

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ФАКУЛТЕТ СПОРТА И ФИЗИЧКОГ ВАСПИТАЊА

Марко М. Милић

БРЗИНА ОБРАДЕ ИНФОРМАЦИЈА И УТИЦАЈ
ИНСТРУКЦИЈЕ НА ЕФИКАСНОСТ НАПАДА У
МАЧЕВАЊУ

Докторска дисертација

Београд, 2020.

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF SPORT AND PHYSICAL EDUCATION

Marko M. Milic

The speed of information processing and the impact
of instruction on the attack efficiency in fencing

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2020.

МЕНТОР:

1. др Александар Недељковић, редовни професор, Универзитет у Београду – Факултет спорта и физичког васпитања;
-

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

1. др Милош Мудрић, доцент, Универзитет у Београду – Факултет спорта и физичког васпитања;
-

2. др Ана Орлић, ванредни професор, Универзитет у Београду – Факултет спорта и физичког васпитања;
-

3. др Драган Радовановић, редовни професор, Универзитет у Нишу – Факултет спорта и физичког васпитања;
-

4. др Иван Тук, доцент, Универзитет Сингидунум – Факултет за физичку културу и менаџмент у спорту.
-

Датум одбране

БРЗИНА ОБРАДЕ ИНФОРМАЦИЈА И УТИЦАЈ ИНСТРУКЦИЈЕ НА ЕФИКАСНОСТ НАПАДА У МАЧЕВАЊУ

Сажетак:

Ова студија је спроведена са циљем да испита (1) утицај броја алтернатива (стимулус-одговор) на време реаговања у квазиреалистичним мачевалачким ситуацијама, (2) да се утврди да ли регресиони нагиб заснован на времену реаговања и броју алтернатива може разликовати почетнике од искусних мачевалаца, (3) утицај инструкције на ефикасност напада, и (4) размену брзине и прецизности при нападу код мачевалаца различитог нивоа обучености. Десет почетника (7 мушког пола) и десет искусних такмичара (6 мушког пола) је учествовало у студији. Видео метод заснован на приказу видео снимка употребљен је за представљање четири типичне мачевалачке технике кретања (стимулус) након којих су учесници морали да изведу технику напада (напад горе или доле) или технику одбране (одбрана горе или доле). Резултати су показали (1) да је повећање у броју алтернатива стимулус-одговор било повезано са продужењем времена реаговања (Изборно-ВР4 > Изборно-ВР2 > Просто – ВР; $p < 0.05$), (2) почетници су у односу на искусне у свим ситуацијама имали дуже време реаговања (распон: 25.5 – 34.8%; $p < 0.05$), а такође је био присутан стрмији нагиб односа времена реаговања и броја алтернатива (распон: 35.2 – 55.2%; $p < 0.05$), (3) инструкција „реагуј брзо“, довела је до позитивног утицаја на ефикасност напада код искусних мачевалаца ($p < 0.05$) и код почетника ($p < 0.01$), (4) утицај инструкције на размену брзине и прецизности био је остварен код обе групе ($p < 0.01$ и $p < 0.05$) тако што је при инструкцији „буди прецизан“ дошло до значајно спорије брзине напада, док при инструкцији „брзо изведи напад“ само је код искусних ($p < 0.05$) дошло до значајног погоршања прецизности. Резултати (1) и (2) сугеришу да се способност брзог реаговања на специфичне мачевалачке стимулусе повећава са тренажним искуством, будући да су разлике наглашене са повећањем броја стимулус-одговор алтернатива. Резултати (3) и (4) сугеришу да је код искусних мачевалаца утицај инструкција могућ како за ефикасност напада тако и за размену брзине и прецизности, док је код почетника утицај инструкције делимично присутан.

Кључне речи: мачевање, видео метод, просто време реаговања, изборно време реаговања, ефикасност напада, инструкција.

Научна област: Физичко васпитање и спорт

Ужа научна област: Теорија и технологија спорта и физичког васпитања

УДК број: 796.86:796.012.132

THE SPEED OF INFORMATION PROCESSING AND THE IMPACT OF INSTRUCTION ON THE ATTACK EFFICIENCY IN FENCING

Abstract:

This study aimed (1) to investigate the impact of the number of stimulus-responses alternatives on reaction time (RT) under quasi-realistic fencing situations, (2) to elucidate whether the regression slope based on the RT and the number of stimulus-responses alternatives could distinguish between beginners and experienced fencers, (3) the impact of instruction on attack efficiency, and (4) speed-accuracy trade-off in fencers of different skill levels. Ten beginners (7 men) and 10 experienced (6 men) fencers participated in the study. A video-based method was used to present four typical fencing movement techniques (i.e. "stimulus") after which the participants had to perform an offensive (high or low attack) or defensive (high or low defence) action (i.e. "response"). Results showed (1) the increase in the number of stimulus-responses alternatives was associated with higher RT ($4\text{Choice-RT} > 2\text{Choice-RT} > \text{Simple-RT}$; $p < 0.05$) where beginners always presented higher RT compared to fencers (range: 25.5–34.8%; $p < 0.05$) and (2) also showed a steeper slope of the relationship between RT and the number of stimulus-responses alternatives (range: 35.2–55.2%; $p < 0.05$), (3) the instruction "react quickly" led to a positive impact on the attack efficiency of experienced ($p < 0.05$) and beginner fencers ($p < 0.01$), (4) the influence of instruction on the speed-accuracy trade-off was achieved in both groups ($p < 0.01$ and $p < 0.05$) by significantly slowing the attack speed with the instruction "be precise", while in the instruction "quick attack" only by experienced fencers ($p < 0.05$) accuracy was significantly decreased. The results (1) and (2) suggest that the capability to quickly respond to specific fencing stimuli increases with training experience, being the differences accentuated with increasing number of stimulus-responses alternatives. The results (3) and (4) suggest that for experienced fencers the influence of instruction is possible for both attack efficiency and speed-accuracy trade-off, while for beginners the influence of instruction is only partially present.

Key words: fencing, video method, simple reaction time, choice reaction time, attack efficiency, instruction.

Scientific field: Physical education and sport

Scientific subfield: Theory and technology of sport and physical education

UDK number: 796.86:796.012.132

САДРЖАЈ

1.	УВОД.....	1
2.	ТЕОРИЈСКИ ПРИСТУП ПРОБЛЕМУ ИСТРАЖИВАЊА	3
2.1.	Карактеристике мачевања као спорта.....	3
2.1.	Брзина обраде информација	5
2.2.	Меморија	10
2.3.	Брзина обраде информација код мачевалаца	12
2.4.	Проблем мерења брзине обраде информације.....	14
2.5.	Инструкција и размена брзине и прецизности.....	15
2.6.	Досадашња истраживања времена реаговања код мачевалаца	18
2.7.	Досадашња истраживања утицаја инструкције на брзину и прецизност	19
3.	ПРОБЛЕМ, ПРЕДМЕТ, ЦИЉЕВИ И ЗАДАЦИ ИСТРАЖИВАЊА	20
4.	ХИПОТЕЗЕ ИСТРАЖИВАЊА.....	21
5.	МЕТОДОЛОГИЈА ИСТРАЖИВАЊА	22
5.1.	Узорак испитаника	22
5.2.	Узорак варијабли	23
5.3.	Инструменти	23
5.4.	Протокол тестирања	24
5.5.	Снимање четири акције модела (стимулус).....	25
5.6.	Снимање нападачких и одбрамбених одговора испитаника	26
5.7.	Снимање ефикасности напада при различитим инструкцијама.....	27
5.8.	Прикупљање и обрада података.....	28
6.	УТИЦАЈ СПОРТСКЕ СПЕЦИЈАЛИЗАЦИЈЕ НА БРЗИНУ ОБРАДЕ ИНФОРМАЦИЈА КОД МАЧЕВАЛАЦА РАЗЛИЧИТОГ НИВОА ОБУЧЕНОСТИ (ЕКСПЕРИМЕНТ 1).....	31
6.1.	Статистичка анализа.....	31
6.2.	Резултати са дискусијом	31

7.	УТИЦАЈ ИНСТРУКЦИЈЕ НА ЕФИКАСНОСТ НАПАДА И РАЗМЕНУ БРЗИНЕ И ПРЕЦИЗНОСТИ КОД МАЧЕВАЛАЦА РАЗЛИЧИТОГ НИВОА ОБУЧЕНОСТИ (ЕКСПЕРИМЕНТ 2).....	37
7.1.	Статистичка анализа.....	37
7.2.	Резултати са дискусијом за ефикасност напада.....	37
7.3.	Резултати са дискусијом за размену брзине и прецизности.....	42
8.	ЗАКЉУЧАК.....	50
9.	ПРЕПОРУКЕ ЗА БУДУЋА ИСТРАЖИВАЊА.....	51
10.	ЛИТЕРАТУРА.....	52
	Прилог 1. Копија одобрења Етичког комитета Факултета спорта и физичког васпитања за реализацију предложених експеримената	58
	Прилог 2. Формулар за сагласност са експерименталном процедуром.....	59
	Прилог 3. Насловна страна објављеног рада	61
	Биографија аутора.....	62

1. УВОД

У циљу остварења врхунског спортског резултата неопходно је да спортисти раде на развоју специфичних такмичарских способности карактеристичних за сваку спортску грану. Ту се пре свега мисли на вишегодишњи тренажни процес који у себи садржи различите видове припреме (техничко-тактичка, физичка и психолошка припрема). Међутим, поред основне техничко-тактичке припремљености, веома важну, а можда и одлучујућу улогу у остварењу врхунског спортског резултата управо имају когнитивне способности. Током многих спортских активности, обрада (процесирање) информација је условљена присутним стресом и високим степеном неизвесности при чему су спортисти приморани да на основу когнитивних способности пронађу адекватни одговор. Умешност спортисте да тачно и у што краћем времену обради релевантне информације омогућава доношење исправне одлуке и више времена за организацију и припрему моторног апарата за деловање (Houlston & Lowes, 1993; Ripoll, 1991; Ripoll et al., 1995). У том смислу можемо издвојити основне сензорно-когнитивне функције, испољене кроз брзину простог реаговања на различите врсте дражи (опажајне, звучне, тактилне) и спортско-специфичне неуромишићне способности. Ове потоње се могу описати као правовремено предвиђање намере противника на основу положаја тела или екстремитета, и предвиђање почетка напада или почетка акције. На основу успешног предвиђања долази до стварања исправног одговора и краћег времена реаговања одговарајућом техником на противничково понашање (Bogusiuk & Waśkiewicz, 2008). Значајан број студија се бавио проучавањем когнитивних способности и то највише кроз симулирање такмичарских услова уз помоћ филмова или слајдова (Abernethy, 1990; Allard et al., 1980; Allard & Starkes, 1980; Helsen and Pauwels, 1990; Ripoll, 1991; Ripoll et al., 1995). Такође, у новије време употреба видео (основи видео метод) и виртуелне технологије (метод виртуелне стварности) све више налази место у методологији истраживања когнитивних способности (Loomis et al., 1999; Mudric et al., 2015). Поменуте студије су за предмет истраживања имале анализирање когнитивних процеса спортисте у циљу препознавања намере противника приликом решавања ситуационих проблема. Добијени резултати су указали да су искусни спортисти за разлику од мање искусних били у стању да брже и тачније реше одређене ситуације (Mudric et al., 2015; Ripoll, 1991; Ripoll et al., 1995). На основу разлике између искусних и почетника потврђено је да разлоге треба тражити у когнитивним процесима који се истичу као фундаментални за испољавање ових разлика.

Када је реч о мачевању, оно се може сврстати у групу отворених моторичких вештина, са специфичним карактеристикама и захтевима како у тренингу тако и у такмичењу (Barth & Beck, 2006; Czajkowski, 2005). Ту се пре свега мисли на висок ниво просторне и временске ограничености, при чему је присутно изузетно динамично деловање оба такмичара, које изискује промену темпа и ритма борбе изражено кроз сталну размену нападачких и одбрамбених техника. Самим тим успешност решавања сложених задатака спортске борбе недвосмислено зависи од великог броја фактора. Да би све ово било могуће неопходан је вишегодишњи систематски тренинг на учењу и усавршавању различитих техника. Он се најчешће реализује као засебан рад са тренером или кроз рад у паровима, и то углавном кроз слободне или договорене борбе.

Систематски вишегодишњи тренинг се не може замислити без инструкције. У пракси сваки вид обуке или тренинг обично започиње и завршава се инструкцијом тј. информацијом (Koprivica, 2013). Самим тим је присутна тежња тренера да се ефикасност обуке подигне на виши ниво, другим речима, циљ ефикасне обуке је да се у што краће време достигне жељени ниво обучености који ће у специфичним спортским ситуацијама довести до врхунског резултата. У том смислу, од квалитета и усмерености инструкције умногоме зависи исход примењене технике. С обзиром да је мачевање комплексна вештина и да

такмичарски успех зависи од неколико варијабли истовремено, поставља се питање којим приступом у обуци се може достићи жељени ниво успешности. Због тога се претпоставља да инструкција мора имати важно место у систему обуке спортиста, или у овом случају мачевалаца.

