићну адаптацију кошаркаша јуниорског узраста, тестирано је 12 испитаника ($17,7\pm 0,49$ година). Њихова основна дескриптивна статистика је дата у Табели 10.

Табела 10. Основна дескриптивна статистика и процена хомогености групе.

	АС	СД	Мин.	Макс.	Skew.	Kurt.	КВ	КС
Телесна висина (cm)	188,0	6,2	178,0	195,0	-0,11	-1,46	0,03	0,170
Телесна маса (kg)	76,8	9,0	60,0	89,0	-0,28	-0,93	0,12	0,170
Стаж (год.)	8,8	2,4	5	12	-0,24	-1,28	0,27	0,200
Број тренинга недељно	5,7	1,6	4	10	2,23	5,75	0,28	0,010

АС - аритметичка средина; СД – стандардна девијација; Мин. – најмања вредност резултата; Макс. – највећа вредност резултата; *Skew.* – скјунис, асиметрија расподеле резултата; *Kurt.* – куртозис, спљоштеност расподеле резултата; КВ – коефицијент варијације; КС – ниво значајности одступања уочене од нормалне дистрибуције тестом Колмогоров-Смирнова.

Испитаници су имали нормалну расподелу телесне висине, телесне масе и година тренирања. Вредности све три варијабле благо нагињу нижим вредностима, са већим спљоштеностима расподеле. Број тренинга у току једне недеље значајно одступа од нормалне расподеле резултата, што је вероватно проузроковано великим распоном између најмање и највеће вредности, али и бројем испитаника. Коефицијенти варијације указују на хомогеност резултата (изразито код телесне висине и телесне масе) (Табела 10).

Коришћењем Т теста за зависне узорке поређене су почетне вредности (Т0) пре обе интервенције (Табела 11). Утврђено је да не постоје значајне разлике за почетне вредности ниједне од варијабли.

Табела 11. Т тест за зависне узорке за почетне вредности.

		АС±СД	Т(11)	р
ВС	СИ	58,08±5,23	0,5	0,96
	ДИ	58,13±6,18		
Х/М	СИ	0,23±0,11	-0,86	0,41
	ДИ	0,21±0,13		

ВС – вертикалан скок; Х/М – однос максималних амплитуда Х рефлекса и М таласа; СИ – статичко истезање; ДИ – динамичко истезање.

Анализиране су и хомогеност и нормалност расподеле резултата све четири варијабле у све три временске тачке (T0, T1, T2).

Табела 12. Резултати у временској тачки T0, односно на иницијалном мерењу.

		АС	СД	Мин.	Макс.	Skew.	Kurt.	КВ	КС
BC	СИ	58,1	5,2	50,1	65,1	-0,27	-1,42	0,09	0,200
	ДИ	58,1	6,2	47,8	66,1	-0,25	-1,25	0,11	0,200
X/M	СИ	0,228	0,111	0,000	0,500	0,21	1,20	0,49	0,200
	ДИ	0,206	0,127	0,036	0,410	0,00	-1,15	0,62	0,200

BC – вертикалан скок; X/M – однос максималних амплитуда X рефлекса и M таласа; СИ – статичко истезање; ДИ – динамичко истезање; АС - аритметичка средина; СД – стандардна девијација; Мин. – најмања вредност резултата; Макс. – највећа вредност резултата; Skew. – скјунис, асиметрија расподеле резултата; Kurt. – куртозис, спљоштеност расподеле резултата; КВ – коефицијент варијације; КС – ниво значајности одступања уочене од нормалне дистрибуције тестом Колмогоров-Смирнова.

Вредности вертикалног скока на иницијалном мерењу другог експеримента су биле померене ка вишим вредностима, са изражено спљоштеном расподелом и пре СИ и пре ДИ. Што се тиче односа максималних амплитуда X рефлекса и M таласа, пре СИ вредности су биле просечно хомогене, благо померене ка нижим вредностима са израженим груписањем око аритметичке средине, док су пре ДИ биле нехомогене, симетричне али изражено спљоштене. Није било значајности Колмогоров-Смирновог теста (Табела 12).

Табела 13. Резултати у временској тачки T1, односно непосредно након истезања.

		АС	СД	Мин.	Макс.	Skew.	Kurt.	КВ	КС
BC	СИ	56,6	5,2	48,7	64,0	-0,28	-1,36	0,09	0,200
	ДИ	58,2	6,0	49,3	65,8	0,04	-1,58	0,10	0,200
X/M	СИ	0,180	0,134	0,000	0,500	0,72	-0,95	0,74	0,200
	ДИ	0,270	0,216	0,268	0,696	0,59	-0,52	0,80	0,200

BC – вертикалан скок; X/M – однос максималних амплитуда X рефлекса и M таласа; СИ – статичко истезање; ДИ – динамичко истезање; АС - аритметичка средина; СД – стандардна девијација; Мин. – најмања вредност резултата; Макс. – највећа вредност резултата; Skew. – скјунис, асиметрија расподеле резултата; Kurt. – куртозис, спљоштеност расподеле резултата; КВ – коефицијент варијације; КС – ниво значајности одступања уочене од нормалне дистрибуције тестом Колмогоров-Смирнова.

Непосредно након истезања, резултати обе варијабле су имали нормалну расподелу. Вертикалан скок је након оба протокола имао ниске коефицијенте варијације, док су резултати односа X рефлекса и М таласа су били нехомогени након оба протокола истезања, са вишим коефицијентима варијације (Табела 13), него што је то био случај пре истезања.

Табела 14. Резултати у временској тачки T2, односно непосредно након специфичног кошаркашког загревања

		АС	СД	Мин.	Макс.	Skew.	Kurt.	КВ	КС
ВС	СИ	58,3	5,3	50,3	64,9	-0,35	-1,75	0,09	0,014
	ДИ	57,7	7,7	46,5	68,0	0,35	-1,72	0,13	0,200
X/M	СИ	0,127	0,108	0,000	0,300	1,17	0,52	0,85	0,200
	ДИ	0,162	0,139	0,015	0,445	0,94	-0,17	0,86	0,150

ВС – вертикалан скок; X/M – однос максималних амплитуда X рефлекса и М таласа; СИ – статичко истезање; ДИ – динамичко истезање; АС - аритметичка средина; СД – стандардна девијација; Мин. – најмања вредност резултата; Макс. – највећа вредност резултата; Skew. – скјунис, асиметрија расподеле резултата; Kurt. – куртозис, спљоштеност расподеле резултата; КВ – коефицијент варијације; КС – ниво значајности одступања уочене од нормалне дистрибуције тестом Колмогоров-Смирнова.

Интересантно је да се поново може уочити одсуство нормалности расподеле резултата вертикалног скока, али овог пута након комбинације протокола статичког истезања и специфичног кошаркашког загревања (Табела 14), док је то био случај са комбинацијом динамичког истезања и специфичног кошаркашког загревања у теренском експерименту (Табела 8). Вредности односа максималних амплитуда X рефлекса и М таласа су биле нехомогене након обе комбинације протокола (високи коефицијенти варијације), померени ка мањим вредностима, али са одсуством значајности Колмогоров-Смирновог теста (Табела 14).

Резултати су такође тестирани помоћу комбиноване двофакторске анализе варијансе (АНОВА 3x2) са поновљеним мерењима, а и у овом случају је евидентно да је на обе тестиране варијабле неки од фактора имао значајан утицај (Табела 15).

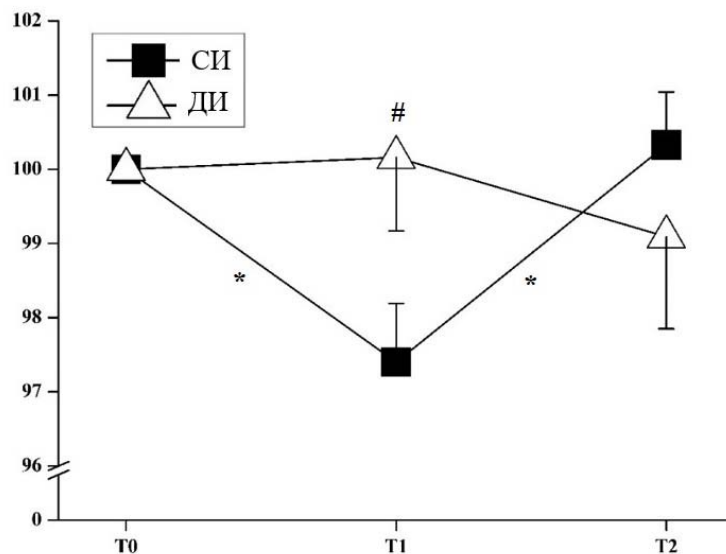
Табела 15. Резултати двофакторске АНОВЕ са поновљеним мерењима 3x2 (фактор „Протокол“ и фактор „Време“) за варијабле ВС и Х/М.

	Протокол	Време	Протокол x Време
	F(1,11)	F(2,10)	F(2,10)
ВС	0,489	1,662	5,025*
Х/М	2,051	5,371*	4,391*

ВС – вертикалан скок; Х/М – однос максималних амплитуда Х рефлекса и М таласа.

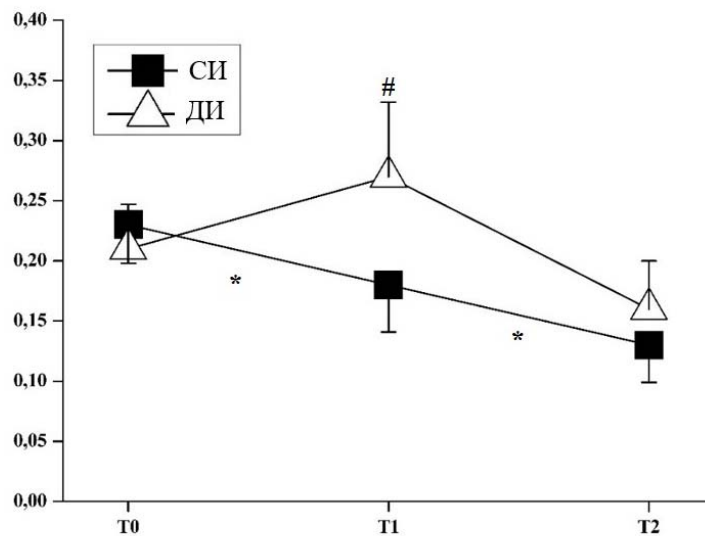
* $p < 0,05$

Резултати анализе нормализованих вредности вертикалног скока (који је коришћен као бихејвиорална варијабла у лабораторијском експерименту) су показали значајан ефекат интеракције фактора „Протокол x Време“, док ефекти фактора „Протокол“ и фактора „Време“ нису били значајни (Табела 15). *Post hoc* анализа је показала да је значајна разлика два протокола у времену Т1 ($p=0,05$), односно одмах након интервенције, и то да је СИ значајно умањило висину скока. Посматрано само за СИ протокол, примећује се значајан пад висине скока одмах након интервенције (Т1 у односу на Т0; $p=0,007$), а затим и значајан пораст вредности (Т2 у односу на Т1; $p=0,006$) након СКЗ. Почетне и крајње вредности висине скока нису биле значајне (Т2 у односу на Т0; $p=0,656$) (Слика 14). Код примене ДИ протокола није било значајних разлика ни у једној временској тачки (Т1 у односу на Т0, Т2 у односу на Т1, Т2 у односу на Т0; $p>0,4$).



Слика 14. - Промена висине вертикалног скока током времена након СИ и ДИ. Приказане су средње вредности (нормализоване у односу на T_0) \pm СЕМ. Квадрат означава промене након статичког, а троугао након динамичког истезања. Звездица (*) означава значајну разлику у времену у оквиру једног протокола, док тарабица (#) означава значајну разлику између протокола у истом времену. Ниво значајности је $p < 0,05$.

Анализом вредности односа максималних амплитуда Хофмановог Х рефлекса и М таласа утврђено је да постоји значајан ефекат фактора „Време“ и интеракције фактора „Протокол x Време“, док ефекат фактора „Протокол“ није био значајан (Табела 15). Даљом *post hoc* анализом је показано да су се два протокола разликовала у времену T_1 ($p=0,049$), односно да је однос Х/М био значајно мањи након СИ. Гледано само за протокол СИ може се увидети да је однос значајно опао одмах након интервенције (T_1 у односу на T_0 ; $p=0,015$), али да је и након СКЗ наставио да опада (T_2 у односу на T_1 ; $p=0,019$), те је самим тим и разлика на почетку и на крају била значајна (T_2 у односу на T_0 ; $p=0,006$). Код ДИ протокола однос Х/М се није разликовао након ДИ интервенције (T_1 у односу на T_0 ; $p=0,13$), док је имао тренд ка опадању након СКЗ (T_2 у односу на T_1 ; $p=0,06$) (Слика 15).



Слика 15. - Промена односа максималних амплитуда X рефлекса и M таласа током времена након СИ и ДИ. Квадрат означава промене након статичког, а троугао након динамичког истезања. Звездица (*) означава значајну разлику у времену у оквиру једног протокола, док тарабица (#) означава значајну разлику између протокола у истом времену. Ниво значајности је $p < 0,05$.