Укратко, брзина обраде информација и способност предвиђања намере противника, издвајају се као значајни чиниоци успешности такмичења како у спорту уопште а тако и у мачевању, па би даље испитивање и мерење ових способности могло потпомогнути боље разумевање процеса који до њих доводе. Уз то, испитивање утицаја инструкције на усмеравање пажње такмичара приликом извођења одређене технике такође представља важно поље истраживања из области моторне контроле. У сваком случају да би налази били што меродавнији, неопходан је константан рад на усавршавању процедура тестирања и то на начин да се услови тестирања што више приближе стварним, такмичарским. Тако се управо за процену неуро мишићних способности спортиста, започело са дизајнирањем лабораторијских тестова који могу да веродостојније симулирају стварне такмичарске услове (Mudric, et al., 2015).

2. ТЕОРИЈСКИ ПРИСТУП ПРОБЛЕМУ ИСТРАЖИВАЊА

2.1. Карактеристике мачевања као спорта

Чувене речи учитеља мачевања у Молијеровом комаду „Грађанин Џентлмен“ (1670) можда најбоље дефинише суштину мачевања, као вештину постизања погодка без примања истог. Сходно томе, мачевање укратко може бити дефинисано као уметност руковања оружјем са намером погађања противника, убодом или сечењем, истовремено избегавајући погодак. (Czajkowski, 2005).

У реалној борби, у рату или дуелу, циљ борбе је превасходно био да се противник убије или рани у што краћем времену. Самим тим, све до скоро, уметност руковања оружјем је имала важно место у војном тренингу, као на пр. употреба коњичке сабље, копља или бајонет-а.

Од почетка 20-тог века, када говоримо о мачевању, ми скоро увек мислимо на мачевање као спорт. Савремено мачевање, у својој атлетској форми, садржи борбу и припрему за такмичење између два супарника, подједнако опремљена конвенционалним (спортским) оружјем, у складу са установљеним нормама и правилима. Циљ ове спортске борбе је поентирати, од стране једног борца, максималним бројем конвенционалних погодака (пет или петнаест погодака), у задатом времену (3 минута или 3 пута по 3 минута), а истовремено избећи погодак или барем ако је могуће сачувати више поена од свог противника до истека предвиђеног времена. Поред модерног спортског мачевања, можемо истаћи још и сценско мачевање као и разне националне системе мачевања.

Основне карактеристике спортског мачевања можемо представити у неколико тачака (Roi & Bianchedi, 2008):

- Обликује многе важне моторне вештине (обрасце моторних навика) и различите видове моторних одговора;
- Развија различите енергетске и координационе способности;
- Вежба и јача мишиће, лигаменте и зглобове;
- Има позитван ефекат на нервни и респираторни систем, а такође и на кардиоваскуларни систем;
- Унапређује опште здравље и функционално-адаптивне капацитете организма;
- Унапређује когнитивне способности, као што су опажање, концентрација, брзо аналитичко размишљање, оријентација у простору и времену као и брзина реакције.

У основи гледано мачевалачка борба је судар два система тактике. Успех у „тактичкој борби“ зависи од когнитивних способности, као што су: правовремена и тачна анализа противника (његових јаких и слабих тачака, стила мачевања, омиљених акција и брзине), а затим успешног наметања својих намера противнику, промишљене примене тактике која често варира од борбе до борбе (Berth & Beck, 2006; Vass, 2003). Пре свега осталог, мачевање се првенствено доживљава као брз спорт (Guan et al., 2018). Брзина је веома важна и у мачевању је она дефинисана кроз неколико компонената или нивоа. Те тако имамо:

- Брзину опажања,
- Брзину реаговања,
- Брзину покрета,
- Брзу промену акције, као и

- Брзу промену ритма.

Брзина мачеваоца је много више сложена него брзина тркача или пливача. Прецизније речено, брзина у мачевању је комбинација енергетских и координационих способности. Енергетске способности су повезане са капацитетом за напрезање свих органа, система и организма у целини, а координационе способности су повезане, пре свега, са функционалном сарадњом рецептора, нервног система и моторног система (Chen et al., 2017; Turner et al., 2016).

Поред тога, мачевање развија различите координационе способности, које могу бити подељене у три основне групе:

1. Моторно учење (способност за учењем нових потеза и промене „старих“ образаца моторних навика);
2. Моторна контрола (способност за прецизним вођењем покрета);
3. Моторна прилагодљивост (способност да се изведу и примене различите мачевалачке акције у променљивим приликама, у веома различитим и често непредвиђеним ситуацијама).

У том погледу, мачевање (као и други борилачки спортови и игре) се значајно разликује (једнако у свом садржају, методама тренинга и извођењу) од спортова у којима доминирају затворене моторичке вештине, као што су гимнастика, скокови у воду, итд. (Wang, 2009). Можемо рећи да спортско мачевање развија две врсте координације, целокупну координацију (читаво тело) и фину координацију (шаке и прсти). Понекад захтева тачну координацију, а понекад потпуно независне покрете руку и ногу (Guilhem et al. 2014; Roi & Bianchedi, 2008). Претходно наведено је пре свега резултат потребе да се у зависности од развоја ситуације на писти муњевито реагује у екстремно кратком времену (мачевалац је често у великом „дефициту времена“). Поред координације, мачевање такође захтева, али и развија способност одржања равнотеже током извођења брзих, променљивих, прецизних и понекад веома комплексних покрета (Yiou & Do, 2000). Даље, као посебну врсту моторне адаптације, потребно је истаћи муњевиту реакцију као брзину импровизације, која се током борбе пројектује као покрет или више покрета (заснованих на основним вештинама), које се углавном током вежбања никада не изведу у таквом облику (Borysiuk & Waśkiewicz, 2008). Користећи прсте током руковања оружјем, мачевалац побољшава тактилне осећаје, чиме се до највишег степена повећавају кинестетички осећаји (Borysiuk, 2008).

Важно је истаћи да велика мачевалачка такмичења често трају и по неколико дана, током којих такмичар може имати борбе са прекидима и од по неколико сати (Turner et al., 2014). То је нарочито изражено ако такмичар учествује у више од једне дисциплине (што је у данашње време веома ретко) и подједнако у индивидуалним и екипним борбама. Мачевалачка-специфична издржљивост, представљена је као отпорност на:

- 1) опажајни замор (блиско сагледавање противника, брзина и тачност опажања, висок ниво пажње, брза и одговарајућа реакција),
- 2) когнитивни или психички замор (покушај процене противникове тактике, брза анализа противника и његових покрета; одабир исправне тактике; извођење брзих закључака током и након меча),
- 3) емоционални замор (стање анксиозности, стресне ситуације, жеља за победом, покушаји да се избегне неуспех, задовољство, очајање, нада, мањак самопоуздања, итд.)

Због великог значаја прецизности, свестране и променљиве технике, психолошких фактора (самоконтроле, концентрације, позитивних интристичких мотива, мотива за успехом, одговарајућег нивоа будности) и тактике, мачевање је спорт који мора бити

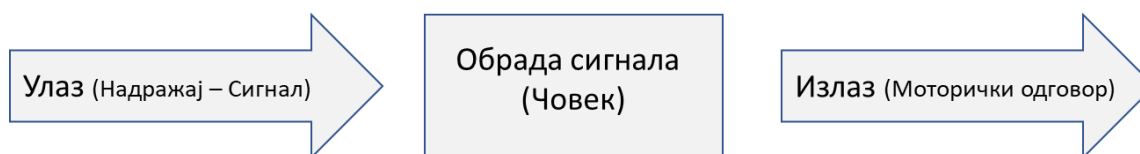
усавршаван од најраније младости па све до зрелог доба (Borysiuk & Cynarski, 2010). Старији такмичари надомешћују известан мањак брзине и издржљивости бољом техником, искуством, много зрелијим тактичким решењима и такође високо развијеним мачевалачко-специфичним моторним одговорима. Развој и усавршавање целокупног комплекса физичких и психолошких навика и способности, као и константно унапређење техничких, техничко-тактичких и тактичких способности, су незаменљиви за мачеваоца.

2.1. Брзина обраде информација

Брзину обраде информација можемо издвојити као један од значајаних чинилаца при решавању специфичних задатака у спорту, и то подједнако током тренинга и такмичења. Из тог разлога се често истиче да управо ова способност има одлучујућу улогу у постизању врхунског спортског резултата. У спортско научној пракси је установљено правило да када желимо да проценимо колико неки спортиста брзо реагује на дати сигнал, то чинимо кроз процену његовог времена реаговања. Брзина обраде информација чини саставни део укупног времена реаговања, које једноставније речено представља време које протекне од тренутка појаве сигнала до почетка свесног одговора (Schmidt & Lee, 2005). Да би боље разумели однос брзине обраде информације и времена реаговања, неопходно је објаснити модел обраде (процесирања) информација.

2.1.1. Модел обраде информација

Модел обраде информација, популарно назван модел „црне кутије“ (Слика 1.), састоји се из три дела (Schmidt & Lee, 2005). Први део представља улазне информације из спољашње средине које се примају уз помоћ једног или више чула (вида, слуха, додира, мириса, укуса). Други део разматра шта се даље догађа са сигналом (надражајем) или шта тај сигнал проузрокује када је унутар система, док је трећи део представљен моторичким одговором на примљен сигнал - надражај. Поједностављено речено, у датом моделу, когнитивне процесе можемо посматрати као тзв. „црну кутију“, где информације из спољашње средине улазе, у њој се обрађују и затим се као излазна форма, испољавају кроз одређену моторичку активност.



Слика 1. Поједностављен модел обраде информација

Приказани модел „црне кутије“ понајвише се односи на посматрање односа између примљених информација из околне средине и одговора на њих, и као такав је традиционално познат као систем у коме се на одређен стимулус изводи адекватан одговор. Сталним развојем когнитивне психологије пажња истраживача је све више усмерена на разумевање процеса који се одвијају унутар „црне кутије“. Приликом посматрања односа сигнал –

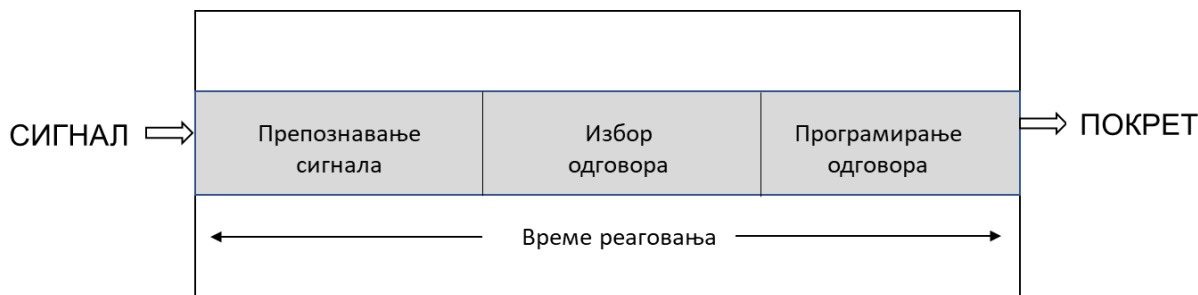
одговор, предност је у томе што су истраживачи у могућности да директно измере дати однос, па самим тим да дођу и до егзактних података. Са друге стране, прецизније разумевање шта се одвија унутар „црне кутије“ отежано је управо немогућношћу директног мерења, па се тако објашњење поменутих процеса углавном задржава у домену апстрактног. Из тог разлога, један од најчешћих приступа за разумевање процеса унутар „црне кутије“ је посматрање времена потребног за обраду информације, то јест временско трајање појединих фаза током обраде информације, које истовремено можемо изразити кроз брзину обраде информација. Такође, брзину обраде информације можемо посматрати кроз пут и време за које сигнал добијен из околне средине пређе од тренутка пријема до своје трансформације у одговор (вољни покрет).

2.1.2. Дондерсов модел

Основни концепт о постојању више фаза током обраде сигнала датира од веома давно и неопходно је ради бољег разумевања осврнути се управо на почетке истраживања времена реаговања. Другом половином 19. века, холандски офтамолог Францискус Дондерс, је на основу својих пионирских истраживања у овој области, први утврдио да је трајање идентификације сигнала и селекције одговора могуће проценити у лабораторијским условима (Donders, 1869). Дондерсове методе и претпоставке су касније разматране у чланку Саул Стернберга из 1969. године (Sternberg, 1969), који је додатно побудио значајан интерес за ову област и самим тим покренуо будућа истраживања. Укратко речено, Дондерсов метод је пре свега заснован на претпоставци да између стимулуса и одговора постоје различите, непреклапајуће фазе обраде информација. Обрада информација која се одиграва током фазе 1 је различита од обраде информација која се одиграва у фази 2, и фаза 2 не може уследити пре него што се фаза 1 заврши. Дондерс је проучавао ову идеју употребом три различите методе за процену времена реаговања, при чему су се све три систематски разликовале. У првом методу, названом а-реакција, субјекту је приказан сигнал који је захтевао један одговор (притисак на дугме десном руком када се појави црвено светло). Овај метод је у новије време познат као задатак простог времена реаговања (енг. „Simple Reaction time“). У другом, сложенијем методу названом ц-реакција, субјекту су приказана два сигнала (црвено и плаво светло). Задатак је био тај да ако се угаси црвено светло десном руком је требало притиснути дугме али ако се угаси плаво светло онда не реаговати. Овај метод је у новије време познат као задатак крени/немој кренути (енгл. „go / no go task“), зато што субјект треба да реагује само на један од два пружена сигнала. У трећем методу названом б-реакција, субјекту је поново приказано више од једног сигнала при чему је тражено да различито реагује у зависности од тога који је сигнал приказан. На пример, црвено светло захтева да се дугме притисне десном руком, а плаво светло захтева да се дугме притисне левом руком. Ова врста задатка је позната као изборно време реаговања (енгл. „Choice Reaction time“). Логика Дондерсовог метода је да три задатка могу бити разврстана на основу броја укључених фаза. Према томе, разлика у времену реаговања између на пример ц-реакције и б-реакције рефлектује време неопходно да се изврши селекција одговора. Па према томе, разлика у времену реаговања између ц-реакције и а-реакције представља време неопходно за идентификацију сигнала.

Без обзира на то што су каснији налази пронашли низ грешака у Дондерсовом методу (Massaro, 1989), основна идеја која упућује да се може утврдити трајање различитих фаза на основу одузимања времена реаговања у различитим условима је свакако изузетна. Ови каснији налази су произвели претпоставку о постојању више фаза током времена реаговања, од којих неке могу бити изведене паралелно, а неке серијално (Sternberg, 1969). Па према томе, свестан одговор, за разлику од рефлекса, остварује се кроз обраду сигнала на нивоу

церебралног кортекса, што захтева укључивање већег броја неурона и покретање сложених неурофизиолошких механизма. Испољавање свесног одговора, који је у случају физичке активности представљен кроз вољни покрет читавог тела или његовог сегмента, одвија се кроз неколико временских фаза које следе једна за другом. Тако се дошло до идентификације три фазе, које се јављају између идентификације сигнала и одговора: 1) фаза препознавања сигнала, 2) фаза избора одговора и 3) фаза програмирања моторичког одговора (слика 2.).



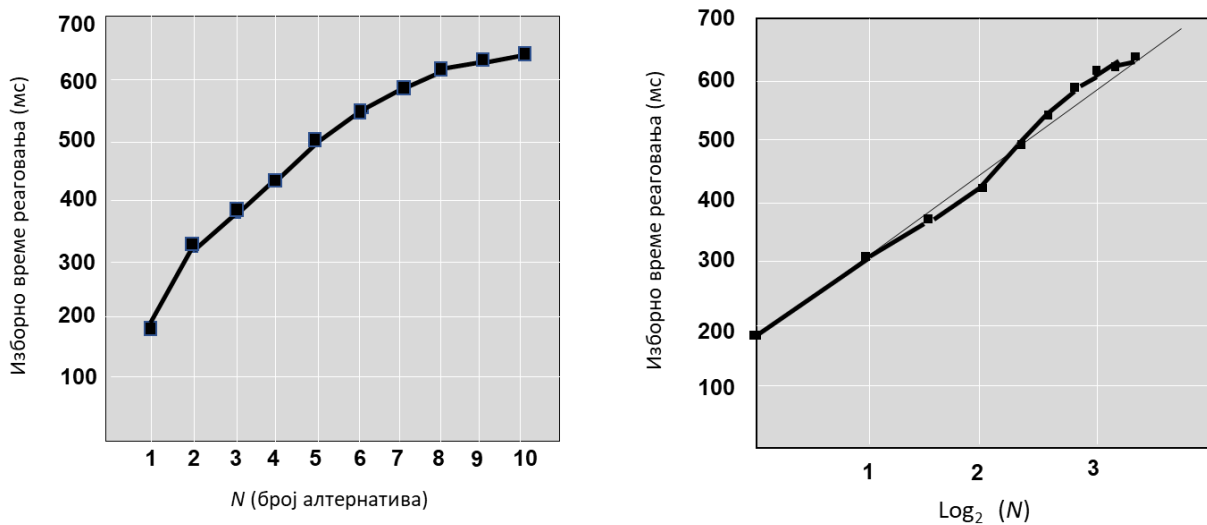
Слика 2. Модел обраде информација

2.1.3. Фаза препознавања сигнала

Фаза препознавања сигнала представља почетни стадијум обраде информација, током које долази до откривања сигнала из спољашње средине и припреме за почетак одговора. Започиње тако што рецептор створи импулс који садржи информацију о сигналу, након чега протекне одређено време да импулс пређе пут од рецептора до церебралног кортекса. У тренутку када импулс стигне у церебрални кортекс, започиње обрада и анализа садржаја импулса који носи информацију о сигналу, где се у помоћ позива меморија. С обзиром да је у реалним условима (за разлику од лабораторијских) сигнал који улази у систем ретко кад једноставан и очигледан, неопходно је активно уључивање меморије. Она помаже пружањем информације о примљеном сигналу, као што је на пример име сигнала или особина са којом је повезан у прошлости, те се на тај начин издваја карактеристична одлика и образац испољеног сигнала. Неки од видова препознавања образаца су генетски дефинисани (на пр. нагон за опстанком), док су други зависни од претходног искуства узрокованог учењем. Овде треба истаћи да поједина својства сигнала, као што су „јасноћа“ или „оштрина“, директно могу утицати на брзину обраде информације (Woodworth & Schlosberg, 1954). Научна пракса је управо из тог разлога дефинисала „јасност“ сигнала као неизбежну варијаблу приликом испитивања времена реаговања. „Јаснији“ сигнал скраћује укупно време реаговања, тако што омогућава бржу обраду информације током фазе идентификације и избора одговора. Осим тога, ту су и фактори који директно или индиректно могу утицати на време реаговања, а везани су непосредно за сигнал. У факторе који директно утичу можемо сврстати: врсту, интензитет, број и сложеност садржаја сигнала. Тако на пример, дошло се до закључка, да су одговори на визуелне сигнале знатно спорији од одговора на звучне или тактилне сигнале (Woodworth и Schlosberg, 1954). Индиректни фактори су везани непосредно за испитаника и могу бити: пол, старост, претходно искуство у сличним или истим ситуацијама, психичка зрелост, потенцијални умор, стрес, болест или повреде (Stuss et al., 1989; Tun & Lachman, 2008). Такође важна је и претходна припремљеност, побуђеност и пажња испитаника (Bagherli et al., 2011; Kovacs & Bories, 2010; Nishisato, 1966).

2.1.4. Фаза избора одговора

Након што је сигнал препознат наступа време за припрему одговора на дати сигнал што је омогућено другом фазом модела обраде информација, фазом избора одговора. Када је реч о овој фази, ваља напоменути да је она свеопште присутна у свакодневним околностима, а нарочито приликом управљања различитим видовима транспорта, затим спортским активностима и друго. Неколико додатних чинилаца може утицати на трајање ове фазе, и свакако један од најважнијих је број могућих алтернатива на релацији стимулус – одговор. Меркелова студија (Merkel, 1885) цитирана у раду „Експериментална психологија“ (Woodworth, 1938), бавила се проучавањем односа између броја могућих алтернатива стимулус - одговор у односу на изборно време реаговања. Резултати студије су показали да се са повећањем броја могућих алтернатива, истовремено продужавало и време реаговања за одговор на сваку од алтернатива (Слика 3.). На приказаном графику слика лево указује да је овај однос криволинијски, што на пример значи да када је број алтернатива повећан са 1 на 2, разлика у времену реаговања је била 129 ms, а када је број алтернатива повећан са 9 на 10, повећање у времену реаговања је било за само 3 ms. Након ове студије, многи други аутори су се бавили овим питањем, али се у основи општи закључак није променио. Међутим, најпознатији налаз и објашњење овог ефекта је донет у отприлике слично време, и то изведен од стране два аутора, Хик-а и Хајман-а (Hick, 1952; Numan, 1953). Однос који су притом поменути аутори открили, између броја алтернатива стимулус – одговор и времена реаговања, постао је познат као Хиков или као Хик – Хајманов закон (Keele, 1986; Proctor & Dutta, 1995).



Слика 3. Изборно време реаговања у функцији броја алтернатива сигнал-одговор и логаритма броја алтернатива сигнал-одговор (Schmidt & Wrisberg, 2004).

2.1.5. Хиков закон

У основи, као додаток на налазе Меркеловог истраживања, Хик и Хајман су установили да се изборно време реаговања повећавало за константни износ (отприлике за 150 ms) сваки пут када је број алтернатива на релацији стимулус – одговор удвостручен. Овај податак је сугерисао да је однос између изборног времена реаговања и логаритамског броја алтернатива линеаран (Слика 3. - десни график). Објашњење је било да је логаритам броја алтернатива мера количине информација које треба да буду обрађене, па према томе више алтернатива захтева дуже време за обрађивање (процесирање). Поред наведеног, пожељно је истаћи значење исечка и нагиба линеарне праве Хиковог закона. Исечак је протумачен као мера иницијалне, минималне „брзине“ перцептивног и моторног система, независне од било ког времена неопходног за доношење одлуке (нпр. време простог реаговања). Следствено томе на ово основно време додаје се додатно време за доношење одлуке. У складу са претходним, нагиб је протумачен као „брзина“ обраде информација током фазе избора одговора, и као јединица мере узет је милисекунд по једном „биту“. На овај начин, исечак и нагиб су представљени као засебна мера за два различита, али истовремено важна фундаментална процеса хумане локомоције.

Поред наведеног, треба поменути још два услова који могу утицати на трајање фазе избора одговора, а то су: природа сигнала и, подударност између сигнала и одговора (Small, 1990). Утицај природе сигнала и фактори који утичу на препознавање сигнала су претходно већ споменути током објашњења фазе препознавања сигнала, а када се говори о подударности између сигнала и одговора ту се поред степена повезаности мисли и на то у коликој мери је одговор на сигнал природно повезан. На пример, ако сигнал долази са десне стране природно је да десна стране тела реагује. Међутим, када сигнал се десне стране иницира одговор леве стране тада се говори о неподударности сигнала и одговора. Истраживање овог феномена први је покренуо Паул Фитс са колегама (Fitts & Seeger, 1953; Fitts & Deininger, 1954) током којег је установљено краће време реаговања и мања грешка у одговору у случају када су образац сигнала и образац одговора били подударни. Овај налаз је био изузетно вредан пре свега као демонстрација значаја подударности сигнала и одговора.

2.1.6. Фаза програмирања моторичког одговора

Након прве две фазе у реакцијском циклусу, када је сигнал који долази из спољашње средине препознат и када је одабран моторички одговор, приступа се програмирању истог. Овај завршни део у реакцијском циклусу често се назива фаза иницирања моторичког одговора, али у овом случају ми ћемо остати при инклузивнијем називу, фаза програмирања моторичког одговора. Током ове фазе врши се организација и припрема моторног апарата за извођење покрета. Као и у претходним фазама, процеси који се одигравају током програмирања одговора су веома сложени и захтевају повлачење одређених делова програма из меморије како би програм био припремљен, а покрети иницирани. За лакше разумевање, програмирање моторичког одговора можемо видети као завршну фазу процеса који омогућава појединцу да комуницира са околном средином, као што идентификацију сигнала видимо као први корак који омогућава спољашњој средини да комуницира са појединцем.

У поређењу са претходне две фазе, информације у вези програмирања одговора су постале доступне тек релативно скоро. Тек 1960 године је постављен концепт програмирања

одговора и то након што су Хенри и Роџер извели експеримент са циљем да се опише природа покрета изведених приликом мерења времена реаговања (Henry & Roger, 1960). Један од главних повода за извођење експеримента била је Хенријева идеја да се моторни програми складиште у меморији. Претпоставка је била да ће се зависно од сложености покрета мењати просто време реаговања. На основу добијених резултата настала је теорија неуро-моторне реакције позната као „бубањ меморија“ (енгл. „Memory Drum“ theory), јер је установљено да се време реаговања повећавало у зависности од повећања сложености изведених покрета. Међутим, тада се јавило питање шта то чини покрет „сложеним“? Као одговор који фактори утичу на повећање сложености покрета предложено је неколико од којих су се издвојила два: 1) повећана потреба за прецизношћу (Fitts & Peterson, 1964) и, 2) дуже трајање покрета (Klapp & Erwin, 1976). Осим тога, установљено је да и сложеност опаженог сигнала може утицати на трајање фазе програмирања. Уколико је сигнал сложенији претпоставља се да време потребно за програмирање одговора може трајати дуже или обрнуто, када је сигнал једноставнији или унапред познат време програмирања може трајати краће. Занимљиво је да без обзира да ли је покрет који треба извести, унапред познат (просто време реаговања) или је непознат пре него уследи одређени сигнал (изборно време реаговања), ефекат сложености покрета на време реаговања ће постојати (Klapp, 1995; Klapp, 1996). У сваком случају, без обзира на варијације у избору методе или вида кретања, ефекат сложености покрета на време реаговања је дефинисан у односу на време неопходно за припрему и иницирање покрета током фазе програмирања моторичког одговора.

2.2. Меморија

Поред објашњења идеје о различитим фазама обраде информације, која долази из спољашње средине, неопходно је поменути концепт складиштења примљених информација познат као меморија. Информација која улази у систем по логици мора да буде сачувана (ускладиштена) за будућу употребу, слично као што се информације складиште у компјутеру. Систем који служи за кодирање, чување и извлачење информација (онда када је то потребно) називамо меморијом. Када претходно обрађена, процесирана информација утиче на актуелну обраду информација, можемо претпоставити да је меморија главни узрочник. Тренутни ниво нашег знања и вештина управо је рефлектован кроз претходно изведену обраду информација. С тога нема сумње да меморија постоји, једино остаје питање како меморија утиче на наше дневне активности и која форма најбоље описује меморију. Утврђено је да меморија може да утиче на наше дневне активности на два одвојена, различита начина (Schmidt & Lee, 2005). У првом случају, када постоји свесна потреба да се претходно искуство употреби за олакшану тренутну обраду информација, то објашњавамо као директан утицај меморије. На пример, када на улици сретнемо нама познату особу и када покушавамо да се сетимо имена те особе, тада имамо директан утицај меморије, јер тада свесно покушавамо да из меморије призовемо име особе. Насупрот томе, у другом случају, када претходно искуство или вештина несвесно олакшава извођење неког кретања или тренутну обраду информација, то објашњавамо као индиректан утицај меморије. Дobar пример је куцање на тастатури или некада на писаћој машини. Приликом куцања, пажња је усмерена на садржај текста, а не на непосредно извођење моторичке радње, јер се вештина куцања несвесно повлачи из меморије. Моторне вештине су углавном под индиректним утицајем меморије. Из претходно наведеног, очигледно је да меморија представља сложен процес складиштења информација, који је даље подељен на три целине: сензорна или ултракратка меморија, краткотрајна меморија и дугорочна меморија.