7 ДИСКУСИЈА

Различити садржаји уводно-припремног дела тренинга, прецизније, различити протоколи загревања и истезања су утицали на готово све тестиране моторичке способности, као и на неуромишићну адаптацију. И статичко и динамичко истезање су значајно повећали флексибилност, а након СКЗ остали на истом нивоу. Вертикалан скок је значајно опао након СИ, али се након СКЗ значајно повећао и вратио на почетне вредности, док је примена ДИ протокола (и самог и у комбинацији са СКЗ) довела до тренда ка опадању скока, без значајних разлика. На брзину ниједан протокол није имао значајног утицаја, мада је непосредно након СИ постојао тренд ка опадању брзине. Испитаници су имали значајно боља времена на тесту агилности и након СИ и након СИ+СКЗ, док ДИ није имало утицаја. И у лабораторијском експерименту СИ је значајно смањило висину скока, али је СКЗ побиле негативне ефекте, док ДИ није имало утицаја. На крају, однос максималних амплитуда Х рефлекса и М таласа су значајно опале и након СИ и након СИ+СКЗ, док након ДИ није било значајних промена.

У првом експерименту који је спроведен у теренским условима, утврдиле су се разлике ефеката статичког и динамичког протокола истезања, као и комбинација истих са специфичним кошаркашким загревањем, на моторичке способности које су процењене као најбитније за успешност у кошарци.

Први циљ првог експеримента је било утврђивање разлике ефеката статичког и динамичког истезања (и у комбинацији са специфичним кошаркашким загревањем) на **флексибилност**. Можда је баш у овом случају постојало најмање контроверзи у налазима ранијих истраживања (Bacurau et al., 2009; Power et al., 2004; Van Gelder & Bartz, 2011; Young & Behm, 2002). У њима је заговарана тврдња да ће и СИ и ДИ значајно повећати флексибилност, што је био случај и у нашој студији (Слика 10).

Повећање флексибилности након СИ се може приписати вискоеластичној стрес релаксацији, која се одвија када се мишићно ткиво налази истегнуто у фиксираном положају (Magnusson et al., 1995; Magnusson et al., 1996), или повећаној тетивној еластичности и смањеној мишићној вискозности (Kubo, Kanehisa, Kawakami, & Fukunaga, 2001).

Неке студије (O'Sullivan, Murray, & Sainsbury, 2009; Covert, Alexander, Petronis, & Davis, 2010) су показале да СИ има значајнији позитиван утицај на флексибилност него ДИ, мада има и оних, чији су налази у складу са нашим, где је ДИ подједнако значајно повећало флексибилност (Beedle & Mann, 2007; Paradisis et al., 2014; Perrier, Pavol, & Hoffman, 2011; Herman & Smith, 2008). Генерално гледано, аутори су у закључцима већине досадашњих истраживања предлагали ДИ као разумнији избор пред тренинг или такмичење.

Специфично кошаркашко загревање, након оба протокола истезања, није утицало на флексибилност, односно резултати досезања у претклону су остали на истом нивоу, на ком су били непосредно након истезања. Претпоставка је да су и СИ и ДИ довели до максималног акутног повећања флексибилности у датом тренутку, те да СКЗ није могло додатно да је повећа. До истих налаза су дошли и Самсон и сар. (2012). Овим су прве хипотезе оба циља првог експеримента потврђене.

У складу са хипотезом коју смо изнели, анализирајући утицаје истезања на **експлозивну снагу ногу**, добили смо резултате који потврђују негативне акутне утицаје СИ на висину скока (као манифестацију експлозивне снаге ногу), као и побијање истих након употребе СКЗ. Супротно хипотези, ДИ није имало статистички значајног утицаја, ни изоловано ни у комбинацији са СКЗ (Слика 11).

Утврђено је да висина скока одмах након СИ значајно опада. Симић и сар. (2012) су у својој мета-анализи навели да СИ негативно утиче на експлозивна мишићна својства, што је потврђено и у нашем истраживању. Аутори су сугерисали да би коришћење временски краћих истезања (15-30 секунди по мишићној групи) можда имало позитивније ефекте, међутим, то у нашем експерименту није био случај. Наши налази су у складу са оним до којих је дошао Гелен (2011). Он је пријавио опадање висине скока за 4,9% након СИ у поређењу са контролном групом код које није било истезања. Истезање је трајало 30 секунди по мишићној групи (2 пута по 15 секунди), баш као и у нашој студији.

Сматрало се и да интензитет СИ игра битну улогу у изазивању негативних ефеката на висину скока (Young, Elias, & Power, 2006, према Behm & Kibele, 2007). Међутим, Јанг и сар. (2006) су утврдили да СИ од 90% од пуног обима покрета нема негативне ефекте на висину скока, док је Кнудсон са својим сарадницима у две студије (Knudson, Bennet, Corn, Leick, & Smith, 2001; Knudson, Noffal, Bahamonde, Bauer, & Blackwell, 2004)

показао да истезање „мало испод границе бола“ такође није значајно умањило експлозивне способности мишића. Вођени тим претпоставкама, Бем и Кибеле (2007) су испитивали ефекте различитих интензитета СИ на висину скока. Десет испитаника, старости 24-27 година, су у три одвојена дана спроводили статичка истезања од 100%, 75% и 50% од пуног обима покрета. Третиране су 3 мишићне групе ногу (предња и задња ложа натколенице, задња ложа потколенице), свака група 4 пута по 30 секунди. Тестирано је 5 различитих варијанти вертикалног скока, пре и после третмана. Аутори су дошли до закључка да су сва три интензитета СИ довела до значајног опадања у висини вертикалног скока, и то готово подједнако (без међусобних разлика).

Упоређивање и дискутовање о резултатима других студија треба спроводити пажљиво, јер и најмања промена у методологији истраживања може довести до потпуно супротних закључака. Пример су нека истраживања која нису нашла негативне ефекте СИ на висину скока, али која су се методолошки разликовала од нашег.

У студији Холта и Ламбурна (Holt & Lambourne, 2008) 64 испитаника (старост 20,7 година), који су се активно бавили фудбалом, распоређено је у једну од 4 групе, које су за третман имале ДИ, СИ, само динамичко загревање или су били контрола (без икакве активности). Сви су се загрејали лаганим трчањем од 5 минута, а група која је као третман имала СИ је спровела 5 вежби (5 мишићних група), а свака мишићна група је третирана 3 пута по 5 секунди (са паузом од 1 секунде између понављања) уз асистенцију помагача. Резултати су показали да се висина скока значајно повећала након ДИ и динамичког загревања у односу на резултате СИ групе, али у оквиру СИ групе се могло приметити да је висина скока, иако незначајно, порасла након третмана у односу на претест. Разлог разликовања овог налаза и наших, вероватно лежи у чињеници да је СИ у нашој студији дупло дуже трајало.

У својој студији, Карваљо и сар. (2012) су посматрали акутне ефекте загревања које укључује активно, пасивно и динамичко истезање мишића предње и задње ложе натколенице, као и *m.triceps surae*-а, на висину вертикалног скока. Тенисери, њих 16 (узраста $14,5 \pm 2,8$ година), су долазили на 4 тестирања (24 сата размака) и за третман имали пасивно СИ, активно СИ, ДИ или нису имали третман (контрола). Након петоминутног трчања, уследило би 5 субмаксималних скокова из чучња и 5 субмаксималних скокова са рукама на боковима (сматрано специфичним загревањем). Након скокова би се спровео један од експерименталних третмана, а затим би се исте врсте скокова тестирале (за сваку врсту скока су била дозвољена 3 покушаја). Нама

занимљиви налази су ти да је код скока са рукама на боковима примећено да је висина била виша након активног СИ у поређењу са пасивним СИ, али да није било разлике у поређењу са контролом или ДИ групом. Код скокова из чучња, висина скока је била мања након активног СИ у поређењу са контролном групом, али не и са ДИ групом. Недоследност ових налаза у односу на наше се вероватно огледа у томе што се дизајн студија разликовао, пре свега имајући у виду да су пре третмана испитаници имали укупно 10 субмаксималних скокова у студији Карваља и сар. (2012).

Посматрајући акутне ефекте СИ у трајањима од 15 и 60 секунди по мишићној групи, Стафилидис и Тилп (Stafilidis & Tilp, 2015) нису пронашли значајна умањења висине скока. Међутим, за испитанике су имали 11 рекреативаца, од тога 8 мушкараца и 3 жене ($25,5 \pm 3,1$ година), те је нехомогеност узорка можда један од разлога разлике са нашим налазима.

Механизми који доводе до негативних ефеката СИ на експлозивну снагу ногу још нису са сигурношћу утврђени. Могућа објашњења су бројна. Гледано са аспекта механичких фактора, СИ доводи до дуготрајније и израженије „опуштености“ мишићно-тетивне јединице (МТЈ) (Fletcher & Anness, 2007), што даље утиче на лабавост тетива. Повећана тетивна лабавост резултира мање ефикасним преносом силе, са мишића на полугу, смањеним максималним моментом силе мишића, као и споријом брзином развоја силе.

Смањује се и способност МТЈ да акумулира еластичну енергију, односно да је складишти током ексцентричне фазе скока (Cornwell, Nelson, & Sidaway, 2002). Скок је ексцентрично-концентричан покрет. Током ексцентричне фазе, серија еластичне компоненте (СЕК) се продужава, складиштећи еластичну енергију која би се поново употребила у концентричној фази ексцентрично-концентричне контракције, у току ког се СЕК враћа као опруга у почетни положај. Након СИ, СЕК може бити издужена, чиме омета преактивацију МТЈ-а и смањује њену способност да складишти и поново употреби довољно еластичне енергије. Како је количина еластичне енергије, која се може складиштити у МТЈ-у, функција крутости, и како СИ смањује крутост МТЈ-а, мање еластичне енергије се може задржати и искористити након СИ (Sayers, Farley, Fuller, Jubenville, & Caputo, 2008).

Кубо и сар. (Kubo, Kanehisa, & Fukunaga, 2001) тврде да СИ мења биомеханичку структуру мишићне тетиве, чинећи је издуженијом и опуштенијом, чиме се смањује

брзина производње силе, што заузврат изазива кашњење у мишићној активацији. Коконен и сар. (1998) кажу да крута МТЈ може боље пренети силу генерисану током мишићне контракције, него што је то у стању опуштенија МТЈ. Вилсон и сар. (Wilson, Murphy, & Pryor, 1994) такође тврде да је могуће повећати капацитет за генерисање силе током концентричне фазе мишићне активности, оптимизацијом појединих карактеристика контрактилних компоненти, као што су мишићна дужина и брзина контракције. Прецизније, мишић је у бољој позицији са аспекта сила-брзина и сила-дужина криве у смислу брзине продукције силе (Wilson et al., 1994). У нашој студији, изгледа да примена СИ није довело до оптималног односа сила-брзина и сила-дужина код мишића доњих екстремитета, што је негативно утицало на саму висину скока.

Гелен (2011) се води веровањем да СИ превасходно утиче на ексцентричну компоненту покрета, смањењем еластичног трзаја током ексцентрично-концентричне контракције. Још један од могућих механизма би могао бити тај да, након што се мишић истегне, зглобни проприоцептори изазивају рефлексни инхибиторни ефекат на сам мишић и његове синергисте (Gelen, 2011).

С неурофизиолошког аспекта, СИ доводи до неуралне инхибиције, инхибирањем миоелектричне потенцијације, инициране током ексцентричне фазе скока, која је одговорна за иницирање мишићне активације током концентричне фазе (Avela et al., 1999). Такође, СИ доводи до смањења ексцитабилности α -мотонеурона, детаљније о томе у дискусији другог експеримента.

Висина вертикалног скока након специфичног кошаркашког загревања, а које је уследило након СИ, је значајно порасла. То је донекле било и очекивано јер ранија истраживања наводе да ССЗ може да побије евентуалне негативне ефекте СИ (Annino et al., 2015; Taylor et al., 2009; Young & Behm, 2003). С обзиром да је ССЗ активност која обухвата покрете који су исти или слични онима који ће се користити у тренингу или такмичењу, и која има сличне неуромишићне и енергетске захтеве као тестови за процену моторичких способности, јасна је наведена претпоставка (Young & Behm, 2003). Конкретно у кошарци, СКЗ је готово неизбежан елемент загревања пред тренинг или такмичење, те је било неопходно испитати и његове ефекте у комбинацији са различитим врстама истезања.

Побољшање у висини скока након СКЗ-а, односно побијање негативних ефеката које је изазвало СИ је вероватно повезано са неколико физиолошких фактора. Ова

додатна активност је могла да повећа мишићну температуру, брзину нервне проводљивости, истовремено смањујући мишићну вискозност (Bishop, 2003). И Бем и Чауачи (Behm, & Chaouachi, 2011) и Турки и сар. (Turki et al., 2011) указују на постактивацијску потенцијацију (ПАП), која може настати понављањем нискоинтензивних диманичких покрета. Сматра се да ПАП побољшава циклус попречних мостића повећањем миозинске фосфорилације регулаторних лакних ланаца (Tillin & Bishop, 2009). Могуће је и да долази до неуралне потенцијације која смањује праг активације моторних јединица брзих мишићних влакана, а што доводи до повећања у регрутацији моторних јединица и фреквенције окидања (Layes et al., 2009). Повећана фреквенција окидања је повезана са повећањем брзине развоја силе (Miller, Mirka, & Maxfield, 1981).