2.2.1. Сензорна меморија

Када је нека информација приказана систему, сензорна меморија је прихвата без даље обраде, али је зато приликом доспећа нове информације рапидно губи. Задржавање информације у сензорној меморији није дуже од 1 секунде, и углавном траје приближно 250 милисекунди. Углавном, сензорна меморија је у могућности да задржи све пружене информације (неограничен капацитет), али веома кратко, јер их са временом рапидно губи (Sperling, 1960). Садржај сензорне меморије је доступан за даљу обраду од стране краткотрајне меморије а да би се то десило треба неопходно је присуство пажње.

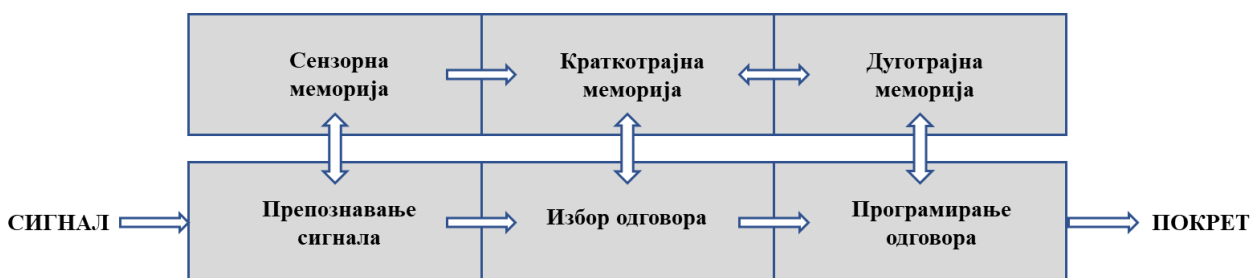
2.2.2. Краткотрајна меморија

Сматра се да је краткотрајна меморија систем за складиштење информација које пристижу било из сензорне или из дуготрајне меморије. Краткотрајна меморија је ограниченог капацитета и релативно кратког трајања. У основи она представља „радни простор“ где се обављају различити процеси као што су доношење одлука, понављање претходних информација, кодирање информација и друго (Atkinson & Shiffrin, 1971). Главна разлика у односу на сензорну меморију је у њеном капацитету. Сензорна меморија има неограничени капацитет док је краткотрајна меморија ограничена на највише до седам независних информација (Miller, 1956). Овај налаз се може разматрати једино у зависности од претходне дефинисаности информације, јер информацију у овом случају можемо посматрати и као групу појединачних информација. На пример када бисмо морали да запамтимо 84 слова, то бисмо најлакше извели ако би слова била спојена у речи, па би тако уместо 84 засебне информације, добили мањи број информација које би било лакше запамтити. Занимљиво је да дати капацитет, усмереним и посвећеним вежбањем, могуће проширити изван иницијалног капацитета. Тако је након 175 дана усмереног вежбања капацитет краткотрајне меморије проширен са 7 на 79 информација (Ericsson et al., 1980).

2.2.3. Радна меморија

Концепт радне меморије представља „радни простор“ који је истовремено саставни део краткотрајне меморије где се изводе различите операције (Atkinson & Shiffrin, 1971). У скорије време краткотрајна меморија је почела све чешће да бива поистовећена са термином „радна меморија“ (Baddeley, 2003). У основи сматра се да је радна меморија део краткотрајне меморије где: а) се примају информације из сензорно-краткотрајне меморије спремне за даље процесирање, б) информације из дуготрајне меморије бивају позване за процесирање и интегрисање са информацијама из сензорне меморије. Са становишта моторног простора, најважнија идеја је да се процесирање информација укључених у избор активности одвија у радној меморији, што сугерише да је радна меморија блиско повезана са раније поменутом фазом избора одговора. Такође, током фазе програмирања моторичког одговора, информације о претходно наученом кретању или кретном задатку, бивају позване из дуготрајне меморије. Коначно претпоставља се да радна меморија истовременим комуницирањем са сензорном меморијом (информације из спољашње средине, на пр. позиција одређених објеката, брзина кретања лопте) и дуготрајном меморијом, представља својеврстан „радни простор“ у коме се ствара „акциони план“ кретања који у обзир узима претходно искуство и тренутне захтеве из спољашње средине (Слика 4.). Тако припремљен

образац кретања из радне меморије даље покреће мишићне контракције и кретну активност уопште.



Слика 4. Интеракција меморије и модела обраде информација

2.2.4. Дуготрајна меморија

Дуготрајна меморија има важну улогу приликом учења и усавршавања моторних вештина. Сматра се да је неопходно да одређена информација (покрет) буде поновљена или увежбавана неко одређено време, и да тада уз помоћ активне обраде информација долази до измештања информација из краткотрајне у дуготрајну меморију. Тиме је омогућено њено дугорочно чување и заштита од заборава (Schmidt & Lee, 2005), што чини дуготрајну меморију важним чиниоцем у пружању способности извођења кретања увежбаваних доста раније. Прецизније речено, увежбавање кретања доприноси развоју боље и снажније дуготрајне меморије, те је зато меморија о увежбаваним кретањима присутна и након много година. Дobar пример је вештина вожње бицикла. Једном научена, присутна је након много година, чак и без, у међувремену, додатног понављања. Трајност и количина ускладиштене информације су два основа који разликују дуготрајну од краткотрајне меморије. Код дуготрајне меморије трајност и капацитет ускладиштене информације је неограничен. У прилог овој тврдњи стоји чињеница да је дуготрајна меморија способна да сачува сва кретања, које је човек некада извео и које ће по потреби поново извести.

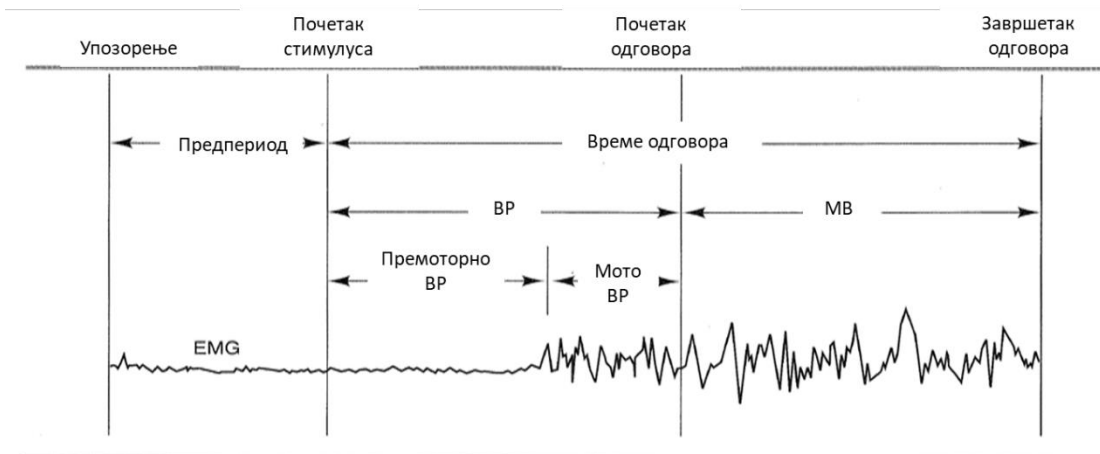
2.3. Брзина обраде информација код мачевалаца

Мачевање, као што је у уводу напоменуто, представља типичну отворену спортску вештину, која обилује просторном и временском ограниченошћу, где брзина обраде информација може играти одлучујућу улогу. Брзина обраде информација представља когнитивни процес који подразумева пут и време за који информација добијена из околне средине пређе до свесног одговора. Свеукупно је представљена кроз низ сложених процеса који су поменути у претходним поглављима, али би у наставку било пожељно поменути најмање три фактора који могу утицати на степен испољавање исте. Тако, на пример, ниво способности препознавања и разликовања сигнала заснован на искуству један је од значајних фактора, који може разликовати успешне такмичаре од мање успешних (Borysiuk & Cynarski, 2010). Код искусних такмичара, пажња је углавном усмерена на снажније сигнале, док се у исто време инхибирају сигнали са слабијим испољавањем (Shiffrar & Freyd,

1990). Такође указано је да искуснији мачеваоци у поређењу са почетницима могу бити и до 50% успешнији у идентификацији сигнала који су пресудни за победу (Lukovich, 1997; Szabo, 1998).

Следећи фактор који може утицати на брзину обраде информација је свакако ниво сложености моторног обрасца, који, као такав, може допринети постојању разлика између искуснијих мачевалаца и почетника. Претпоставља се да сложен моторни задатак захтева више сложених команди ради извођења више покрета, који у исто време морају бити узајамно координисани (Borysiuk & Waśkiewicz, 2008). Важност увежбаности покрета није потребно додатно објашњавати, јер одавно постоји уврежено правило да је за мајсторско владање неком вештином неопходно уложити 10.000 сати тренинга.

Као трећи фактор свакако треба уврстити број могућих алтернатива на релацији сигнал-одговор. У претходном делу текста напоменуто је како и на који начин више алтернатива утиче на време реаговања па самим тим и на брзину обраде информација. Сматра се да су врхунски такмичари способни да скрате време сензорно-моторног одговора, што значи да су у стању да опазе сигнал и донесу одлуку далеко брже од почетника. Узрок томе је константни процес прилагођавања датим околностима током тренинга и такмичења, где је присутна тежња за постизањем веће ефикасности система за обраду информација. Ради бољег разумевања, пожељно је графички приказати све важне догађаје који су присутни током реализације одговора на пружени сигнал (Слика 5.). Сматра се да је брзина обраде информација највећим делом везана за премоторно време реаговања. Након што је одговор изабран и припремљен, потребно је одређено време за пренос импулса од церебралног кортекса до ефектора и, коначно, време потребно за реализацију одговора у ефектору (моторно време реаговања) (Harre et al., 1994, према Drenovcu, 2010).



Слика 5. Важни догађаји укључени у парадигму времена реаговања
(Schmidt & Lee, 2005)

2.4. Проблем мерења брзине обраде информације

С обзиром на немогућност директног мерења брзине обраде информације, научно истраживачка пракса је током времена развила различите методе како пре свега измерити време реаговања. Константни технолошки развој омогућава усвршавање постојећих и изналажења нових метода, али без обзира на то, у досадашњим истраживањима која су третирали мерење времена реаговања примењивана су два основна приступа, мерење простог и мерење изборног времена реаговања. Када је реч о мерењу простог времена реаговања, уобичајен је метод при којем је испитаницима истовремено познат сигнал на који треба да реагују и одговор на њега. Самим тим очекивано је да ће време реаговања испитаника бити краће с обзиром на логичан изостанак друге фазе, фазе избора одговора, јер је одговор унапред познат. Међутим, код изборног реаговања сигнал није унапред познат, па је самим тим очекивано и дуже време реаговања с обзиром да је тада неизоставна фаза избора одговора. Претпоставља се да одређени фактори, као што су искуство и опажајне предиспозиције појединца, могу утицати на све три наведен фазе у толикој мери да се разлика у временском трајању између простог и изборног реаговања смањи, али не у толикој мери да постану једнаке. Према различитим ауторима (Abernethy et al., 1999; Czajkowski, 2001; Haywood & Getchell, 2001), предвиђање неког будућег догађаја може бити на основу опажања или на основу замишљања будуће ситуације и/или циља задате активности. Сам процес предвиђања има два облика: просторни и временски (Schmidt & Wrisberg, 2004). Просторно предвиђање пружа одговор на питање шта ће се и где догодити, док временско предвиђање омогућава одговор када ће се то нешто догодити. На пример у спортским активностима један од важних чинилаца успеха је управо способност да се предвиди кретање противника или путања кретања објекта, како би спортиста био на правом месту и у право време извео одговарајућу технику (Williams et al., 1999; Williams et al., 2002). Бројни истраживачи из области когнитивне психологије испитивали су опажајну стратегију у различитим спортовима, попут тениса, хокеја на леду, бадминтона и фудбала (Abernethy et al., 2002; Shim et al., 2005; Williams et al., 2002). Ове студије су показале да врхунски спортисти поседују способност да благовремено препознају намеру противника на основу сагледавања опажајних информација добијених управо на основу покрета противника. Из тог разлога се током испитивања времена реаговања, примењује варирање пред-периода и употреба „лажних покушаја“, управо са циљем да се предупреди превремено опажање и реаговање и да се испитаници доведу у што реалнију ситуацију за реаговање. Практика је указала на проблем да када је трајање пред-периода константно и при том релативно кратко (2-3с), то за последицу има краће време реаговања, зато што испитаници могу унапред предвидети када ће се сигнал појавити и чак реаговати истовремено са појавом сигнала (Quesada & Schmidt, 1970). Ова врста појаве се дефинише као рано или превремено реаговање, што се применом варирања пред-периода онемогућава. Такође, примена тзв. „лажних покушаја“ (енгл. „catch trials“), тј. покушаја када се сигнал не појављује, додатно онемогућава предвиђање тренутка када ће се сигнал заиста појавити. Тиме су испитаници приморани да реагују искључиво онда када се стварни сигнал појави.