Уочено побијање негативних ефеката СИ на висину скока након СКЗ је у складу са налазима које су добили Тејлор и сар. (2009). Они су на узорку од 13 спортиста (старост $19,6 \pm 0,8$ година), нетбол играча, посматрали акутне ефекте СИ и ДИ изоловано и у комбинацији са ССЗ. Студија се састојала од две експерименталне сесије, у размаку од 7 дана. Протокол СИ се састојао од 9 вежби (6 вежби 2 пута по 30 секунди, 3 вежбе један пут 30 секунди), трајао је око 15 минута, док је ДИ протокол трајао исто али се састојао од 16 вежби. Након протокола истезања уследило је тестирање (скок са рукама на куковима и трчање на 20 метара), затим специфично загревање карактеристично за нетбол, те још једно тестирање способности. Након првог мерења, примећена је значајна разлика у висини скока између два протокола истезања, односно након ДИ испитаници су имали значајно боље резултате него након СИ. Међутим, након ССЗ та разлика није била уочљива јер се висина скока у условима СИ значајно повећала за 5,3% ($p < 0,01$), док се у условима ДИ, а након ССЗ повећала за свега 2% ($p > 0,05$), слично као и у нашем експерименту.

Истраживање по дизајну релативно слично нашем су спровели Анино и сар. (2015). За испитанике су имали 10 кошаркаша ($29 \pm 6,73$ година), који су били тестирани на првом тренингу у недељи (минимум 48 сати након утакмице). Насумично су, након 7 минута општег загревања, спроводили СИ или ДИ у трајању од 8 минута, као и 15-минутно специфично кошаркашко загревање у виду шутирања на кош. Висина вертикалног скока (вертикалан скок са рукама на боковима и вертикалан скок са замахом рукама) је тестирана пре и након протокола истезања, као и након СКЗ-а. Најмање 7 дана касније су спроводили други протокол истезања. Аутори су уочили значајно смањење

висине вертикалног скока код кошаркаша одмах након протокола СИ, док ДИ није имало утицаја. Међутим, негативни ефекти СИ су побијени након СКЗ, те у последњем мерењу нису уочене разлике између СИ и ДИ (Annino et al., 2015).

За разлику од СИ, очекивали смо да ће ДИ позитивно утицати на висину скока, као што је, између осталог, приказано и у претходној студији. Ипак до тога није дошло у нашим налазима (Слика 11). Нису пронађене значајне разлике, али ипак постоје неке раније студије чији су резултати у складу са нашим. Кристенсен и Нордсторм (2008) су на узорку од 68 колеџ спортиста (36 мушкараца, 32 жене) посматрали ефекте ДИ на висину вертикалног скока. Након трчања 600 метара уследило је ДИ од 8 вежби, а затим и по 3 вертикална скока. Није пронађен значај ефекат ДИ на висину скока. До сличних налаза су дошли и Џегерс и сар. (2008), који су за испитанике имали 20 студената (22-34 године). На висину вертикалног скока нису утицали нити балистичко нити динамичко истезање, у поређењу са контролном групом (без истезања).

Парадизис и сар. (2014) су чак пронашли да је и ДИ значајно умањило скок, али како је и у контролној групи (без истезања) дошло до истог значајног умањења (као и након СИ), закључили су да изгледа није истезање главни фактор који је утицао на скок, већ је изнета претпоставка да је то можда био узраст испитаника (14 година).

И поред тога што се ДИ сматра најефикаснијом методом у припреми спортиста за тренинг или такмичење, што се препоручује нарочито пре активности које захтевају испољавање експлозивне снаге, до повећања скока ипак није дошло. У својој студији, Чауачи и сар. (необјављени подаци, 2011, према: Turki et al., 2011) су такође пронашли тривијалне промене у висини вертикалног скока, иако су уочена повећања снаге и брзине. Ова дихотомија је објашњења тиме да извођење вертикалног скока не укључује само снагу и брзину, него и координацију и секвенцирање снаге и брзине сваког дела екстремитета. Ако се сегментарна координација наруши, могуће је да неће доћи до одговарајуће сумације сила, које би довеле до повећања висине вертикалног скока.

Оно што је посебно занимљиво је то да је висина скока након СКЗ, у комбинацији са ДИ, имала тренд ка опадању, док комбинација СИ+СКЗ није нарушила висину скока. Један од вероватних разлога што ДИ није имало позитивног утицаја на висину вертикалног скока је тај што испитаницима сама процедура ДИ није довољно позната (односно, не користе је често у тренажној пракси колико је то случај са СИ). Могуће је и да је ДИ, због саме своје природе, исувише заморно за испитанике када се комбинује са

СКЗ. Добијени резултати сугеришу да је боље комбиновати СИ са СКЗ од ДИ са СКЗ, са аспекта експлозивне снаге ногу, јер су позитивнији ефекти на висину скока.

Посматрајући ефекте истезања на **брзину** трчања кошаркаша, закључили смо да, иако ниједан протокол (или комбинација) није довео до значајних промена у брзини трчања, ипак су се ефекти два протокола међусобно значајно разликовала одмах након истезања, односно, испитаници су након СИ били значајно спорији него након ДИ (Слика 12), што је донекле било у складу са изнетом хипотезом. Акутни ефекти након СИ нису изазвали статистички значаје промене, али је постојао изражен тренд ка опадању брзине трчања. Овај налаз је донекле у складу са налазима ранијих истраживања. У већ споменутом истраживању Парадизиса и сар. (2014), где су на узорку од 47 дечака и девојчица (узраста 14 година) посматрани ефекти СИ и ДИ на моторичке способности, СИ (4 мишићне групе, 2x20 секунди) је значајно успорило брзину трчања на 20м (за 2,5%) док код контролне групе и након ДИ, промене нису уочене. И Тејлор и сар. (2009) су такође уочили знатно мању брзину трчања на 20м након СИ (1,4%) у односу на након ДИ (није значајно утицало), али је у комбинацији са ССЗ та разлика нестала. У обе студије, као разлози за негативне ефекте СИ на брзину трчања, наводе се идентични као и када је у питању био вертикалан скок (смањење крутости МТЈ-а, смањена способност складиштења еластичне енергије, спорији развој БРС-а, неурална инхибиција...).

Да СИ има негативне ефекте на брзину трчања на 20 метара закључили су и Флечер и Џонс (2004). За испитанике су имали 97 рагбиста ($23 \pm 8,4$ године), који су били распоређени у 4 различите групе, које су за третман имале 4 различита протокола: пасивно СИ, активно СИ (7 мишићних група, 20 секунди истезање по мишићној групи), ДИ у кретању и ДИ у месту (5 вежби по 20 понављања). Након 10-минутног лаганог трчања тестиран је спринт на 20 метара (2 пута са паузом од 1 минута), затим је спроведен један од протокола истезања, а затим и ретест. Пронађено је да су обе варијанте СИ значајно успориле брзину трчања, ДИ у кретању је значајно убрзало, док ДИ у месту није имало ефекта.

Супротно претходним наводима, Литл и Вилијамс (2006) су закључили да СИ није имало негативне ефекте на брзину трчања. Ипак, ове закључке треба узети са дозом резерве јер се експериментални дизајн разликовао од нашег. Наиме 18 професионалних фудбалера је учествовало у 3 експерименталне сесије (СИ, ДИ, без истезања). Прво су лагано трчали 4 минута, а затим је следио третман (СИ: 6 мишићних група, 30 секунди

по групи; ДИ: 5 вежби по 1 минут). Међутим, између третмана и тестирања, испитаници су имали 4 минута интермитентног спринта и трчања са наглом променом правца. Ове активности су оправдали тиме да у спортској пракси осим истезања постоје и „додатне активности“ које се спроводе пре тренинга/такмичења, тако да је, фактички, пре тестирања спроведено и ССЗ. Спринтом на 10м из места су тестирали убрзање, а спринтом на 20м са „летећим стартом“ максималну брзину. Код спринта на 10м уочено је да је ДИ значајно убрзало трчање у односу на контролу ($p=0,025$), али није било разлике у односу на СИ ($p=0,35$; СИ: контрола, $p=0,079$). И СИ и ДИ су имали значајне позитивне ефекте на брзину трчања на 20м ($p=0,0005$) и нису се међусобно разликовали ($p=0,921$). Аутори, за разлику од нашег истраживања, нису раздвојили протоколе истезања од ССЗ-а, односно нису тестирали испитанике одмах након истезања, тиме посматрајући изоловане ефекте. То је врло вероватно и разлог другачијих добијених резултата.

Одсуство акутних негативних ефеката СИ у нашој студији, као и одсуство разлике СИ и ДИ након СКЗ се може објаснити закључцима које је изнео Чауачи са сарадницима у своје две студије (2008, 2010). У студији из 2008. године, Чауачи и сар. су посматрали акутне ефекте СИ код деце узраста од 13 до 15 година, имплементирани у спринтерски тренинг. Укупно 48 испитаника је било подељено у 2 групе (свака по 11 дечака и 13 девојчица). У току 6-недељне тренажне сесије једна група је имала само спринтерски тренинг, док је друга група поред спринтерског тренинга имала укључено и СИ, које је спровођено на средини и крају загревања сваког тренинга. СИ је укључивало 2 вежбе за истезање предње и задње ложе натколенице, и трајало је 2x20 секунди по мишићној групи. Испитаници су тестирани трчањем на 30 метара. Главни закључци ове студије су били да СИ пре спринта обара брзину трчања, али и да инклузија СИ у тренинг спринта обезбеђује тренираним испитаницима повећану отпорност на негативне ефекте које СИ изазива. Наиме, уочено је да су након 6 недеља тренинга, испитаници групе која је имала укључено и СИ у тренинг били бржи одмах након истезања, него испитаници који током недеља нису имали СИ. Значајно боља пролазна времена су била уочена на 5м (3,2%, $p<0,0001$), 10м (3,6%, $p=0,0002$) и на 30м (1,3%, $p<0,0001$). Аутори сматрају да је инклузија СИ у тренинг вероватно повећала толеранцију МТЈ на истезање и самим тим умањила негативне акутне ефекте СИ на брзину трчања. С друге стране, у студији из 2010., опет Чауачи и сар., су за испитанике имали одрасле, утрениране спортисте, али су

негативни ефекти на брзину трчања изостали. За разлог томе су сматрали или тренажно стање испитаника или време трајања између истезања и тестирања.

Могуће је да СИ није значајно негативно деловало на брзину трчања испитаника из наше студије, јер су, иако млади, у питању кошаркаши са незанемарљивим тренажним стажом, за који је речено да може играти битну улогу. Еган и сар. (Egan, Cramer, Massey, & Marek, 2006) и Јуник и сар. (Unick, Kieffer, Cheesman, & Feeney, 2005) сматрају да су тренирани испитаници мање осетљиви на истезањем изазване дефиците од нетренираних, односно да се тренингом повећава неуромишићни опоравак или неки други механизам, који смањује негативни утицај СИ.

Испитаници који су учествовали у нашој студији, у своје тренинге имају укључено и СИ, те је могуће да је инклузија истог повећала отпорност на статичким истезањем изазване дефиците. Такође, након истезања, а пре тестирања брзине трчања, тестиран је и вертикалан скок, који је можда довео до одређене постактивацијске потенцијације, а и могуће је да је дошло до „опоравка“ мишића након СИ (односи се на време T1). Касније примена СКЗ је само додатно одагнала сумњу да ће СИ довести до значајног опадања брзине трчања, или да ће се разликовати у односу на ДИ+СКЗ комбинацију протокола.

Анализирајући утицаје истезања на **агилност** кошаркаша, добили смо резултате који недвосмислено потврђују значајно побољшање агилности и одмах након СИ и након комбинације СИ и СКЗ, док ДИ није имало никакав утицај (ни изоловано ни у комбинацији) (Слика 13).

Иако је, сходно великом броју истраживања (Amiri-Khorasani, Sahebozamani, Tabrizi, & Yusof, 2010; Van Gelder & Bartz, 2011; Fletcher & Jones, 2004; Chatzopoulos, Galazoulas, Patikas, & Kotzamanidis, 2014; Young & Behm, 2003), било очекивано да ће акутни ефекти ДИ на агилност бити значајно позитивни, и да ће значајно боље утицати него СИ, то у нашој студији није био случај. Наши резултати у вези са ефектима ДИ на агилност су у складу са резултатима већ споменуте студије Чауачија и сар. (2010). Они су тада на узорку од 22 испитаника ($20,6 \pm 1,2$ године) испитивали ефекте 8 различитих протокола загревања (СИ до границе бола; СИ испод границе бола; ДИ; СИ до границе бола + ДИ; СИ испод границе бола + ДИ; ДИ + СИ до границе бола; ДИ + СИ испод границе бола; контрола-без истезања). Нису пронашли утицај ниједног протокола на агилност, самим тим ни утицај ДИ.