У новије време, због лакоће примене, све је више присутна употреба видео технологије пре свега са циљем да се лабораторијски услови што више приближе реалним. Метод је заснован на мерењу времена реаговања испитаника на сигнал дат приказом видео снимка одређене такмичарске ситуације снимљене у реалним условима (Mudric et al., 2015). Међутим, иако је употреба видео технологије направила очигледан искорак у погледу еколошке валидности, уочени су и одређени недостаци (Abernethy et al., 1993; Bideau et al., 2010; Williams et al., 1994), и то пре свега у ограничениости димензионалног приказа и тачке гледишта испитаника током експеримента. Ови недостаци могу бити уклоњени употребом виртуелне технологије (Loomis et al., 1999), која управо представља најближу алтернативу реалним ситуацијама и која последњих година постаје све више присутна.

Међутим, да би виртуелна технологија нашла широку примену у научно истраживачкој пракси неопходно је да претходно буду испуњена три услова: 1) виртуелна технологија мора бити довољно реална; 2) виртуелна технологија мора бити приступачна, и 3) виртуелна технологија мора имати довољну валидност.

2.5. Инструкција и размена брзине и прецизности

Када је реч о инструкцији, неопходно је истаћи да је вербални облик најчешћи облик инструкције и да је то истовремено један од уобичајених видова пружања почетне оријентације, тј. информације спортистима или почетницима приликом учења нове вештине. Она је обично изведена од стране тренера или наставника и готово је немогуће замислити било коју обуку без инструкције. Сходно томе сматра се да у спорту вербална инструкција представља усмерену информацију и као таква незаменљиви је део сваког тренинга или обуке. Без обзира да ли је главни задатак у тренингу везан за усавршавање физичких способности, технике, тактике или је везан за психолошку припрему спортиста, информацијом се углавном све започиње и завршава (Koprivica, 2013).

2.5.1. Информација

Да бисмо боље разумели однос инструкције и информације, неопходно је напоменути поделу метода информације на: 1) основне и, 2) помоћне. У основне методе информације можемо сврстати : 1) живу реч (вербална инструкција), 2) демонстрацију и 3) посматрање. Жива реч или вербални вид пружања информације је најчешћи облик излагања информације. Она може бити пружена као објашњење (неког кретања, тактике, методе), опис (неког кретања), излагање-говор (анализа такмичења), команда-наредба (како се кретати), приповедање (о неком спортском догађају и сл.) и уопштено може представљати разговор. У помоћне методе могу бити сврстана разна помоћна средства која се користе приликом обуке или усавршавања неког кретног задатка. Тако на пример, звукови при кретању, трагови после кретања, оријентири, техничка средства, гестови и друго, само су нека од могућих помоћних средстава.

С обзиром на велику заступљеност вербалне инструкције у пракси, јавило се интересовање за проучавање ефекта вербално пружене инструкције на испољавање неког кретног задатка. Тиме не чуди да је покушај прецизнијег одређења ефекта инструкције постао предмет интересовања научника из области моторне контроле. Један од првих радова чији је предмет истраживања био ефекат инструкције (Solley, 1952) успешно је потврдио завидан ефекат усмерене инструкције на извођење одређених кретних задатака. Занимљиво је да су у овом раду организоване три групе испитаника које су имале три различите инструкције у односу на то како да изведу предложени кретни задатак. Тако је на пример, прва група испитаника добила инструкцију да пажњу током учења усмери на прецизност извођења покрета. Каснији резултати су показали да је у трансферу и ретенцији, та група, у односу на остале две, имала значајно прецизнији резултат. Исто тако, група која је за разлику од прве добила инструкцију да увежбава брзину извођења датог кретања, касније је у трансферу и ретенцији, значајно брже изводила кретни задатак. На крају, трећа група је добила инструкцију да подједнако увежбава и прецизно и брзо извођење задатка, па је тако током трансфера и ретенције била уједначена у обе способности. Међутим, трећа група је упоредно гледано завршила задатак са слабијим резултатом у односу на претходне две групе. Налаз ове студије је важан из тог разлога јер је потврдио да је позитиван ефекат који

је био приметан током вежбања касније одржан и у трансферу (нарочито за брзо извођење), што је потврдило утицај усмерене инструкције, како на непосредно извођење задатка, тако и на његово учење.

Инструкција може имати и корисну информативну улогу, пре свега у смислу да пружи корисне информације и детаље о неком кретању, као на пример, почетна позиција екстремитета, разни ставови, шта гледати или слушати или шта тачно урадити. Сматра се да је најважније упутити инструкцију на такав начин да јасно представи целокупну идеју или слику кретања, и да се као таква искористи као упутство за први покушај приликом учења. Са становишта моторне контроле, од велике је важности утицај који вербална инструкција може имати на усмерење пажње. У том смислу се додатно наглашава да ли инструкција усмерава пажњу на спољашње или на унутрашње параметре. У последње време неколицина аутора се у својим радовима бавила овом проблематиком (Bell & Hardy, 2009; Porter et al., 2010; Wulf, 2007). Резултати до којих су дошли указали су да усмеравање пажње испитаника на спољашње параметре резултује успешнијим извођењем моторне вештине за разлику од испитаника код којих је пажња усмеравана на унутрашње параметре. Ови налази су потврђени у различитим спортским вештинама, а најчешће у оним које захтевају манипулисање неким предметом, као на пример ударац лоптице у голфу (Bell & Hardy, 2009; Wulf & Su, 2007), сервис у одбојци ка одређеној позицији на терену (Wulf et al., 2002), слободно извођење шута у кошарци (Al-Abood et al., 2002), итд. Поред тога, усмеравање пажње на спољашње параметре показало се да побољшава равнотежу (Wulf et al., 2003), као и мишићну експлозивност код скока у вис (Wulf et al., 2007), скока у даљ (Porter et al., 2011) и агилности (Porter et al., 2010). У неколико студија (Beilock et al., 2002; Gray, 2004; Perkins-Sessato et al., 2003), показало се да су испитаници експертског нивоа, за разлику од испитаника почетног нивоа, били успешнији када је пажња била усмерена на спољашње параметре. На основу ових резултата може се претпоставити да је за повећање успешности код почетника неопходно пажњу усмеравати на унутрашње параметре док је код експерата обрнут случај. Међутим, током серије истраживања аутора Вулф и сарадника (Wulf et al., 2001), испоставило се да су почетници задатке изводили успешније тако што им је пажња била усмерена на спољашње параметре. С обзиром да су се ови резултати показали контрадикторним од резултата претходних студија, препоручено је да треба наставити са истраживањима како би се установио узрок ове супротности. Са тим у вези јавила се идеја да би било корисно испитати ефекат инструкције на извођење спортске вештине нарочито у случају када су групе испитаника подељене у односу на ниво експертизе.

У складу са претходно изложеним може се са сигурношћу тврдити да облик и усмереност инструкције може играти важну, ако не и одлучујућу улогу, приликом учења или усавршавања неке моторне вештине.

2.5.2. Размена брзине и прецизности

Честа појава у свакодневним активностима позната је као размена брзине и прецизности (енгл. „speed-accuracy trade-off“), при чему је познато правило да увек када вршимо било какав нагли покрет истовремено постајемо мање прецизни у остварењу замишљеног циља. Треба истаћи да размена брзине и прецизности постоји у различитим формама и за различите врсте кретних задатака и да је специфична у односу на циљ и природу кретне активности. Она може бити исказана просторно, временски или обоје истовремено. Присуство размене брзине и прецизности у спорту је природна појава с обзиром на константно велики број различитих кретних задатака. Значајност ове појаве варира у зависности од врсте спорта и специфичних кретних активности везаних за поједину спортску грану (спортска правила, захтеви такмичења и сл.). Када је реч о истраживањима

усмерених на размену брзине и прецизности, свакако је најпозантија студија изведена далеке 1954. године од стране Паул Фитса (Fitts, 1954), из које је произишао тзв. Фитсов закон (енгл. „Fitts's law“). Резултати ове студије су потпомогли боље разумевање односа брзине и прецизности, тако што је након тога било могуће, у зависности од раздаљине и величине циљане површине, одредити потребно време за извођење покрета од почетне позиције до финалног циљаног подручја.

2.5.3. Фитсов закон

Паул Фитс је дефинисање закона успео да изведе уз помоћ логаритамске математичке формуле где је утврдио однос између амплитуде покрета, ширине мете и просечног времена потребног за извођење покрета. Поред тога дефинисао је и индекс „сложености“ (енгл. „the index of difficulty“) уз помоћ којег је могуће прецизно одредити сложеност одређене комбинације амплитуде и ширине мете. Тако је по Фитсу, сложеност неког кретног задатка директно зависна од раздаљине коју екстремитет треба да пређе и ширине мете коју треба да погоди. Другачије речено, што је објекат већи и ближи нама, то је мање времена потребно за досезање истог, па је самим тим и могућност за прецизношћу већа. Фитсов закон имплицира обрнути однос између сложености покрета и брзине којом покрет може бити изведен. Повећањем индекса сложености смањује се брзина, тј. продужава се време извођења. Ово се управо може посматрати као размена брзине и прецизности, која је неопходна како би се стопа обраде (процесирања) информација одржала константном. Неопходно је истаћи да је оригинална интерпретација Фитсовог закона у ствари блиско повезана са обрадом информација, што значи да када је извођење покрета „отежано“ (било повећањем амплитуде или смањењем ширине мете), тада више информација мора бити обрађено у циљу генерисања покрета који треба да погоди мету. Услед ограничене количине информација коју мозак може да обради у јединици времена (стопа обраде информација изражена у битима по секунди је лимитирана), човек је принуђен да захтевану амплитуду и ширину мете компензује са дужим временом потребним за покрет, што омогућава довољно времена за комплетну фазу обраде информација. Према Фитсовом објашњењу, константна стопа обраде информација је истовремено лимитираног капацитета, и то у ствари представља главни разлог зашто комплекснији покрет захтева више времена за извођење. У прилог овом стриктном виђењу термина константне стопе обраде информација, човек по свој прилици има контролу над планирањем својих кретања. Он се може кретати веома брзо, што за последицу има смањење прецизности, или се може кретати веома прецизно, што за последицу има спорије кретање. Фитсов закон нарочито добро објашњава главни аспект размене брзине и прецизности, или другачије речено, непосредну способност извођача да контролише процесе на начин да одржава брзину и прецизност у равнотежи. Небројени су примери примене Фитсовог закона у свакодневном животу. Тако можемо споменути познат пример са померањем курсора на монитору. У зависности колико брзо померимо курсор, у намери да кликнемо на жељену иконицу, утолико ће прецизност бити већа или мања. Још један пример из свакодневице можда најбоље илуструје овај однос. Познато је да пре него што ставимо кључ у браву, потребно је да прво успоримо како бисмо били сигурни да ћемо из првог покушаја у томе успети. Оба ова примера директно потврђују чињеницу да је током многих кретних задатака размена брзине и прецизности готово увек присутна. У свакодневним ситуацијама ова размена није од превеликог значаја, осим када је неопходно одреаговати у кратком временском интервалу. У том случају, често се услед повећања брзине наруши прецизност, и то понекад у толикој мери да се у потпуности промаши циљ задатка. Међутим, чест је и случај када се брзина смањује у корист прецизности и то нарочито када се учи нека нова вештина, при чему је неопходно да се покрети изводе полако како би задатак био успешно изведен. У пракси је ипак најчешћи случај када задаци

захтевају подједнако и брзину и прецизност извођења. Један од начина да се такав задатак успешно изведе је тај да се покрет изведе колико год може брзо, а да се притом не наруши прецизност. Уколико је задатак савладан до те мере да је сваки покушај изведен прецизно, даље напредовање може бити остварено једино уз повећање брзине. Зато је у пракси један од главних показатеља за ниво савладаности задатка или неке вештине управо број успешних покушаја изведен максималном могућом брзином, што у ствари значи да и није важно колико је, на пример, брзо изведен шут лопте у фудбалу или бод у мачевању, ако је он изведен непрецизно тј. гол или важећи део тела промашен (Fairbrother, 2010).