Гро истраживања је сугерисало значајно негативан утицај СИ на агилност (Рекс et al., 2014; Simic et al., 2012; Fletcher & Jones, 2004). Ипак, како су наведени резултати из прегледних студија и оригиналних чланака за третман имали СИ дужег трајања, претпостављали смо да ће, с обзиром да је СИ у нашој студији трајало 30 секунди по мишићној групи, ефекти СИ на агилност изостати. У прилог томе нам је ишао и налаз студије Ван Гелдера и Барца (2011). За испитанике су имали кошаркаше (њих 60; 20,02±1,51 година) подељених у 3 групе (СИ, ДИ, контрола-без истезања). Као и у нашој студији, СИ је трајало 30 секунди по мишићној групи (10 вежби), а агилност се тестирала тестом 505, који спада у затворене тестове, баш као и Т-тест. Анализом резултата се дошло до закључка СИ није имало утицаја на агилност.

У мало другачијој студији, Џордан и сар. (2012) су испитивали утицај статичког и ПНФ истезања на агилност младих фудбалера (n=14; 13,6±0,6 год.). Трајање СИ је такође било 30 секунди по мишићној групи (4 мишићне групе), а користио се Балсом тест агилности. Иако су аутори претпостављали да ће СИ погоршати резултате на тесту агилности, нису постојали статистички значајни ефекти ни статичког (P=0,15), нити ПНФ (P=0,58) метода истезања.

Ипак, супротно очекивањима, СИ је значајно побољшало резултате агилности и изоловано и у комбинацији са СКЗ. Неколико је потенцијалних објашњења за одсуство негативних и појаву позитивних ефеката СИ на агилност. Кубо и сар. (Kubo, Teshima, Ikebukuro, Hirose, & Tsunoda, 2014) су желели да упореде еластична својства и величину тетивних структура и мишићне грађе опружача колена и плантарних прегибача стопала код дечака (n=22, 11,1 година) и мушкараца (n=23, 22,2 године) *in vivo*. Приметили су да се тетивне структуре плантарних прегибача стопала (Ахилова тетива) могу више истегнути код дечака него код одраслих. Такође, и релативна дебљина Ахилове тетиве код дечака је била већа. Тиме су закључили да је тетива плантарних прегибача стопала код дечака заштићенија од свакодневних напора, као и ефеката тренинга (Kubo et al., 2014). Како су наши испитаници били дечаки у каснијој фази пубертета, а у Т-тесту нагла промена правца доста зависи и од плантарних прегибача стопала, могуће је да су очекивани негативни ефекти СИ на агилност изостали, индиректно, због карактеристика тетивних структура.

Тестирање агилности је у свакој временској тачки (T0, T1, T2) било спровођено као последње од 4 теста. Отприлике је уследило 10-ак минута након третмана (истезање или СКЗ). Мизуно и сар. (2013) су у својој студији желели да утврде колико се дуго

одржава повећана опуштеност (смањење крутости) МТЈ-а, конкретно *m.gastrocnemius*-а, изазвана статичким истезањем, за коју смо рекли да је један од фактора који доводи до смањења мишићне снаге. Пет серија од по 60 секунди статичког истезања је довело до значајног повећања опсега покрета дорзалног прегипања стопала, као и смањења крутости МТЈ-а, и те промене су се задржале и 5 минута након истезања. Међутим, већ 10 и 15 минута након истезања, крутост МТЈ-а се вратила на почетне вредности, док је опсег покрета и даље остао повећан. Ограничење ове студије је било то што нису тестирали и неку моторичку способност, како бисмо видели да ли је враћање крутости на почетне вредности било у корелацији са евентуалним негативним ефектима СИ на мишићну снагу. Могуће је да одсуство негативних ефеката СИ на агилност у нашој студији било у вези са губљењем ефекта смањења крутости мишића.

Као што је речено, тестирање агилности у овој студији је уследило барем 10 минута након истезања. У студијама које су Бем и сар. (2016) анализирали у својој мета-анализи, а које су имале период између истезања и тестирања ≥ 10 минута, промене перформанси изазване истезањем су биле тривијалне, осим уколико нису коришћени екстремни протоколи истезања.

Треба поново имати у виду тренажни стаж испитаника и одређено искуство које поседују. Кошаркаши у својој игри проводе око 34,6% времена у ставу, а 31,2% у трчању, неретко у спринту (Ben Abdelkrim et al., 2010; McInnes et al., 1995). Претпоставка је да је слична расподела врсте кретања и на самом тренингу. Како је Т тест врло специфичан тест агилности за кошаркаше, јер садржи кретања карактеристична за кошарку, могуће је да је, због навикнутости и утренираности испитаника да се крећу у овим условима и на овај начин, изостао негативан ефекат СИ на агилност.

У опсежној прегледној студији о ефектима истезања, Мекхју и Косгрејв (McHugh & Cosgrave, 2010) наводе једну занимљиву чињеницу. Наиме, кажу да психички стрес, који се често манифестује непосредно пре такмичарске активности, врло вероватно мења ексцитаторне и инхибиторне утицаје на мишић, у тој мери која је тешко поновљива у лабораторијским условима. Овај фактор ограничава генерализацију лабораторијских налаза на теренске услове. Примењено на наше истраживање, можемо закључити да је мотивација, која се вероватно јавила код испитаника након што се од њих тражило да дају све од себе да што брже изведу Т тест, као и могуће надметање са осталим испитаницима, довело до мењања ефеката СИ на мишиће, и, заједно са раније наведеним факторима, довело и до побољшања резултата агилности.

Не би требало занемарити ни чињеницу да је тестирање агилности уследило након тестирања флексибилности, вертикалног скока и брзине. Уочени позитивни утицаји СИ (као и СИ+СКЗ) на агилност су, поред већ споменутог временског интервала између самог истезања и тестирања агилности, можда и до активности (у току истог интервала) које су могле да доведу до одређене потенцијације.

Може се закључити да је са аспекта агилности кошаркаша, сврсисходније користити комбинацију СИ+СКЗ, него ДИ+СКЗ.

У другом експерименту, који је спроведен у лабораторијским условима, циљ нам је био да утврдимо ефекте СИ и ДИ на **неуромишићну адаптацију**, истовремено пратећи и ефекте на висину вертикалног скока, као једног од главних предиктора успешности у кошарци са аспекта моторичких способности. Како је већ наведено, Х рефлекс се користи за процену моносинаптичке рефлексне активности кичмене мождине, односно ефикасности синапси између Ia аферентних моторних влакана и α -мотонеурона (Hugon, 1973; Schierpati, 1987). Однос максималних амплитуда Х рефлекса и М таласа (Х/М) је зависна мера која представља проценат α -мотонеурона који су у могућности да се активирају у датом тренутку (Palmieri et al., 2004). Посматрањем промене односа Х/М након истезања, можемо донети закључке о ефектима истезања на спиналну ексцитабилност (ниво раздражљивости), а упоредним посматрањем ефеката истезања на висину вертикалног скока, закључак да ли је и колико неурална компонента „заслужна“ за промене. Посебно треба нагласити да су ретке студије које су посматрале ефекте различитих метода истезања на ексцитабилност α -мотонеурона спортиста, а да су у питању млади спортисти готово и да их нема.

Утицаји СИ и ДИ протокола на однос Х/М и висину скока су били различити. Однос Х/М је значајно опао и након СИ и након СИ+СКЗ, док се није мењао након ДИ и ДИ+СКЗ. С друге стране, висина скока је значајно опала одмах након СИ, али је и значајно порасла након СКЗ, док ДИ и ДИ+СКЗ нису имали никаквог утицаја.

Дошло је до значајног смањења односа Х/М одмах након СИ, што је у складу и са налазима неких ранијих студија (Guissard & Duchateau, 2006; Guissard et al., 1988, 2001), док се након ДИ тај однос није мењао (Слика 15). Претпоставља се да до умањења након СИ долази због инхибиције Х рефлекса. Познато је да СИ повећава флексибилност и дужину мишића, док се у исто време повећава пресинаптичка инхибиција

проприоцептивних органа (Голцијеви тетивни органи, мишићна вретена) (Clark et al., 2014; Епока, 2008) или смањује синаптичка трансмисија од Ia аферентних влакана до α -мотонеурона (Guissard & Duchateau, 2004), што за последицу има инхибицију Х рефлекса.

Авела и сар. (1999) су у својој студији, између осталог, посматрали ефекте поновљеног пасивног истезања, у трајању од 60 минута, на рефлексну активност *m.soleus-a*. Дошло је до опадања односа Х/М за $43,8 \pm 41,4\%$. Како се максимална амплитуда Х рефлекса смањила за $46,1 \pm 38,3\%$, а максимална амплитуда М таласа се није мењала, закључили су да је дошло искључиво до смањења ексцитабилности α -мотонеурона. Исти аутори наводе да величина Х рефлекса, генерално, зависи од ексцитаторних механизма на α -мотонеуронима. Ако је Х рефлекс смањен, онда су ексцитаторни механизми на α -мотонеуронима умањени или су повећани ефекти неког инхибиторног механизма. Иако се сматрало да је инхибиција Ia аферентних влакана један од заслужних механизма, то изгледа није оправдан закључак (Avela et al., 1999). Верује се да је вероватније објашњење за смањење Х рефлекса, у ствари смањење ексцитаторних стимулуса од Ia аферентних влакана ка α -мотонеуронима, што вероватно изазива смањено пражњење мишићних влакана у миру због повећане мишићне опуштености (Avela et al., 1999).

Испитујући ефекте 30 тренажних сесија СИ (10 минута по сесији) на плантарне прегибаче стопала (12 испитаника, 21-35 година), Гисар и Душато (2004) су закључили да је дошло до повећања обима покрета дорзалног прегивања стопала и смањења пасивне крутости мишића, што је било праћено и смањењем односа Х/М, што је сугерисало да су и неуралне промене утицале на издуживање мишића, смањењем мишићног отпора. Значајне промене односа Х/М су се ипак појавиле тек након 30 сесија, док се пасивна крутост мишића смањила већ после 10 сесија. То је подржало идеју да, иако су и механичке и неуралне адаптације присутне након истезања, њихови временски правци су ипак различити (Guissard & Duchateau, 2004). Такође, сугерисали су да акутна неурална адаптација утиче на већу мишићну флексибилност током истезања, смањењем мишићног отпора, а услед тоничне рефлексне активности. Механичке и неуралне адаптације нису умањиле снагу и брзину мишића. Занимљиво, однос Х/М се месец дана након завршетка тренинга вратио на почетне вредности, док су механичке промене биле присутне и даље.

Оно што је посебно битно нагласити је да је и у другом експерименту висина вертикалног скока значајно опала одмах након СИ, исто као што је примећено и у првом експерименту (Слика 14). Поред раније дискутованих механичких фактора који су могли да изазову ово умањење, након претходних објашњења умањења односа Х/М, може се закључити да постоје још веће индиције да су неурални фактори битан показатељ смањене висине скока, јер се мерење Х рефлекса изводило увек непосредно пре мерења висине скока.

Међутим, СКЗ након СИ је довело да различитих ефеката на Х/М и ВС. Наиме, док се висина скока након СКЗ вратила на почетне вредности, дакле значајно се повећала, однос Х/М је наставио значајно да пада. Казабона и сар. (Casabona, Polizzi, & Perciavalle, 1990) су, поредећи нетрениране испитанике и спортисте трениране за експлозивне покрете, закључили да је евидентна разлика, односно да је однос Х/М мањи код тренираних испитаника. Мања је била амплитуда Х рефлекса, не М таласа, те је разлика између две групе испитаника у односима Х/М зависила од мањег броја побуђених мотонеурона од стране Ia аферентних влакана (Casabona et al., 1990). Исти аутори сматрају и да се код спортиста тренираних за експлозивне покрете, мањи број спорих и мешовитих мишићних влакана активира Ia аферентним влакнима, у односу на нетрениране испитанике. Ови спортисти (а у њих спадају и кошаркаши) имају већи број брзих мишићних влакана и у току веома брзих покрета долази до селективне регрутације брзих мишићних влакана са симултаном супресијом спорих (Gillespie, Simpson, & Edgerton, 1974). Недоумица је била да ли се та разлика јавља услед генетеске детерминисаности или је у питању тренажна адаптација. Сматрајући да је ипак тренинг изазвао ову адаптацију, аутори су мишљења да се тренажна адаптација односи искључиво на мешовита мишићна влакна. Тренинг експлозивног типа можда може смањити активацију мотонеурона мешовитих влакана, трансформишући их у форму брзих. То су поткрепили налазима ранијих студија (Wolraw, 1987) који потврђују да моносинаптички рефлексни лук има пластичне способности за хроничну адаптацију тренингом.