2.6. Досадашња истраживања времена реаговања код мачевалаца

Као што је у претходним поглављима истакнуто, време реаговања је од великог значаја у спорту, а нарочито у борилачким вештинама. Спортисти ове групе спортова су често изложени различитим опажајним надражајима па се правовремено реаговање на кретање противника може сматрати кључним за успех. Из тог разлога не чуди интересовање научника да се разуме и објасни значај времена реаговања у мачевању, вештини која по својим карактеристикама представља идеалан предмет ове врсте истраживања. Када је реч о испитивању разлика у простом и изборном времену реаговања између мачевалаца различитог експертског нивоа, прегледом доступне литературе уочена је извесна неконзистентност у резултатима. Тако на пример у студији заснованој на узорку од три такмичара националног нивоа и три почетника (Williams & Walmsley, 2000), дошло се до закључка да не постоји разлика у времену простог и изборног реаговања између ове две групе. Хипотеза да ће повећање броја избора одговора узроковати повећање времена реаговања није се потврдила, при чему свакако треба узети у обзир ипак веома мали број испитаника. Са друге стране, у студији изведеној на узорку од 30 такмичара подељених у две групе (на врхунске и просечне), није утврђена статистички значајна разлика у погледу времена реаговања у ситуацији са две и четири непознате (Gutierrez-Davila et al., 2013). Занимљиво је да су аутори дошли до закључка, да оно што издваја врхунске такмичаре од просечних, у ствари је боља координација покрета, која следствено доводи до разлике у убрзању у корист врхунских, па самим тим и до краћег времена за погодак. Треба навести и то да је код обе групе при повећаном броју непознатих утврђено продужено време реаговања. У нешто ранијем раду (Delignières et al., 1994), аутори су желели да утврде утицај замора на изборно време реаговања у ситуацији са две и четири непознате. Узорак је сачињен од 40 испитаника, подељених у две једнаке групе, на мачеваоце експерте и на рекреативне спортисте. Ниво замора је контролисан уз помоћ различитог нивоа оптерећења (20, 40, 60, 80%) на бицикл ергометру и то у односу на максималну аеробну моћ. Анализом резултата установљено је да је код обе групе испитаника у обе изборне ситуације са повећањем оптерећења дошло до продужења времена реаговања, с тим што је то повећање код спортиста рекреативаца било значајно израженије. У сличној студији (Mouelhi et al., 2006) је као и код претходно поменутог рада циљ био да се утврди утицај замора на просто и изборно време реаговања. Међутим узорак испитаника је био нешто мањи у поређењу са претходним радом и сачињен је од 12 професионалних мачевалаца и 12 особа седентарног типа. Нису утврђене разлике у времену простог и изборног реаговања када су испитаници били одморни, али су се разлике појавиле на нивоу оптерећења од 40%, 60% и 80% од максималне аеробне моћи и то у корист професионалних мачевалаца. Оно што је важно истаћи је да у је претходним радовима приликом мерења времена реаговања стимулус за почетак покрета увек био пружен у виду светлосног сигнала. То можемо посматрати као недостатак с обзиром на одсуство еколошке валидности употребом овакве врсте сигнала.

2.7. Досадашња истраживања утицаја инструкције на брзину и прецизност

Претходна истраживања су утврдила различите видове размене (енгл. „Trade-off“) између брзине и прецизности при различитим врстама покрета базираних на различитим теоретским принципима (Fitts, 1954; Plamondon & Alimi, 1997; Schmidt et al., 1978; Schmidt et al., 1979). На пример Фитсов закон, математички формулисан кроз логаритамску функцију, је указао на међусобну зависност брзине и прецизности, објашњавајући тај однос на принципу ограничености капацитета обраде информација. Шмит и аутори (Schmidt et al., 1978; Schmidt et al., 1979) су утврдили постојање „trade-off“-а између величине и варијабилности испољене мишићне силе, како у статичким, тако и у динамичким условима. Међутим, одмах на почетку је потребно нагласити, да је у ствари, већина ових студија извођена са једноставним или цикличним задацима, па се поставило питање да ли је приступ одговарајући када су у питању рецимо брзи дискретни покрети, који су чести у различитим спортским активностима. Сходно томе, аутори Ван ден Тилар и Етема, (van den Tillaar & Ettema, 2003), су у свом раду испитивали однос између брзине и прецизности приликом бацања (шут-а) лопте у рукомету. Том приликом дошли су до сазнања да се брзина бацања смањује када је усмереност пажње испитаника била ка прецизности. Са друге стране, а супротно очекивањима, прецизност се није побољшала када је пажња испитаника била усмерена на прецизност, што у начелу одступа од Фитсовог закона. Исти аутори су у свом следећем раду (van den Tillaar & Ettema, 2006) сугерисали да је карактеристичност задатка узроковала недостатак присуства размене брзине и прецизности код бацање лопте у рукомету. Све наведене студије су употребљавале инструкције које наглашавају брзину, прецизност или обоје при различитим кретним задацима (Etnyre, 1998; Indermill & Husak, 1984; van den Tillaar & Ettema, 2003, 2006). Претпоставља се да узроке недоследности у добијеним резултатима можемо пронаћи како у различитим димензијама мете, тако и у растојању и врсти изведених покрета. На пример Етнуре (Etnyre, 1998) је у свом раду користио бацање пикадо стрелице, где је свакако прецизност доминантна способност, за разлику од рукомета где за постизање погодка, поред прецизности, велики значај има брзина извођења покрета. Са друге стране су, Андерсен и Дорг (Andersen & Dorge, 2011) и Лес и Нолан (Lees & Nolan, 2002), испитивали однос брзине и прецизности приликом шута фудбалске лопте, при чему су утврдили да је брзина лопте опала за 75% односно 85%, и то када је инструкција била усмерена на прецизност. Треба истаћи да прегледом доступне литературе није пронађен нити један рад који је за испитанике имао мачеваоце, што је занимљиво с обзиром на карактеристике мачевања као спорта и значајне заступљености моторичких способности, као што су прецизност и брзина. Такође, код мачевања је основни задатак прецизно руковање реквизитом (мач, флорет, сабља), где је за разлику од других спортских вештина (рукомет, пикадо, фудбал) координацијски захтев скакако другачији. У том смислу резултати ове студије могу имати одређен значај у погледу даљег расветљавања проблема утицаја инструкције на однос брзине и прецизности при руковању неким реквизитом.

3. ПРОБЛЕМ, ПРЕДМЕТ, ЦИЉЕВИ И ЗАДАЦИ ИСТРАЖИВАЊА

Проблем истраживања је фундаменталног карактера и односи се на испитивање утицаја спортске специјализације на време реаговања и утицај инструкције на ефикасност напада у специфичним спортским ситуацијама.

Предмет истраживања се односи на брзину обраде информација код мачевалаца различитог нивоа обучености и утицај инструкције на ефикасност њиховог напада, мерене коришћењем савремене видео технологије.

Циљеви истраживања:

- 1) Испитати утицај спортске специјализације на брзину простог и изборног времена реаговања код мачевалаца различитог нивоа обучености;
- 2) Испитати утицај спортске специјализације на брзину обраде информација код мачевалаца различитог нивоа обучености;
- 3) Испитати утицај инструкције на ефикасност напада и размену брзине и прецизности код мачевалаца различитог нивоа обучености.

Задаци истраживања:

- 1) Формирати групе испитаника;
- 2) Извршити мерење брзине неуромишићне реакције у условима простог и изборног реаговања коришћењем савремене видео технологије;
- 3) Извршити мерење ефикасности напада при различитим инструкцијама;
- 4) Извршити статистичку анализу резултата мерења у односу на различите групе испитаника и на различите услове мерења;
- 5) Приказ и интерпретација најважнијих налаза истраживања.

4. ХИПОТЕЗЕ ИСТРАЖИВАЊА

У складу са првим дефинисаним циљем, постављају се следеће три хипотезе:

H₁₋₁ – Просто време реаговања ће бити краће у односу на изборно време реаговања код мачевалаца различитог нивоа обучености испољено у различитим специфичним ситуацијама блиским мачевалачкој борби;

H₁₋₂ – Изборно време реаговања при условима са две алтернативе ће бити краће у односу на изборно време реаговања при условима са четири алтернативе код мачевалаца различитог нивоа обучености испољено у различитим специфичним ситуацијама блиским мачевалачкој борби;

H₁₋₃ – У различитим специфичним ситуацијама блиским мачевалачкој борби, искусни мачеваоци такмичарског нивоа ће имати краће време простог и изборног реаговања у односу на мачеваоце почетног нивоа обучености;

У складу са другим дефинисаним циљем, поставља се следећа хипотеза:

H₂₋₁ – У различитим специфичним ситуацијама блиским мачевалачкој борби, искусни мачеваоци такмичарског нивоа ће у односу на мачеваоце почетног нивоа обучености имати мањи угао нагиба линије тренда чиме се директно процењује брзина обраде информација;

У складу са трећим дефинисаним циљем, постављају се следеће три хипотезе:

H₃₋₁ – Ефикасност напада код искусних мачевалаца такмичарског нивоа ће бити највећа у условима када је саопштена инструкција пажњу усмеравала на брзо реаговање;

H₃₋₂ – Ефикасност напада код мачевалаца почетног нивоа обучености ће бити највећа у условима када је саопштена инструкција пажњу усмеравала на прецизан бод;

H₃₋₃ - Инструкције усмерене на брзину и прецизност ће код обе групе испитаника имати значајан утицај на размену брзине и прецизности, и то на начин да ће инструкција за брзину проузроковати лошију прецизност, док ће инструкција за прецизност довести до мање брзине покрета.

5. МЕТОДОЛОГИЈА ИСТРАЖИВАЊА

Према временском трајању ово истраживање припада групи трансверзалних истраживања. У односу на степен контроле спада у лабораторијска истраживања, јер су информације о неуромишићним способностима прикупљене у лабораторијским условима. С обзиром на постављена два предмета и три циља, истраживање је спроведено кроз два засебна експеримента.

Експеримент 1 је био усмерен на испитивање утицаја спортске специјализације на брзину простог и изборног времена реаговања код мачевалаца различитог нивоа обучености, као и на испитивање утицаја спортске специјализације на брзину обраде информација код мачевалаца различитог нивоа обучености испољено у специфичним ситуацијама блиским мачевалачкој борби.

Експеримент 2 је био усмерен на испитивање утицаја инструкције на ефикасност напада у специфичној ситуацији блиској мачевалачкој борби код мачевалаца различитог нивоа обучености, као и на испитивање утицаја инструкције на феномен размене брзине и прецизности.

5.1. Узорак испитаника

У односу на циљеве и задатке истраживања, формиране су две, по броју, једнаке групе испитаника. Прву групу испитаника су чинили искусни такмичари у мачевању, репрезентативци Србије у дисциплини мач са више од 10 година искуства ($N=10$, 6 мушког пола, старости: 21.4 ± 2.9). Друга група је сачињена од 10 студената Факултета спорта и физичког васпитања ($N=10$, 7 мушког пола, старости: 22.5 ± 1.4), која је представљала групу почетника. Физичка активност групе студената (почетника) је заснована на уобичајеном распореду студија, које су укључивале минимум 6 до 8 часова физичких активности недељно, спроведених у режиму умереног и високог интензитета. С обзиром да се ни један испитаник из групе почетника претходно није бавио мачевањем, неопходно је било пре експеримента спровести одговарајућу обуку. У том смислу је спроведена основна обука мачевања, у трајању од две недеље са по два двочаса недељно, где је сваки двочас трајао приближно 90 минута. Током те две недеље испитаници су увежбавали основне мачевалачке технике, као што су основне технике напада (бод и испад) и технике одбране (параде „кварт“ и „октав“). На последњем часу испитаници су упознати са протоколом теста. Треба напоменути да је само по један испитаник из обе групе био леворук, због чега је код тих испитаника током експеримента примењен леви мачевалачки став (гард), док је код осталих, десноруких испитаника, примењен десни мачевалачки став (гард). Сви испитаници су били нормалног или кориговано до нормалног вида, са способношћу за нормално распознавање боја. Током експеримента, ни један од испитаника није пријавио било какве тешкоће приликом употребе видео методе за приказ стимулуса (видети детаље даље у тексту). Сви испитаници су били у обавези да дају писмену сагласност за учествовање у експерименту, а протоколи тестирања су усклађени са етичким стандардима Хелсиншке декларације. Све експерименталне протоколе тестирања одборио је Етички комитет Факултета спорта и физичког васпитања Универзитета у Београду (Прилог 1.).

5.2.Узорак варијабли

Варијабле истраживања времена реаговања, Експеримент 1:

- 1) Зависна варијабла: Време реаговања;
- 2) Независна варијабла: Број могућих алтернативних одговора (1, 2 и 4);
- 3) Категоријска варијабла: Ниво обучености испитаника.

Варијабле истраживања утицаја инструкције на ефикасност напада, Експеримент 2:

- 1) Зависна варијабла: Индекс ефикасности;
- 2) Независна варијабла: Инструкција;
- 3) Категоријска варијабла: Ниво обучености испитаника.

5.3.Инструменти

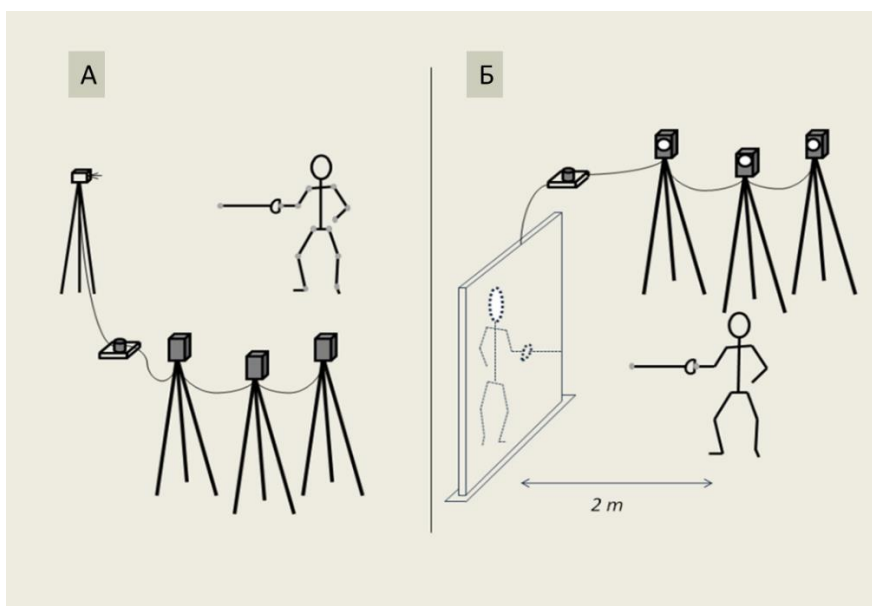
- 1) Видео камера са спољашњим тригерованем (Basler VIP2, Ahrensburg, Germany), фреквенција снимања 60 Hz;
- 2) Систем од 3 инфрацрвене камере (Qualisys AB, Gothenburg, Sweden), фреквенција снимања 200 Hz;
- 3) Пројектор и пројекционо платно.