На основу студије Казабоне и сар. (1990), може се закључити да, макар код тренираних испитаника, на висину скока позитивније утиче мањи однос Х/М (или су тренирани испитаници отпорнији на смањење односа), што је на неки начин у нашој студији и потврђено тиме што је након комбинације СИ+СКЗ Х рефлекс (и однос Х/М)

опао, али то није негативно утицало на висину скока кошаркаша (са завидним тренажним стажом).

Такође, сходно ранијим налазима, показано је да су временски правци неуралних и механичких адаптација врло вероватно различити, мада се показало да су се, посматрајући хроничне ефекте истезања, неурални механизми брже враћали на почетне вредности (Guissard & Duchateau, 2004).

Протокол ДИ није имао значајног акутног утицаја ни на однос Х/М, ни на висину вертикалног скока (Слике 7 и 8). У комбинацији ДИ+СКЗ постојао је тренд ка опадању односа Х/М, док код висине скока није било значајне разлике.

Налаз у вези са акутним утицајем ДИ на спиналну ексцитабилност је донекле у складу са резултатима студије Јапициоглуа и сар. (Yapicioglu et al., 2013). Наиме, они су на узорку од 15 испитаника (10 фудбалера, 5 атлетичара; 22 ± 4 године) посматрали акутне утицаје ДИ, СИ и тетивне вибрације на ЕМГ параметре m.soleus-а и на висину вертикалног скока. Испитаници су након иницијалног тестирања спроводили ДИ које се састојало од 3 минута лаганог трчања и 9 вежби истезања. Одмах након тога су имали нову серију тестирања, затим СИ (8 вежби по 30 секунди), поновно тестирање, па вибрацију Ахилове тетиве у трајању од 30 секунди уз помоћ вибрирајућег уређаја и финално тестирање (Yapicioglu et al., 2013). Због специфичности експерименталног дизајна, оправдано је било поредити само разлику између иницијалних резултата и оних након ДИ. Ни максимална амплитуда Х рефлекса, нити однос Х/М се нису значајно разликовали, што је потврђено и у нашем истраживању.

Готово једина студија коју смо пронашли, а да је имала експериментални дизајн и сличне циљеве нашим, је била она коју су спровели Кларк и сар. (2014). Они су желели да установе акутне ефекте СИ и ДИ на Х рефлекс, ексцитабилност мотонеурона и пресинаптичку инхибицију, али и снагу m.soleus-а. За испитанике су имали 21 студента (13 жена, 8 мушкараца; $19,8 \pm 0,75$), који су учествовали у две експерименталне сесије. У различитим данима, испитаницима би били тестирани Х рефлекс и снага скока (средња вредност снаге 3 скока), затим би се спровео СИ или ДИ протокол, па би се урадио ретест. Протокол СИ се састојао од 3x30 секунди истезања m.soleus-а (са 10 секунди паузе), док је ДИ имао једну вежбу која је активирала исти мишић, а која се изводила 3x20 метара (са 30 секунди паузе). Добијени резултати су показали да је пресинаптичка инхибиција

остала иста након СИ, али да се значајно смањила након ДИ. Међутим, снага скока се значајно повећала након СИ, док након ДИ није било значајног повећања.

Разлика у налазима ове и наше студије лежи у неколико ограничења које су и сами аутори навели. Пре свега, Кларк и сар. (2014) су за испитанике имали студенте чије је раније бављење спортом ауторима било непознато, а већ смо навели да је код спортиста могућа одређена адаптација на неуралне промене. Такође, испитаници су били и мушкарци и жене, док су код нас то били само мушкарци (хомогенији узорак). Даље, аутори су се усредсредили на *m.soleus* за који је познато да је вишечепнатни мишић, односно да се превасходно састоји од спорих мишићних влакана (Gollnick, Sjödín, Karlsson, Jansson, & Saltin, 1974). С друге стране, ми смо ЕМГ активност мерили са *m.gastrocnemius medialis*-а, који је фузиформан мишић, односно има више брзих мишићних влакана, а познато је да је за извођење вертикалног скока потребно учешће пре свега брзих покрета. С тога, разлике у налазима не би требало да чуде.

Другим експериментом је потврђен закључак из првог, да је, са аспекта висине вертикалног скока, комбинација протокола СИ+СКЗ боља за примену пред тренинг или такмичење него што је то ДИ или ДИ+СКЗ.

Ова студија, као и све остале, има одређене лимите и недостатке, на које би нека наредна истраживања требало да обрате пажњу.

На основу тврдње Сарцента (1987) да ДИ можда повећава мишићну снагу, али истовремено повећава и мишићни замор и смањује брзину развоја силе, а како нам није битно да кошаркаши имају најбоље перформансе одмах након загревања и истезања него и током свих (минимум) 40 минута утакмице, требало би тестирати моторичке способности и у неколико дужих временских интервала након третмана.

Што се тиче саме способности вертикалног скока, требало би, поред висине, мерити и способност поновљених скокова, време контакта стопала при скоку и *реактивни индекс снаге* (енг. *reactive strength index*), који представља однос висине вертикалног скока (након саскока са одређене висине) и времена контакта стопала са подлогом, јер сама висина скока у току утакмице нема толики значај, колико можда имају брзина преласка из ексцентричне у концентричну фазу при скоку или способност да играч више пута скочи у току борбе за лопту. Са аспекта неуралне адаптације, занимљиво

би било мерити X рефлекс (као и однос X/M) у току скока и посматрати ефекте различитих загревања на тај елемент.

Како је познато да тестирања појединих моторичких способности могу имати утицај на резултате тестирања неких других која следе, било би добро применити коришћену методологију на изоловане моторичке способности.

8 ЗАКЉУЧЦИ ИСТРАЖИВАЊА

Теренским експериментом овог истраживања смо, на узорку од 46 испитаника, утврђивали да ли постоје разлике у акутним ефектима комбинације протокола СИ+СКЗ и ДИ+СКЗ на флексибилност, експлозивну снагу ногу, брзину и агилност кошаркаша јуниорског узраста. Резултати експеримента су показали да не постоје разлике у ефектима на флексибилност. Уочене су разлике у акутним ефектима на експлозивну снагу скока и то да је комбинација СИ+СКЗ повољније утицала на висину вертикалног скока од комбинације ДИ+СКЗ, иако је пре СКЗ био уочљив негативнији ефекат СИ. Посматрајући резултате у вези са брзином долази се до закључка да нема разлике у акутним ефектима наведене две комбинације протокола, иако је, посматрано изоловано, односно пре примене СКЗ, СИ имало значајно негативан утицај на брзину у односу на ДИ. Значајно повољнији утицај на агилност је имала комбинација СИ+СКЗ, те се тиме може закључити да је, са аспекта ове четири моторичке способности, препоручљивија примена СИ+СКЗ пре него ДИ+СКЗ (код кошаркаша јуниорског узраста). Из свега горе наведеног, прва парцијална хипотеза X_1 се одбацује.

На узорку од 12 испитаника, у лабораторијском делу експеримента, утврђивано је да ли постоје разлике комбинације протокола СИ+СКЗ и ДИ+СКЗ на неуромишићну адаптацију кошаркаша јуниорског узраста. Резултати експеримента недвосмислено показују да, иако се однос Х/М значајно разликовао одмах након истезања (СИ значајно оборило однос Х/М), није било разлика након примене СКЗ. Ни у резултатима висине вертикалног скока (који је коришћен као бихејвиорална варијабла), није било разлике након примене комбинација протокола. Ови налази потврђују другу парцијалну хипотезу X_2 .

С обзиром да су уочене одређене разлике у акутним ефектима протокола СИ+СКЗ и ДИ+СКЗ на поједине моторичке способности, генерална хипотеза X_0 се одбацује.

9 ЛІТЕРАТУРА

1. Aagard, P., Simonsen, E.B., Andersen, J.L., Magnusson, P., & Dyhre-Poulsen, P. (2002). Neural adaptation to resistance training: changes in evoked V-wave and H-reflex responses. *Journal of Applied Physiology*, 92(6), 2309-2318.
2. Avela, J., Kyröläinen, H., & Komi, P.V. (1999). Altered reflex sensitivity after repeated and prolonged passive muscle stretching. *Journal of Applied Physiology*, 86(4), 1283-1291.
3. Amiri-Khorasani, M., Sahebozamani, M., Tabrizi, K.G., & Yusof, A.B. (2010). Acute effect of different stretching methods on Illinois agility test in soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(10), 2698-2704.
4. Annino, G., Ruscello, B., Lebone, P., Palazzo, F., Lombardo, M., Padua, E., Verdecchia, L., Tancredi, V., & Iellamo, F. (2015). Acute effects of static and dynamic stretching on jump performance after 15 minutes of reconditioning shooting phase in basketball players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, (Epub ahead of print), PMID: 26658435.
5. Arthur, M., & Bailey, B. (1998). *Complete Conditioning for Football*. Champaign, IL: Human Kinetics.
6. Bacurau, R.F., Monteiro, G.A., Ugrinowitsch, C., Tricoli, V., Cabral, L.F., & Aoki, M.S. (2009). Acute effects of a ballistic and a static stretching exercise bout on flexibility and maximal strength. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(1), 304-308.
7. Beedle, B.B., & Mann, C.L. (2007). A comparison of two warm-ups on joint range of motion. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21, 776-779.
8. Ben Abdelkrim, N., Castagna, C., Jabri, I., Battikh, T., El Fazaa, S., & El Ati, J. (2010). Activity profile and physiological requirements of junior elite basketball players in relation to aerobic-anaerobic fitness. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(9), 2330-2342.
9. Behm, D.G., Blazevich, A.J., Kay, A.D., & McHugh, M. (2016). Acute effects of muscle stretching on physical performance, range of motion, and injury incidence in healthy active individuals: a systematic review. *Applied physiology, nutrition, and metabolism*, 41(1), 1-11.

10. Behm, D.G., Button, D.C., & Butt, J.C. (2001). Factors affecting force loss with prolonged stretching. *Canadian Journal of Applied Physiology-Revue Canadienne de Physiologie Appliquee*, 26(3), 261-272.
11. Behm, D.G., & Kibele, A. (2007). Effects of differing intensities of static stretching on jump performance. *European Journal of Applied Physiology*, 101, 587-594.
12. Behm, D.G., & Chaouachi, A. (2011). A review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance. *European Journal of Applied Physiology*, 111, 2633-2651.
13. Bishop, D. (2003). Warm up I: potential mechanisms and the effects of passive warm up on exercise performance. *Sports Medicine*, 33, 439-454.
14. Bosco, C., Luhtanen, P., & Komi, P.V. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European Journal of Applied Physiology*, 50, 273-282.
15. Van Gelder, L.H. & Bartz, S.D. (2011). The effect of acute stretching on agility performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(11), 3014–3021.
16. Vujnovich, A. L., & Dawson, N. J. (1994). The effect of therapeutic muscle stretch on neural processing. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 20, 145–153.
17. Gambetta, V. (1997). Stretching the truth. *Training and Conditioning*, 7(2), 25-31.
18. Gelen, E. (2011). Acute Effects of Different Warm-up Methods on Jump Performance in Children. *Biology of Sport*, 28(2), 133-138.
19. Gesztesi, B. (1999). Stretching during exercise. *Strength and Conditioning Journal*, 21(6), 44.
20. Gillespie, C.A., Simpson, D.R., & Edgerton, V.R. (1974). Motor unit recruitment as reflected by muscle fiber glycogen loss in a prosimian (bushbaby) after running and jumping. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 37, 817-824.
21. Gollnick, P.D., Sjödin, B., Karlsson, J., Jansson, E., & Saltin, B. (1974). Human soleus muscle: a comparison of fiber composition and enzyme activities with other leg muscles. *Pflügers Archiv: European Journal of Physiology*, 348(3), 247-255.
22. Grace, T.G., Sweetser, E.R., Nelson, M.A., Ydens, L.R., & Skipper, B.J. (1984). Isokinetic muscle imbalance and knee-joint injuries. A prospective blind study. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American volume*, 66(5), 734-740.
23. Gray, S.C., Devito, G., & Nimmo, M. A. (2002). Effect of active warm-up on metabolism prior to and during intense dynamic exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(12), 2091-2096.

24. Guissard, N., & Duchateau, J. (2004). Effect of static stretching on neural and mechanical properties of the human plantar-flexor muscles. *Muscle & Nerve*, 29(2), 248-255.
25. Guissard, N., & Duchateau, J. (2006). Neural aspects of muscle stretching. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 34(4), 154-158.
26. Guissard, N., Duchateau, J., & Hainaut, K. (1988). Muscle stretching and motoneuron excitability. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 58(1-2), 47-52.
27. Guissard, N., Duchateau, J., & Hainaut, K. (2001). Mechanisms of decreased motoneurone excitation during passive muscle stretching. *Experimental Brain Research*, 137(2), 163-169.
28. Delextrat, A., Cohen, D. (2008). Physiological testing of basketball players: toward a standard evaluation of anaerobic fitness. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(4), 1066-1072.
29. Egan, A.D., Cramer, J.T., Massey, L.L., & Marek, S.M. (2006). Acute effects of static stretching on peak torque and mean power output in National Collegiate Athletic Association Division I women's basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20, 778-782.
30. Enoka, R.M. (2008). Motor unit recruitment threshold. *Journal of Applied Physiology*, 105, 1674-1675.
31. Zehr, E. P. (2002). Considerations for use of the Hoffmann reflex in exercise studies. *European Journal of Applied Physiology*, 86(6), 455-468.
32. Jaggars, J.R., Swank, A.M., Frost, K.L., & Lee, C.D. (2008). The acute effects of dynamic and ballistic stretching on vertical jump height, force, and power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(6), 1844-1849.
33. Jordan, J.B., Korgaokar, A.D., Farley, R.S., & Caputo, J.L. (2012). Acute effects of static and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on agility performance in elite youth soccer players. *International Journal of Exercise Science*, 5(2), 97-105.
34. Kay, A.D., & Balazevich, A.J. (2011). Effect of acute static stretch on maximal muscle performance: a systematic review. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 44, 154-164.
35. Knudson, D., Bennet, K., Corn, R., Leick, D., & Smith, C. (2001). Acute effects of stretching are not evident in the kinematics of the vertical jump. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(1), 98-101.

36. Knudson, D.V., Noffal, G.J., Bahamonde, R.E., Bauer, J.A., & Blackwell, J.R. (2004). Stretching has no effects on tennis serve performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(3), 654-655.
37. Kokkonen, J., Nelson, A. G., & Cornwell, A. (1998). Acute muscle stretching inhibits maximal strength performance. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 69, 411–415.
38. Konrad, P. (2005). *The ABC of EMG: A practical introduction to kinesiological electromyography*. USA: Noraxon INC.
39. Копривица, В. (2002). *Основе спортског тренинга*. Београд: СИА.
40. Kubo, K., Kanehisa, H., Kawakami, Y., & Fukunaga, T. (2001). Influence of static stretching on viscoelastic properties of human tendon structures in vivo. *Journal of Applied Physiology*, 90, 520–527.
41. Kubo, K., Kanehisa, H., & Fukunaga, T. (2001). Is passive stiffness in human muscles related to the elasticity of tendon structures? *European Journal of Applied Physiology*, 85, 226-232.
42. Kubo, K., Teshima, T., Ikebukuro, T., Hirose, N., & Tsunoda, N. (2014). Tendon properties and muscle architecture for knee extensors and plantar flexors in boys and men. *Clinical Biomechanics*, 29, 506-511.
43. Latash, M.L. (1998). *Neurophysiological basis of movement*. Champaign, IL: Human Kinetics.
44. Layec, G., Bringard, A., Le Fur, Y., Vilmen, C., Micallef, J.P., Perrey, S., Cozzone, P.J. & Bendahan, D. (2009). Effects of a prior high-intensity knee-extension exercise on muscle recruitment and energy cost: a combined local and global investigation in humans. *Experimental Physiology*, 94, 704-719.
45. Lerner, R.M., & Karabenick, S. (1974). Physical attractiveness, body attitudes and self-concept in late adolescents. *Journal of Youth and Adolescence*, 3, 7-16.
46. Little, T., & Williams, A. G. (2006). Effects of differential stretching protocols during warm-ups on high-speed motor capacities in professional soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(1), 203-207.
47. Lohman, T.G., Roche, A.F., & Martorell, R. (1988). *Anthropometric standardization reference manual*. Chicago: Human Kinetics.
48. Magnusson, S.P., Simonsen, E.B., Aagaard, P., Gleim, G.W., McHugh, M.P., & Kjaer, M. (1995). Viscoelastic response to repeated static stretching in the human hamstring muscle. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 5, 342-347.

49. Magnusson, S.P., Simonsen, E.B., Dyhre-Poulsen, P., Aagaard, P., Mohr, T., & Kjaer, M. (1996). Viscoelastic stress relaxation during static stretch in human skeletal muscle in the absence of EMG activity. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 6, 323–328.
50. Mann, D.P., & Jones, M.T. (1999). Guidelines to the implementation of a dynamic stretching program. *Strength and Conditioning Journal*, 21(6), 53-55.
51. Manoel, M.E., Harris-Love, M.O., Danoff, J.V., & Miller, T.A. (2008). Acute effects of static, dynamic, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle power in women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(5), 1528-1534.
52. Mersmann, F., Bohm, S., Boeth, H., Duda, G., & Arampatzis, A. (2014). Evidence of imbalanced adaptation between muscle and tendon in adolescent athletes. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 24, e283-e289.
53. Mizuno, T., Matsumoto, M., & Umemura, Y. (2013). Decrements in stiffness are restored within 10 min. *International Journal of Sports Medicine*, 34, 484-490.
54. Miller, R.G., Mirka, A. & Maxfield, M. (1981). Rate of tension development in isometric contractions of a human hand muscle. *Experimental Neurology*, 73, 267-285.
55. McInnes, S.E., Carlson, J.S., Jones, C.J., & MyKenna, M.J. (1995). The physiological load imposed on basketball players during competition. *Journal of Sports Sciences*, 13(5), 387-397.
56. McMillian, D.J., Moore, J.H., Hatler, B.S., & Taylor, D.C. (2006). Dynamic vs. static-stretching warm up: the effect on power and agility performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(3), 492-499.
57. McHugh, M.P., & Cosgrave, C.H. (2010). To stretch or not to stretch: the role of stretching in injury prevention and performance. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20(2), 169-181.
58. Nelson, A.G., Driscoll, N.M., Landin, D.K., Young, M.A., & Schexnayder, I.C. (2005). Acute effects of passive muscle stretching on sprint performance. *Journal of Sport Sciences*, 23, 449-454.
59. Nelson, A.G., Kokkonen, J., & Arnall, D.A. (2005). Acute muscle stretching inhibits muscle strength endurance performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(2), 338-343.
60. Noonan, T.J., Best, T.M., Seaber, A.V., & Garrett, W.E., Jr. (1993). Thermal effects on skeletal muscle tensile behavior. *The American Journal of Sports Medicine*, 21(4), 517-522.

61. O'Brien, T.D., Reeves, N.D., Baltzopoulos, V., Jones, D.A., & Maganaris, C.N. (2010). Mechanical properties of the patellar tendon in adults and children. *Journal of Biomechanics*, 43(6), 1190-1195.
62. O'Sullivan, K., Murray, E., & Sainsbury, D. (2009). The effect of warmup, static stretching and dynamic stretching on hamstring flexibility in previously injured subjects. *BMC Musculoskeletal Disorder*, 10, 37-42.
63. Palmieri, R.M., Ingersoll, C.D., & Hoffman, M.A. (2004). The hoffmann reflex: methodologic considerations and applications for use in sports medicine and athletic training research. *Journal of Athletic Training*, 39(3), 268-277.
64. Paradisis, G.P., Pappas, P.T., Theodorou, A.S., Zacharogiannis, E.G., Skordilis, E.K., & Smirniotou, A.S. (2014). Effects of Static and Dynamic Stretching on Sprint and Jump Performance in Boys and Girls. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(1), 154-160.
65. Pearce, A.J., Kidgell, D.J., Zois, J., & Carlson, J.S. (2009). Effects of secondary warm up following stretching. *European Journal of Applied Physiology*, 105(2), 175-183.
66. Perrier, E.T., Pavol, M.J., & Hoffman, M.A. (2011). The acute effects of a warm-up including static or dynamic stretching on countermovement jump height, reaction time, and flexibility. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(7), 1925-1931.
67. Peck, E., Chomko, G., Gaz, D.V., & Farrell, A.M. (2014). The effects of stretching on performance. *Current Sports Medicine Reports*, 13(3), 179-185.
68. Plisk, S.S. (2000). Speed, agility, and speed-endurance development. In T. Baechle & R. Earle (Eds.), *Essentials of strength training and conditioning* (pp. 471-492). Champaign, IL: Human Kinetics.
69. Pope, R.P., Herbert, R.D., Kirwan, J.D., & Graham, B.J. (2000). A randomized trial of preexercise stretching for prevention of lower-limb injury. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(2), 271-277.
70. Power, K., Behm, D., Cahill, F., Carroll, M., & Young, W. (2004). An acute bout of static stretching: Effects on force and jumping performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(8), 1389-1396.
71. Rash, G.S. (2002). Electromyography fundamentals. *Gait and Clinical Movement Analysis Society*, 1-10.
72. Ryan, E.D., Everett, K.L., Smith, D.B., Pollner, C., Thompson, B.J., Sobolewski, E.J., & Fiddler, R.E. (2014). Acute effects of different volumes of dynamic stretching on

- vertical jump performance, flexibility and muscular endurance. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 34(6), 485-492.
73. Samson, M., Button, D.C., Chaouachi, A., & Behm, D.G. (2012). Effects of dynamic and static stretching within general and activity specific warm-up protocols. *Journal of Sports Science and Medicine*, 11(2), 279-285.
74. Sargeant, A.J. (1987). Effect of muscle temperature on leg extension force and short-term power output in humans. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 56(6), 693-698.
75. Sayers, A.L., Farley, R.S., Fuller, D.K., Jubenville, C.B., & Caputo, J.L. (2008). The effect of static stretching on phases of sprint performance in elite soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(5), 1416-1421.
76. Sekir, U., Arabaci, R., & Akova, B. (2015). Acute effects of static stretching on peak and end-range hamstring-to-quadriceps functional ratios. *World Journal of Orthopedics*, 6(9), 719-726.
77. Simic, L., Sarabon, N., & Markovic, G. (2013). Does pre-exercise static stretching inhibit maximal muscular performance? A meta-analytical review. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 23(2), 131-148.
78. Simmons, R., & Rosenberg, S. (1975). Sex, sex roles and self-image. *Journal of Youth and Adolescence*, 4, 229-256.
79. Smith, C. A. (1994). The warm up procedure: To stretch or not to stretch. A brief review. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 19, 2-17.
80. Staudenmann, D., Roeleveld, K., Stegeman, D.F., & van Dieën, J.H. (2010). Methodological aspects of SEMG recordings for force estimation – A tutorial and review. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 20(3):375-87.
81. Stafilidis, S., & Tilp, M. (2015). Effects of short duration static stretching on jump performance, maximum voluntary contraction, and various mechanical and morphological parameters of the muscle-tendon unit of the lower extremities. *European Journal of Applied Physiology*, 115(3), 607-617.
82. Stevanović, V.B. (2015). Osnove elektromiografije i primeri primene u sportu. 13. godišnja međunarodna konferencija “Kondicijska priprema sportaša 2015”; Zagreb, Hrvatska.
83. Стефановић, Ђ. и Јаковљевић, С. (2004). *Технологија спортског тренинга*. Београд: Gnosis, Факултет спорта и физичког васпитања.

84. Stewart, I.B., & Sleivert, G.G. (1998). The effect of warm-up intensity on range of motion and anaerobic performance. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 27(2), 154-161.
85. Stojanovic, M.D., Ostojic, S.M., Calleja-Gonzalez, J., Milosevic, Z., & Mikic, M. (2012). Correlation between explosive strength, aerobic power and repeated sprint ability in elite basketball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 52(4), 375-381.
86. Sheppard, J.M., & Young, W.B. (2006). Agility literature review: Classifications, training and testing. *Journal of Sports Sciences*, 24(9), 919-932.
87. Shrier, I. (1999). Stretching before exercise does not reduce the risk of local muscle injury: A critical review of the clinical and basic science literature. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 9(4), 221-227.
88. Shrier, I. (2004). Does stretching improve performance? A systematic and critical review of the literature. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 14(5), 267-273.
89. Schieppati, M. (1987). The Hoffmann reflex: a means of assessing spinal reflex excitability and its descending control in man. *Progress in Neurobiology*, 28(4), 345-376.
90. Taylor, K.L., Sheppard, J.M., Lee, H., & Plummer, N. (2009). Negative effect of static stretching restored when combined with a sport specific warm-up component. *Journal of Science and Medicine in Sports*, 12(6), 657-661.
91. Tillin, N.A., & Bishop, D. (2009). Factors modulating post-activation potentiation and its effect on performance of subsequent explosive activities. *Sports Medicine*, 39, 147-166.
92. Turki, O., Chaouachi, A., Drinkwater, E.J., Chtara, M., Chamari, K., Amri, M., & Behm, D.G. (2011). Ten minutes of dynamic stretching is sufficient to potentiate vertical jump performance characteristics. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25, 2453-2463.
93. Unick, J., Kieffer, H.S., Cheesman, W., & Feeney, A. (2005). The acute effects of static and ballistic stretching on vertical jump performance in trained women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19, 206–212.
94. Falco, F.J., Hennessey, W.J., Goldberg, G., & Braddom, R.L. (1994). H reflex latency in the healthy elderly. *Muscle Nerve*, 17,161–167.