5.4. Протокол тестирања

У складу са предложеним циљевима студије било је неопходно извести одговарајућу припрему комплетне експерименталне процедуре, која је изведена у два корака. У првом, „А“ кораку, забележени су снимци модела за четири типичне мачевалачке акције (стимулус), и при том прикупљени одговарајући кинематички подаци, који су омогућили одређивање почетка иницијалног покрета стимулуса, тј. модела. У другом, „Б“ кораку, изведено је снимање времена реаговања одговарајућих нападачких и одбрамбених одговора испитаника (Експеримент 1), а затим, у фази два, извршено је снимање параметара за касније израчунавање ефикасности напада испитаника (Експеримент 2), (Слика 6.).

У Експерименту 1, кључно је било израчунати време реаговања, што није било превише комплексно с обзиром да је временски интервал између почетка стимулуса и почетка адекватног одговора испитаника представљао време реаговања.

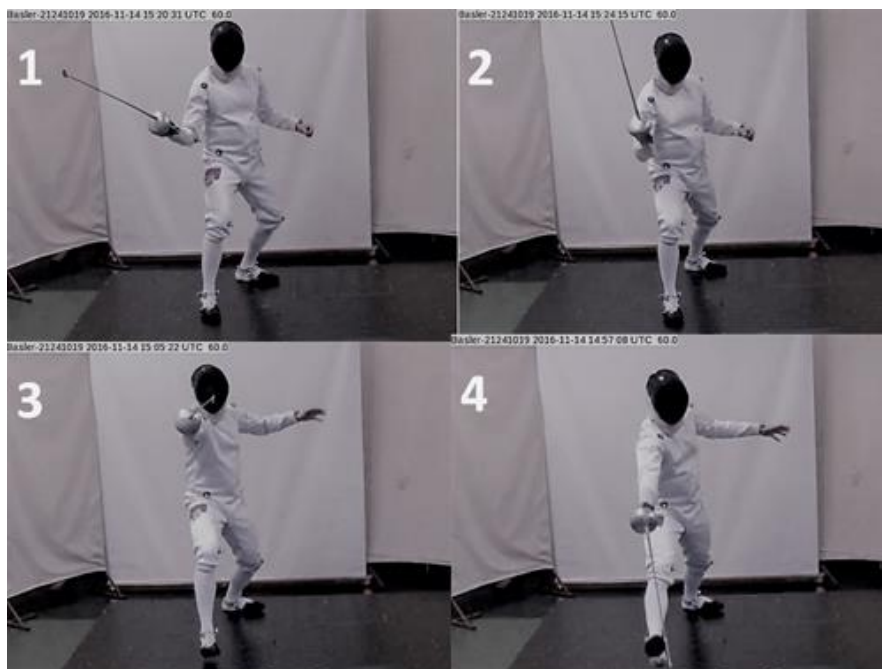
Са друге стране, у Експерименту 2, за израчунавање ефикасности напада неопходно је било снимити време реаговања, брзину напада и прецизност бода. Тако је време реаговања, идентично као и у Експерименту 1, одређено на основу временског интервала између почетка стимулуса и почетка адекватног одговора испитаника. Брзина извођења напада је прво забележена, а касније и израчуната уз помоћ ретро-рефлективног сферичног маркера постављеног на зглоб ручја шаке наоружане руке, док је прецизност изведеног напада такође забележена уз помоћ ретро-рефлективног маркера постављеног на врх мача. Важно је напоменути да је за потребе израчунавања прецизности, за сваког испитаника пре почетка тестирања забележен завршни положај врха мача, који је касније послужио као референтна тачка за израчунавање просторне грешке (детално о томе у наставку). Оба експеримента су изведена уз помоћ тригерованих видео стимулуса који су били главни „окидач“ за сваку од акција коју су испитаници извели.



Слика 6. Шематски приказ како су забележени снимци модела за четири типичне мачевалачке акције (А), и како је изведено снимање времена реаговања одговарајућих нападачких и одбрамбених одговора испитаника (Б)

5.5. Снимање четири акције модела (стимулус)

Снимање офанзивних и дефанзивних акција изведено је уз помоћ камере са високом резолуцијом (Basler VIP2, Ahrensburg, Germany), са фреквенцијом од 60 Hz и са могућношћу спољашњег тригерања. Све снимљене технике су изведене од стране врхунског такмичара, члана српског националног тима са међународним такмичарским искуством. Положај камере је био такав да својом позицијом (2m од мачеваоца) успешно симулира реалну удаљеност између два такмичара у спортској борби (Mudric et al., 2015). Мачевалац (у даљем тексту модел) је стајао у десном борбеном ставу у односу на камеру и по свом избору је извео, појединачно сваку за себе, четири типичне мачевалачке технике. Снимање мачевалачких техника изведено је упоредо са снимањем три инфрацрвене камере (Qualisys AB, Geteborg, Sweden), фреквенцијом од 200 Hz. Две кретне технике као што су, „покрет предњом руком ка споља“ и „полукорак напред са предњом руком повученом назад“, употребљене су као стимулус за нападачки одговор испитаника (за прву технику одговор је напад горе, а за другу технику напад доле). За разлику од прве две кретне технике, технике „испад у горњој линији“ и „испад у доњој линији“, употребљене су као стимулус за одбрамбени одговор испитаника (одговор испитаника је био одбрана горе и одбрана доле) (Слика 7.). Пети снимак је снимљен без покрета модела и током експеримента је искоришћен као „лажни снимак“, тзв. „catch trial“. Током снимања, на моделу је било постављено укупно тринаест ретро-рефлективних сферичних маркера, који су истовремено праћени са три инфрацрвене камере. Дванаест маркера је постављено на одговарајуће референтне тачке представљене кроз центре зглобова свих екстремитета (зглоб ручја, лакта, рамена, кука, колена и скочни зглоб), а последњи, тринаести маркер, постављен је на врх мача. Накнадна тродимензионална кинематичка анализа покрета је изведена са циљем одређивања почетка стимулуса. Сва снимања су изведена у мирним лабораторијским условима, Методичко-истраживачке лабораторије „Слободан Јарић“ на Факултету спорта и физичког васпитања Универзитета у Београду.



Слика 7. Четири мачевалачке кретње као стимулус за: 1) напад горе, 2) напад доле, 3) одбрана горе, и 4) одбрана доле.

5.6. Снимање нападачких и одбрамбених одговора испитаника

Током експеримента, испитаници су стајали у одговарајућем мачевалачком ставу (гарду) на 2m удаљености од пројекционог платна (димензија 2x3m), на ком су приказивани снимци технике модела у природној величини (Mudric et al., 2015). Том приликом праћена су два маркера, један постављен на зглоб ручја предње шаке испитаника, а други маркер постављен на врх мача. Снимање тродимензионалних покрета је било могуће уз помоћ претходно наведене три инфрацрвене камере, које су биле постављене на начин да омогуће накнадну кинематичку анализу почетка одговора испитаника. Као што је раније наведено, инфрацрвене камере су уз помоћ спољашњег тригерованја биле повезане са видео пројекцијом модела.

У оквиру Експеримента 1, мерило се време реаговања за сваку од техника (напад горе и доле, одбрана горе и доле), у три различита експериментална услова. За први експериментални услов, време простог реаговања (Просто-ВР), унапред је била позната, како техника (стимулус), тако и адекватан одговор испитаника. Тако на пример: 1) Напад горе: стимулус - „покрет предњом руком ка споља“, одговор - „испад у горњој линији“, 2) Напад доле: стимулус - „полукорак напред са предњом руком повученом назад“, одговор - „испад у доњој линији“, 3) Одбрана горе: стимулус - „испад у горњој линији“, одговор - „кварт“ парада, 4) Одбрана доле: стимулус - „испад у доњој линији“, одговор - „октав“ парада. У оквиру другог експерименталног услова, изборно време реаговања са две алтернативе (Изборно-ВР2), рандомизовано су приказане две од четири могуће технике (стимулус), а за испитаника непознатог редоследа. На пример, испитаник је могао да очекује да ће бити приказан или напад горе или напад доле те је тиме морао бити приправан да реагује једним од два могућа одговора („кварт“ или „октав“ парада). У оквиру трећег експерименталног услова, изборно време реаговања са четири алтернативе (Изборно-ВР4) биле су могуће све четири технике (стимулус) које су приказиване рандомизовано. На пример, испитаник је могао да очекује било коју од четири могуће технике модела, две за напад и две за одбрану, па је самим тим морао био приправан да од могућа четири реагује само једним одговарајућим одговором.

Протокол тестирања је био такав да је тест увек започињао са стандардних 10 минута општег загревања испитаника (5 минута умереног интензитета на бицикл ергометру и 5 минута динамичког растезања по избору испитаника). Након тога, испитаницима је пружена могућност демонстрације свих експерименталних услова, и могућност пробних покушаја (најмање 2, а највише 4). Када су испитаници завршили са упознавањем свих експерименталних услова, приступило се непосредном извођењу теста. Сваки од испитаника је извео по 3 покушаја, рандомизовано за сваку од ситуација у три различита експериментална услова, што је у збиру представљало укупно 36 покушаја.

Током тестирања, пре сваког покушаја, поред објашњења који од експерименталних услова ће бити примењен, испитаницима су даване следеће инструкције:

- 1) у ком тренутку да заузму одговарајући почетни положај (борбени став);
- 2) објашњење који их задатак очекује;
- 3) командом „СКОНЦЕНТРИШИ СЕ“ – „СПРЕМАН“ – да се у потпуности умире и концентришу на задатак; и
- 4) командом „КРЕЋЕ“ – су упозоравани да је снимак пуштен, како би били у приправности за максимално могуће брзо и тачно реаговање.

У циљу спречавања да испитаник предвиди почетак стимулуса, било је потребно варирати предпериод у интервалу од 1 до 5 секунди. Такође, „лажни“ покушаји су били заступљени у мери од 20% у односу на укупан број покушаја и насумично су били

распоређени. Након сваког успешно изведеног покушаја, испитаници су имали паузу у интервалу од 20 до 30 секунди. Пре почетка тестирања, испитаницима је било напоменуто да у сваком тренутку током теста могу да затраже одмор, било услед осећаја замора или пада концентрације. Уколико је испитаник током покушаја одреаговао неадекватним одговором, тај покушај је касније у оквиру теста био поновљен. Сви испитаници су успешно тестирани према задатим протоколима, у идентичним условима, са истим мериоцима, и у исто доба дана (10-14h).

5.7. Снимање ефикасности напада при различитим инструкцијама

Поставка за прикупљање података другог експеримента је у основном делу била иста као и поставка првог експеримента. Испитаници су такође стајали у борбеном ставу на 2m удаљености од пројекционог платна (димензија 2x3m), на ком су се приказивали снимци модела у природној величини (Mudric et al., 2015). Као и у првом експерименту и овде су праћена два ретро-рефлективна маркера, један постављен на зглоб ручја предње шаке испитаника, а други постављен на врху мача. Задатак у овом експерименту је био да се прате три варијабле: 1) време реаговања; 2) брзина извођења напада; и 3) прецизност бода. С обзиром на то да се овог пута мерила прецизност, пре почетка тестирања неопходно је било поставити параметре за израчунавање одступања врха мача од циљане мете. У намери да се не наруши основни услов еколошке валидности, на пројекционо платно се није постављала додатна мета, већ је сваки испитаник засебно бирао циљану тачку на приказаном моделу. Сходно томе, пре почетка мерења је сваки од испитаника изводио по један мачевалачки испад са циљем да погоди по свом избору претходно замишљену тачку на грудима („напад у горњој линији“) и на предњој нози пројектованог модела („напад у доњој линији“). Том приликом, испитаници су се у испаду задржавали неколико секунди како би уз помоћ три инфрацрвене камере било могуће забележити завршни положај ретро-рефлективног маркера (постављеног на врх мача) у фронталној и трансферзалној равни (Y, Z оса). Тај завршни положај врха мача је представљао референтну тачку у односу на коју су касније израчуната сва просторна одступања.

Даље, за процену утицаја инструкције на ефикасност напада, у оквиру једног експерименталног услова (просто време реаговања), извођене су две нападачке технике, „испад у горњој линији“ и „испад у доњој линији“, при чему је унапред био познат „стимулус“, као и адекватан одговор испитаника. За сваку од две планиране технике, биле су примењене три различите инструкције. Тачније, инструкција „БУДИ ПРЕЦИЗАН“ требало је да пажњу испитаника усмери ка постизању веће прецизности, инструкција „БРЗО ИЗВЕДИ НАПАД“ требало је пажњу испитаника да усмери ка већој брзини покрета, док је инструкција „РЕАГУЈ БРЗО“ требало пажњу испитаника да усмери ка што краћем времену реаговања. Сваки испитаник је за сваку инструкцију и за сваку технику напада посебно извео по 5 покушаја што је у коначном збиру износило укупно 30 покушаја. Сам протокол теста за други експеримент је био истоветан као и за први, што је претходно изложено у поглављу 5.6, укључујући варирање предпериода и употребу „лажних покушаја“.