95. Febbraio, M.A., Carey, M.F., Snow, R.J., Stathis, C.G., & Hargreaves, M. (1996). Influence of elevated muscle temperature on metabolism during intense, dynamic exercise. *The American Journal of Physiology*, 271(5 Pt 2), R1251-1255.
96. Fletcher, I.M., & Anness, R. (2007). The acute effects of combined static and dynamic stretch protocols on fifty-meter sprint performance in track-and-field athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(3), 784-787.
97. Fletcher, I.M., & Jones, B. (2004). The effect of different warm-up stretch protocols on 20 meter sprint performance in trained rugby union players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(4), 885-888.
98. Fletcher, I M., & Monte-Colombo, M.M. (2010). An investigation into the effects of different warm-up modalities on specific motor skills related to soccer performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(8), 2096-2101.
99. Hamada, T., Sale, D.G., MacDougall, J.D., & Tarnopolsky, M.A. (2000). Postactivation potentiation, fiber type, and twitch contraction time in human knee extensor muscles. *Journal of Applied Physiology (1985)*, 88(6), 2131-2137.
100. Hedrick, A. (2000). Dynamic flexibility training. *Strength and Conditioning Journal*, 22(5), 33-38.
101. Herman, S.L., & Smith, D.T. (2008). Four-week dynamic stretching warm-up intervention elicits longer-term performance benefits. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(4), 1286-1297.
102. Holt, B.W., Lambourne, K. (2008). The impact of different warm-up protocols on vertical jump performance in male collegiate athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22, :226–229.
103. Hoffman, J.R., & Maresh, C.M. (2000). *Physiology of basketball*. Y: Garret WE Jr, Kirkendall DT, eds. Exercise and sport science. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins,733-744.
104. Hoffman, J.R, Tenenbaum, G., Maresh, C.M., & Kraemer, W.J. (1996). Relationship between athletic performance tests and playing time in elite college basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 162(7), 484-488.
105. Hugon M. (1973). Methodology of the Hoffmann reflex in man. In: Desmedt JE, ed. New Developments in Electromyography and *Clinical Neurophysiology*. New York, NY: Karger; 277–293.
106. Carvalho, F.L., Carvalho, M.C., Simao, R., Gomes, T.M., Costa, P.B., Neto, L.B., Carvalho, R.L, & Dantas, E.H. (2012). Acute effects of a warm-up including active,

- passive, and dynamic stretching on vertical jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(9), 2447-2452.
107. Casabona, A., Polizzi, M.C., & Perciavalle, V. (1990). Differences in H-reflex between athletes trained for explosive contractions and non-trained subjects. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 61(1-2), 26-32.
108. Ciuti, C., Marcello, M., Macis, A., Onnis, E., Solinas, R., Lai, C., & Concu, A. (1996). Improved aerobic power by detraining in basketball players mainly trained for strength. *Sports Medicine, Training and Rehabilitation*, 6(4): 325-335.
109. Clark, L., O'Leary, C.B., Hong, J., & Lockard, M. (2014). The acute effects of stretching on presynaptic inhibition and peak power. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 54, 605-510.
110. Clarys, JP. (2000). Electromyography in sports and occupational settings: an update of its limits and possibilities. *Ergonomics*, 43(10), 1750-62.
111. Covert, C.A., Alexander, M.P., Petronis, J.J., & Davis, D.S. (2010). Comparison of ballistic and static stretching on hamstring muscle length using an equal stretching dose. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24, 3008-3014.
112. Cole, M., & Cole, S.R. (2001). *The development of children* (4th ed.). New York: Freeman.
113. Corbin, C.B., & Noble, L. (1980). Flexibility: A major component of physical fitness. *The Journal of Physical Education and Recreation*, 51, 23-60.
114. Cornwell, A., Nelson, A., & Sidaway, B. (2002). Acute effects of stretching on the neuromechanical properties of the triceps surae muscle complex. *European Journal of Applied Physiology*, 86, 428-434.
115. Costa, P.B., Ryan, E.D., Herda, T.J., Walter, A.A., Defreitas, J.M., Stout, J.R., & Cramer, J.T. (2013). Acute effects of static stretching on peak torque and the hamstring-to-quadriceps conventional and functional ratios. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 23, 38-45.
116. Cramer, J. T., Housh, T. J., Weir, J. P., Johnson, G. O., Coburn, J. W., & Beck, T. W. (2005). The acute effects of static stretching on peak torque, mean power output, electromyography, and mechanomyography. *European Journal of Applied Physiology*, 93(5-6), 530-539.
117. Crisafulli, A., Melis, F., Tocco, F., Laconi, P., Lai, C., & Concu, A. (2002). External mechanical work versus oxidative energy consumption ratio during a basketball field test. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*; 42(4): 409-417.

118. Chaouachi, A., Castagna, C., Chtara, M., Brughelli, M., Turki, O., Galy, O., Chamari, K., & Behm, D.G. (2010). Effect of warm-ups involving static or dynamic stretching on agility, sprinting, and jumping performance in trained individuals. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(8), 2001-2011.
119. Chaouachi, A., Chamari, K., Wong, P., Castagna, C., Chaouachi, M., Moussa-Chamari, I., & Behm, D.G. (2008). Stretch and sprint training reduces stretch-induced sprint performance deficits in 13-to 15-year-old youth. *European Journal of Applied Physiology*, 104(3), 515-522.
120. Chatzopoulos, D., Galazoulas, C., Patikas, D., & Kotzamanidis, C. (2014). Acute effects of static and dynamic stretching on balance, agility, reaction time and movement time. *Journal of Sports Science & Medicine*, 13(2), 403-409.
121. Christensen, B.K., & Nordstrom, B.J. (2008). The effects of proprioceptive neuromuscular facilitation and dynamic stretching techniques on vertical jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(6), 1826-1831.
122. Wathen, D. (1987). Flexibility: Its place in warm-up activities. *Strength and Conditioning Journal*, 9(5), 26-27.
123. Waugh, C.M., Korff, T., Fath, F., & Blazevich, A.J. (2013). Rapid force production in children and adults: mechanical and neural contributions. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 45(4), 762-771.
124. Wilson, G.J., Murphy, A.J., & Pryor, J.F. (1994). Musculotendinous stiffness: its relationship to eccentric, isometric, and concentric performance. *Journal of Applied Physiology*, 76, 2714-2719.
125. Wilson, G.J., Wood, G.A., & Elliot, B.C. (1991). The relationship between stiffness of the musculature and static flexibility. An alternative explanation for the occurrence of muscular injury. *International Journal of Sports Medicine*, 12, 403-407.
126. Wolpaw, J.R. (1987). Operant conditioning of primate spinal reflexes: the H-reflex. *Journal of Neurophysiology*, 57, 443-459.
127. Woolstenhulme, M. T., Griffiths, C. M., Woolstenhulme, E. M., & Parcell, A. C. (2006). Ballistic stretching increases flexibility and acute vertical jump height when combined with basketball activity. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 799-803.
128. Yapicioglu, B., Colakoglu, M., Colakoglu, Z., Gulluoglu, H., Bademkiran, F., & Ozkaya, O. (2013). Effects of a dynamic warm-up, static stretching or static stretching

- with tendon vibration on vertical jump performance and EMG responses. *Journal of Human Kinetics*, 39, 49-57.
129. Young, W. B., & Behm, D. G. (2002). Should static stretching be used during a warm-up for strength and power activities? *Strength and Conditioning Journal*, 24(6), 33-37.
130. Young, W.B., & Behm, D.G. (2003). Effects of running, static stretching and practice jumps on explosive force production and jumping performance. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 43, 21-27.
131. Young, W., Elias, G., & Power, J. (2006). Effects of stretching volume and intensity on plantar flexor explosive force production and range of motion. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 46(3), 403-411.

10 ПРИЛОЗИ

Прилог 1: Формулар за сагласност родитеља испитаника за учешће у експерименту у складу са Хелсиншком декларацијом

FORMULAR ZA SAGLASNOST SA EKSPERIMENTALNOM PROCEDUROM

Projekat doktorske disertacije: *Akutni efekti različitih sadržaja uvodno-pripremnog dela treninga na motoričke sposobnosti i neuromišićnu adaptaciju košarkaša.*

Lice odgovorno za studiju: Vuk Stevanović
e-mail: wolfdif@yahoo.com
tel: +381642474135

Drugi istraživači: doc. dr Marko Stojanović, vanredni profesor
dr Milan Jelić, naučni saradnik

Ime ispitanika: _____

Poštovani,

Želimo da Vas informišemo o razlozima za sprovođenje ovog istraživanja. Pre nego što date svoj pristanak da Vaše dete bude uključeno u istraživanje, veoma je važno da razumete zašto se ovaj postupak radi i u čemu se on sastoji. Pažljivo pročitajte ovu informaciju i ukoliko Vam se nešto učini nejasnim ili ukoliko želite dodatne informacije, molimo Vas da nam se obratite.

1. NAMENA I OPIS ISTRAŽIVANJA

Zagrevanje pre fizičke aktivnosti je univerzalno prihvaćena praksa sa ciljem pripreme sportiste, fizički i mentalno, bilo za trening ili takmičenje. Istezanje je jedna od bitnih komponenti zagrevanja. Dugo se upotreba statičkog istezanja smatrala za idealno sredstvo za poboljšanje performansi sportista, ali skorije studije pokazuju da ono dovodi do opadanja sile i snage. S druge strane, dinamičko istezanje ima niz pozitivnih efekata na sportsko postignuće.

Gro istraživanja je za ispitanike imala odrasle, „formirane“ sportiste. Protokoli istezanja u eksperimentima nisu bili usklađeni sa onim protokolima koji se koriste u košarkaškoj praksi. Uz to, javila se i potreba za utvrđivanjem i neuralnih adaptacija mišića na različite metode istezanja, a ne samo mehaničkih.

Cilj ovog istraživanja je utvrđivanje i objašnjavanje akutnih efekata različitih metoda zagrevanja i istezanja na motoričke sposobnosti i neuromišićnu adaptaciju kod mladih košarkaša.

Sprovešće se sledeće aktivnosti:

- a) Antropometrijska merenja (telesna visina, telesna masa)
- b) Procena motoričkih sposobnosti (fleksibilnost, brzina, agilnost, eksplozivna snaga nogu)
- c) Procena neuromišićne adaptacije (H refleks)

Vaše dete će biti jedan od najmanje 50 zdravih učesnika starih od 12 do 19 godina. Eksperiment se sastoji od dve do tri sesije koje će trajati do 60 minuta. Dve sesije u razmaku od minimum 48 sati će se realizovati u terenskim uslovima (košarkaška sala), dok

će 30 ispitanika proći i treću sesiju u laboratorijskim uslovima (Institut za medicinska istraživanja) gde će se ispitivati akutni efekti na neuromišićnu adaptaciju (H refleks).

Očekivani rezultati svoj značaj nalaze u proveravanju postavljene hipoteze da statičko istezanje, za razliku od dinamičkog, nepovoljno utiče na sportsko postignuće, ali da se negativni efekti pobijaju specifičnim košarkaškim zagrevanjem koje sledi.

2. USLOVI UČEŠĆA U EKSPERIMENTU

Svi dobijeni rezultati i informacije ove studije biće tretirani kao poverljivi. Vaše dete lično neće moći da bude identifikovano kao učesnik, izuzev po vašem broju/šifri koja će biti poznata samo istraživaču. U slučaju povrede, Vaše dete će primiti prvu pomoć. Ako mu bude potrebna dodatna medicinska pomoć, Vi ćete biti za nju odgovorni. Imaćete pravo da povučete pristanak za učešće u eksperimentu u bilo kom trenutku.

3. KRITERIJUMI ZA UČEŠĆE U STUDIJI

Vaše dete neće moći da učestvuje kao ispitanik u studiji ukoliko pati od bilo kakvih bolesti ili ako ima bilo kakvu povredu koja može da utiče na rezultat eksperimenta ili može da bude pogoršana njegovim učešćem.

4. RIZIK I BENEFICIJE

Kao kod bilo kog drugog fizičkog vežbanja postoji mogućnost pojave zamora, upale mišića ili povrede. Merenje H refleksa može na trenutke pojedincima biti bolno, ali se bol ne zadržava.

Ne postoji direktna dobit u smislu materijalne satisfakcije ukoliko Vaše dete uzme učešće kao ispitanik. Nadamo se da ćete imati veliko razumevanje i dati doprinos sportskoj nauci.

5. KONTAKTI

U slučaju da imate bilo kakvo pitanje u vezi sa studijom, obratite se nekom od istraživača.

6. POTVRDA RODITELJA ISPITANIKA

Pročitao sam ovaj dokument i u potpunosti razumeo/la sve navedene informacije. Zahtevi, rizici i beneficije su mi objašnjeni. Svestan sam rizika i razumem da mogu da povučem svoj pristanak o učešću u eksperimentu u svakom trenutku i bez ikakvih posledica. Kopija ovog dokumenta mi je data.

7. POTPISI

Datum: _____ Potpis roditelja _____

(ispitanika za starije od 18 godina)

Potpis istraživača _____

Прилог 2: Копија сагласности Етичке комисије Института за медицинска истраживања за реализацију предложених експеримената



Институт за медицинска
истраживања
Institute for Medical Research

Др. Суботића 4
11129 Београд, Србија
Тел: (381) 11 2685-788, 2684-484
Факс: (381) 11 2643-691
web:www.imi.bg.ac.rs

Бр. ЕО109/2015
Етички одбор ИМИ-ја
www.imi.bg.ac.rs/eticki

Вук Стевановић
Лабораторија за исхрану и метаболизам
Институт за медицинска истраживања
Универзитет у Београду
Тел: +381 11 30 31 997

Београд, 02.06.2015

На захтев истраживача сарадника Вука Стевановића, докторанта Факултета за спорт и физичко васпитање, Универзитета у Новом Саду, Етички одбор Института за медицинска истраживања Универзитета у Београду, дана 02.06.2015. године, након увида приложене документације даје

САГЛАСНОСТ

За спровођење истраживања докторске студије са темом:

„Акутни ефекти различитих садржаја уводно-припремног дела тренинга на моторичке способности и неуромишићну адаптацију кошаркаша“

Приликом које ће се обављати неурофизиолошка испитивања кошаркаша узраста 16-18 година уз писану сагласност испитаника и њихових родитеља за докторске студије.

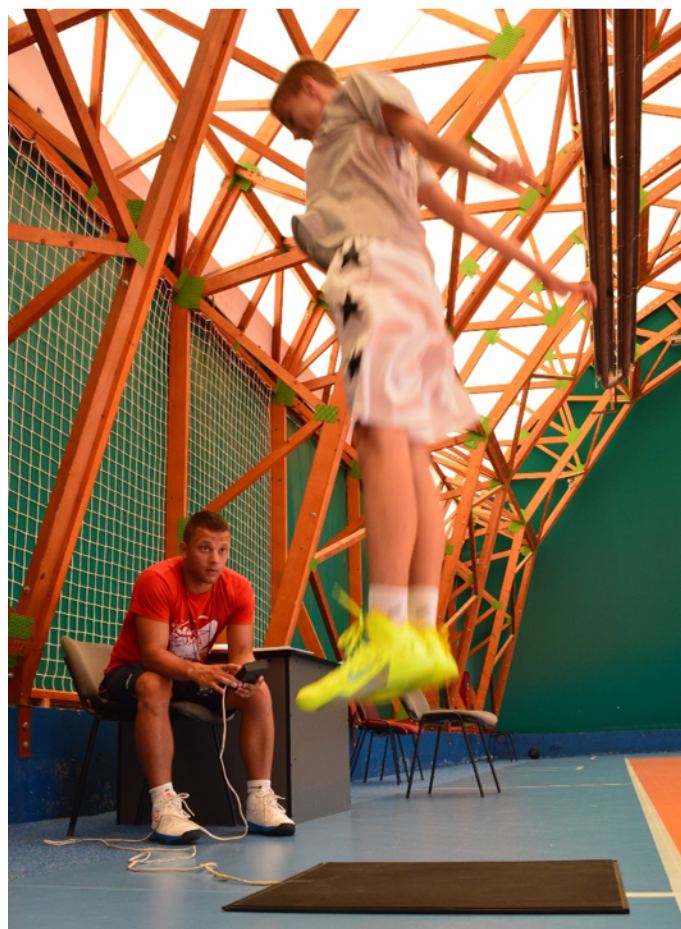
Председник Етичког одбора

Др Владан Чокић

Прилог 3: Досезање у седећем претклону (eng. *Sit & reach*)



Прилог 4: Вертикалан скок са контактне плоче



Прилог 5: Трчање на 20 метара



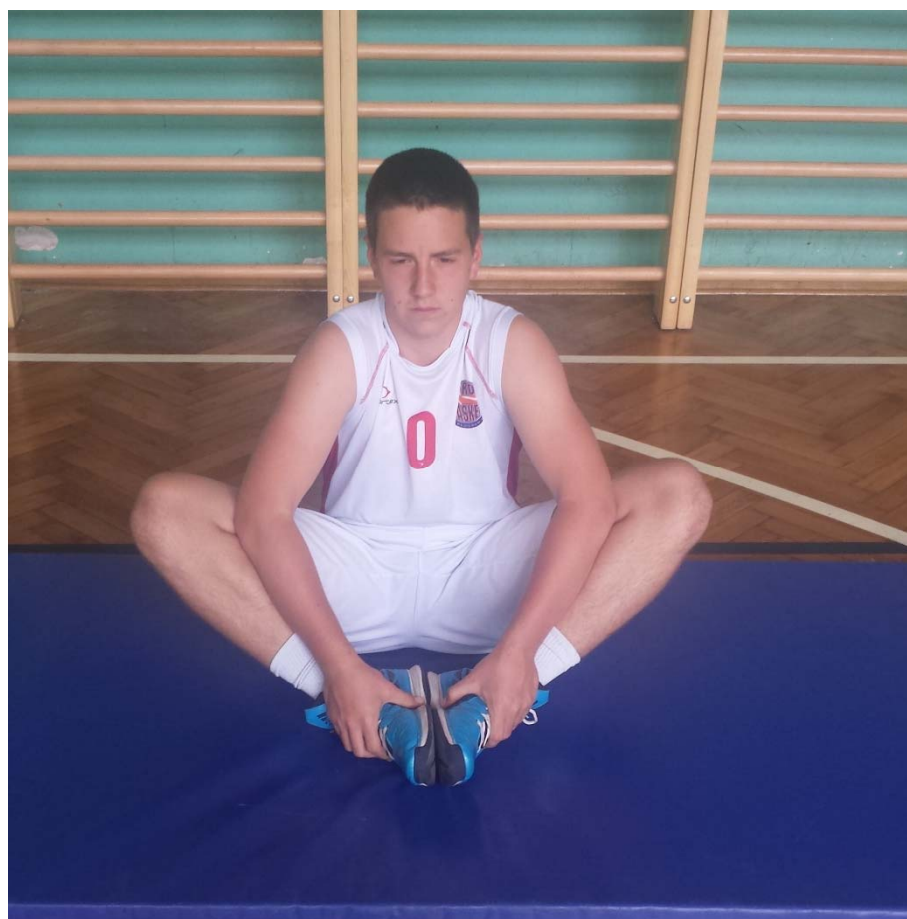
Прилог 6: Т тест за процену агилности



Прилог 7: Прекрштање ноге у седећем ставу са засуком трупа (eng. *Crossleg*)



Прилог 8: Привлачење оба стопала ка телу у седећем ставу (eng. *Butterfly stretch*)



Прилог 9: Досезање у седећем преткљону (eng. *Sit and reach*)



Прилог 10: Искорак, колена друге ноге опружено и ослоњено на под (eng. *Lunge-knee bent*)



Прилог 11: Искорак, колено друге ноге савијено, стопало се привлачи руком (eng. *Lunge-knee bent and foot hold*)



Прилог 12: Истежање плантарних прегибача стопала (eng. *Calf stretch*)



Прилог 13: Ходање са привлачењем колена/стопала ка грудима при сваком кораку
(eng. *High knee and foot walk*)



Прилог 14: Кариока



Прилог 15: Забацивање потколеница (eng. *Butt kicks*)



Прилог 16: Високи скип са међускоком



Прилог 17: *Spiderman* (eng.)



Прилог 18: Трчање са додиривањем пода на сваки други корак (eng. *Lateral slide with floor touch*)



Прилог 19: Низак скип до половине кошаркашког терена, затим наглашено дуги одскоци до краја терена



Прилог 20: Истежање плантарних прегибача стопала наизменичним одвајањем пета од тла



11 БИОГРАФИЈА АУТОРА

Вук Стевановић је рођен 24.7.1985. године у Аранђеловцу, Србија. Основну школу „Карађорђе“ и средњу медицинску школу „Београд“ у Београду је завршио са одличним успехом, добивши након обе школе диплому „Вук Караџић“. Школске 2004/2005. године уписује Факултет Спорта и Физичког Васпитања, Универзитета у Београду као први на ранг листи од свих пријављених кандидата. Основне студије завршава 9.10.2008. године са просечном оценом 9,39 и оценом 10 на дипломском испиту који је бранио на тему „Методика обучавања и усавршавања скок шута у кошарци“. На свечаностима Дана факултета биран је за најбољег студента друге и четврте године основних студија. Школске 2008/2009. године уписује Мастер студије Факултета спорта и Физичког Васпитања, Универзитета у Београду и исте завршава 11.2.2010. године са просечном оценом 10,00 и оценом 10 на дипломском испиту који је бранио на тему „Физиолошке аспекти кошаркашке игре“. Школске 2011/2012. је уписао Докторске академске студије, Факултета Спорта и Физичког Васпитања, Универзитета у Новом Саду и положио све испите предвиђене програмом студија, са просечном оценом 10,00.

- У току основних студија се бавио студентском политиком и организовањем као Координатор ресора за спорт и културу Савеза студената Београда (2006.-2010.), представник ФСФВ-а у студентском парламенту Београдског универзитета, члан студентског већа факултета медицинских групација, члан комисије за заштиту права студената, председник УО Савеза студената ФСФВ-а.
- Био је члан организационих одбора највећих спортских такмичења одржаних у Београду (Универзијада 2009, Куп Европских шампиона у атлетици, ЕУОФ-European Youth Olympic Festival 2007, Светско студентско првенство у теквондоу 2008., итд.)
- Као кошаркашки тренер је ангажован од 2005. године у ОКК Београду и Пробаскету, где је и генерални директор и координатор и тренер млађих категорија од 2008. до данас. Радио је и на великом броју међународних кошаркашких кампова у Србији и Италији. Поседује Црвену лиценцу Удружења Кошаркашких тренера Србије, као и лиценцу ФИБА тренера.

- Учествовао је у факултетском пројекту „Могућности побољшања интелектуалних, моторичких и кардио-респираторних способности деце помоћу кинезиолошких активности“ као технички сарадник.
- Од децембра 2011. године је запослен у Институту за медицинска истраживања, Универзитета у Београду, тренутно као истраживач сарадник.
- Од 2011. до 2014. је био запослен на пројекту Министарства просвете и науке (бр. 175012 Основна истраживања): „Неинвазивна модулација кортикалне ексцитабилности и пластицитета – Развој метода неинвазивне неуромодулације централног нервног система у испитивању физиолошких механизма, дијагностици и терапији“. Руководилац пројекта је научни саветник др Саша Филиповић.
- Од децембра 2014. је запослен на пројекту Министарства за науку и технолошки развој Републике Србије (бр. III41030): „Биолошки механизми, нутритивни унос и статус полинезасићених масних киселина и фолата: Унапређење исхране у Србији“. Руководилац пројекта је научни саветник др Марија Глибетић.
- Аутор или коаутор је 11 научно-истраживачких радова или сажетака објављених у међународним часописима или презентованим на међународним скуповима.

12 ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ

Прилог I.

Изјава о ауторству

Потписани/а Бук Б СТЕВАНОВИЋ

Број уписа 7/2011д

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

„АКУТНИ ЕФЕКТИ РАЗЛИЧИТИХ САДРЖАЈА УВОДНО-ПРИПРЕМНОГ ДЕЛА ТРЕНИНГА НА
МОТОРИЧКЕ СПОСОБНОСТИ И НЕУРОМИШИЋИХ АДАПТАЦИОЗ КОШАРКАША“

- резултат спостведеног истраживачког рада,
- да предложена дисертација у целини ни у деловима није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио/ла интелектуалну својину других лица.

У Новом Саду, 29.1.2016

Потпис

Бук Б

13 ИЗЈАВА О ИСТОВЕТНОСТИ ШТАМПАНЕ И ЕЛЕКТРОНСКЕ ВЕРЗИЈЕ ДОКТОРСКОГ РАДА

Прилог 2.

Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора Вук Б. Стевановић

Број уписа 7/2011 Д

Студијски програм ДОКТОРСКЕ АКАДЕМСКЕ СТУДИЈЕ

Наслов рада АКУТНИ ЕФЕКТИ РАЗЛИЧИТИХ САДРЖАЈА УВОДНО-ПРИПРЕМНОГ ДЕЛА ТРЕНИНГА НА МОТОРИЧКЕ СПОСОБНОСТИ И НЕЙРОФИЗИЧКУ АДАПТАЦИЈУ КОШАРКАША

Ментор Доц. др Марко Стојановић

Потписани/а

Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла за објављивање на порталу Дигитална библиотека дисертација Универзитета у Новом Саду.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама Дигиталне библиотеке дисертација, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Новом Саду.

У Новом Саду, 29. 1. 2016.

Потпис


14 ИЗЈАВА О КОРИШЋЕЊУ

Прилог 3.

Изјава о коришћењу

Овлашћујем Централну библиотеку Универзитета у Новом Саду да у Дигиталну библиотеку дисертација Универзитета у Новом Саду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

"Акутни ефекти различитих садржаја узводно-припреног дела траскита на моторичке способности ч. НЕУРОМИШЉИЧУ АДАПТАЦИЈУ ЕКВАРИЈА"

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

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигиталну библиотеку дисертација Универзитета у Новом Саду могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство
2. Ауторство – некомерцијално
3. Ауторство – некомерцијално – без прераде
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима
5. Ауторство – без прераде
6. Ауторство – делити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци, кратак опис лиценци дат је на полеђини листа.)

У Новом Саду, 29. 1. 2016.

Потпис