5.8. Прикупљање и обрада података

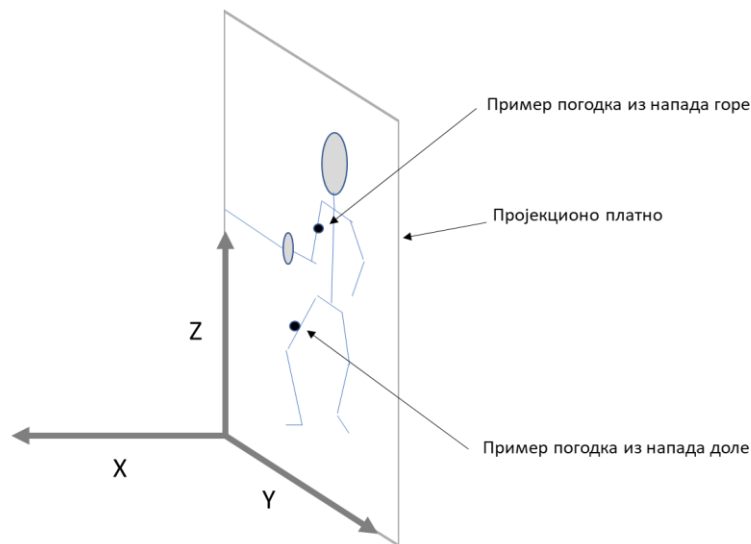
За Експеримент 1 и Експеримент 2, подаци прикупљени уз помоћ три инфрацрвене камере за тродимензионалну кинематичку анализу, узорковани су по стопи од 200 Hz и затим филтрирани употребом „Batervortovog“ филтера са граничном фреквенцијом од 10 Hz. За ову прилику посебно израђен софтвер (National Instruments LabVIEW 2012 - Student Edition, Austin, TKS, USA) употребљен је за израчунавање почетака оба покрета, а на основу претпоставке да ће адекватан одговор уследити као реакција на померај било ког дела тела од стране модела. Са тим у вези, када је било који од маркера, постављених на моделу, достигао 5% од максималне брзине (мерено у све три равни), тај тренутак је изабран за почетак покрета. Тако на пример, маркер постављен на зглобу колена модела први је достигао границу од 5% током оба напада („испад у горњој линији и испад у доњој линији“), док је маркер постављен на зглобу ручја наоружане руке био први који је достигао 5% од максималне брзине током кретних техника „покрет предњом руком ка споља“ и „полукорак напред са предњом руком повученом назад“. Што се тиче испитаника, у зависности од експеримента и задатих услова, подаци су прикупљени на следећи начин:

За Експеримент 1, када је било који од два маркера (маркер на зглобу ручја и на врху мача) постављен на испитанику достигао 5% од максималне брзине, тај тренутак је изабран за почетак одговора. Разлика у протеклом времену од првог покрета модела и одговора испитаника је узета као мера за време реаговања. Касније је за израчунавање нагиба заснованих на времену реаговања и броју алтернатива стимулус-одговор (просто време реаговања, време реаговања са две алтернативе и време реаговања са четири алтернативе) употребљена линерна регресија.

За Експеримент 2, подаци за време реаговања су прикупљени готово истоветно као и код Експеримента 1, али је поред тога у овом експерименту додатно требало проценити брзину и прецизност изведеног напада.

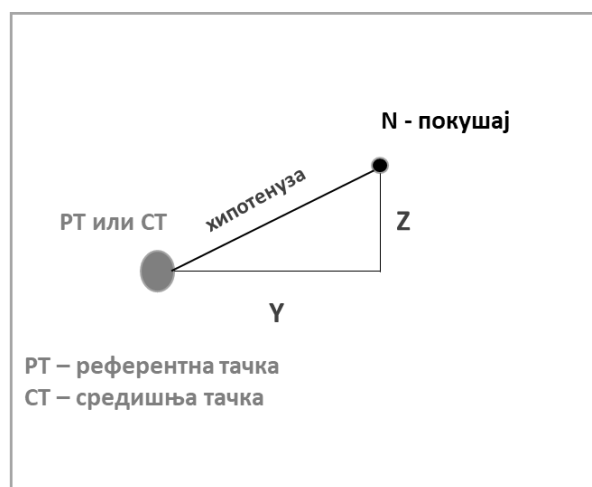
Процена брзине је изведена у сагиталној равни (X оса), израчунавањем пређеног пута ретро-рефлективног маркера постављеног на зглоб ручја наоружане руке у јединици времена. За почетак и крај покрета (пређен пут) изабран је тренутак када је маркер достигао 5% од максималне брзине, са обе стране криве (узлазно-почетак покрета, силазно-завршетак покрета).

Процена прецизности је изведена израчунавањем апсолутне грешке за проверу тачности бода и израчунавањем варијабилне грешке за проверу конзистентности бода. Апсолутна грешка је добијена на основу одступања бода (позиције врха мача) при сваком покушају у односу на две референтне тачке (РТ) постављене пре почетка мерених покушаја, посебно за напад горе и посебно за напад доле. Варијабилна грешка је пак добијена на основу одступања бода при сваком покушају у односу на средишњу тачку (СТ) добијену усредњавањем свих вредности координата по Y и Z оси за свих 30 покушаја, а затим је израчунато одступање сваког покушаја од те средишње тачке, посебно за напад горе и посебно за напад доле. Непосредно израчунавање позиције врха мача је изведено уз помоћ посебно израђеног софтвера (National Instruments LabVIEW 2012 - Student Edition, Austin, TKS, USA) и то на начин да када је врх мача (маркер) достигао 5% од максималне брзине у сагиталној равни (X оса), та позиција врха мача прихваћена је као завршна, и том приликом забележене су координате у две осе (Y и Z оса) које су одредиле позицију бода у односу на фронталну и трансверзалну раван (Слика 8.).



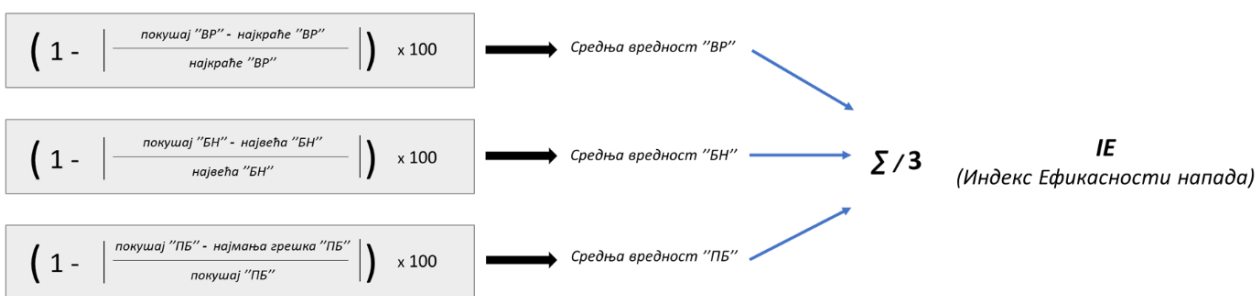
Слика 8. Пример погодка за напад горе и доле и позиција тачке на пројекционом платну

Као што је претходно наведено, за израчунавање апсолутне грешке неопходно је било за сваки покушај израчунати одступање од референтне тачке. Одступање је израчунато уз помоћ Питагорине теореме, где су катете „замишљеног“ троугла биле вредности разлике из појединачног „N“- тог покушаја и референтне тачке забележене по Y и Z оси. По истом принципу је израчуната и варијабилна грешка, једино са том разликом што је уместо референтне тачке одступање израчунато у односу на средишњу тачку (Слика 9.). Средишња тачка је посебно за напад горе и посебно за напад доле, израчуната на основу средњих Y и Z вредности координата добијених из 15 покушаја за напад горе и 15 покушаја за напад доле. Неопходно је још једном нагласити да је апсолутна грешка израчуната као просторно одступање сваког од покушаја у односу на референтну тачку постављену пре експеримента (посебно за напад горе и за напад доле), док је варијабилна грешка израчуната као просторно одступање у односу на средишњу тачку која је представљала просечну позицију бода добијену из 15 покушаја посебно за напад горе и 15 за напад доле.



Слика 9. Графички приказ израчунавања одступања сваког од покушаја уз помоћ Питагорине теореме

На крају за потребе експеримента било је неопходно израчунати и **индекс ефикасности (IE)**. Основну идеју за конструисање индекса ефикасности (IE) навела је спортска пракса, која наводи да је феномен такмичарске успешности у спортовима са активним противником могуће остварити само ако је спортиста у току меча или утакмице реаговао у правом тренутку, брзим и прецизним покретом (шут у фудбалу, кошарци, рукомету, или ударац у боксу, бацање у цудоу, бод у мачевању) (Barth & Beck, 2006; Czajkowski, 2005). Узимајући у обзир да у доступној литератури није пронађен пример израчунавања индекса ефикасности у мачевању, јавила се потреба да се постави формула за индекс ефикасности, која би обухватила сва три наведена параметра. Поступак за израчунавање индекса ефикасности напада био је могућ на основу добијених резултата из укупно 30 покушаја за сваког испитаника (по 10 покушаја за сваку инструкцију и посебно за оба напада). У првом кораку је уз помоћ претходно споменутог програмираног софтвера (National Instruments LabVIEW 2012 - Student Edition, Austin, TKS, USA), за сваког испитаника израчунато најкраће време реаговања (BP) и највећа брзина напада (BH), тј. најбољи резултат. Затим је за време реаговања израчуната разлика сваког појединачног покушаја у односу на најбоље време за тог испитаника, у сва три експериментална услова (најбоље време из 30 покушаја), а онда се та разлика делила са најбољим временом реаговања. Добијени резултат је одузет од 1 и помножен са 100 да би се добила вредност на скали од 0 до 100. Затим је израчуната средња вредност из 10 покушаја за дату инструкцију. Исти поступак је примењен и за брзину напада. Код прецизности је било потребно поновити сличан поступак, с тим што је потребно било израчунати вредности посебно за апсолутну, а посебно за варијабилну грешку, при чему је и сама формула била нешто различита. На пример, овде је разлика између сваког појединачног покушаја и најбољег покушаја (најмање грешке из свих 30 покушаја) дељена са појединачним покушајем. Тиме је избегнута могућност добијања негативног резултата, те је тако и овде добијени резултат био на скали од 0 до 100. Затим, као и код претходних параметара, израчуната је средња вредност из 10 покушаја за сваку од инструкција. На крају, за све средње вредности из десет покушаја забележених унутар исте инструкције, а за сва три праћена параметра, израчуната је средња вредност (њихов збир подељен са 3) и тиме је добијен индекс ефикасности напада за сваког испитаника и за сваку инструкцију (Слика 10.). На овај начин добијене вредности за индекс ефикасности напада сваке од инструкција су касније подвргнуте статистичкој анализи. У наставку, ради боље прегледности, статистичка анализа и резултати са дискусијом ће за сваки експеримент бити представљени одвојено.



Слика 10. Шематски приказ како је израчунат индекс ефикасности (IE)

6. УТИЦАЈ СПОРТСКЕ СПЕЦИЈАЛИЗАЦИЈЕ НА БРЗИНУ ОБРАДЕ ИНФОРМАЦИЈА КОД МАЧЕВАЛАЦА РАЗЛИЧИТОГ НИВОА ОБУЧЕНОСТИ (ЕКСПЕРИМЕНТ 1)

6.1. Статистичка анализа

Разлике између група (искусни мачеваоци наспрам почетника) и експерименталних услова (време простог реаговања, изборно време реаговања са две и четири алтернативе) упоређиване су двоструком микс анализом варијансе ("two-way mixed ANOVA") примењене на вредности времена реаговања посебно за сваки одговор (напад горе, напад доле, одбрана горе, одбрана доле). У случају значајности главних ефеката без интеракције, примењена је једнострука анализа варијансе са поновљеним мерењем са Бонферони пост-хок корекцијом ради поређења времена реаговања између различитих услова, док је Т-тест са независним узорком примењен за поређење времена реаговања између група. Снага ефекта и Пирсонов коефицијент корелације регресионог нагиба заснованог на времену реаговања и броју стимулус-одговор алтернатива су упоређивани између искусних мачевалаца и почетника применом Т-теста за независне узорке. Пирсонов коефицијент корелације из појединачне линеарне регресије је Z – трансформисан како би пружио нормалну дистрибуцију података. Ета квадрат (η^2) је израчунат за све анализе варијансе, при чему су вредности величине ефекта 0.01 сматране малим, 0.06 средњим и преко 0.14 великим (Cohen, 1988). Ниво статистичке значајности је постављен за $p < 0.05$, а све статистичке операције су изведене употребом SPSS 20 (IBM, Armonk, NY) и Microsoft Office Excel 2010 (Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA).

6.2. Резултати са дискусијом

У табели 1., представљени су основни дескриптивни показатељи добијених времена реаговања за обе групе испитаника при различитим техникама и различитим експерименталним условима.

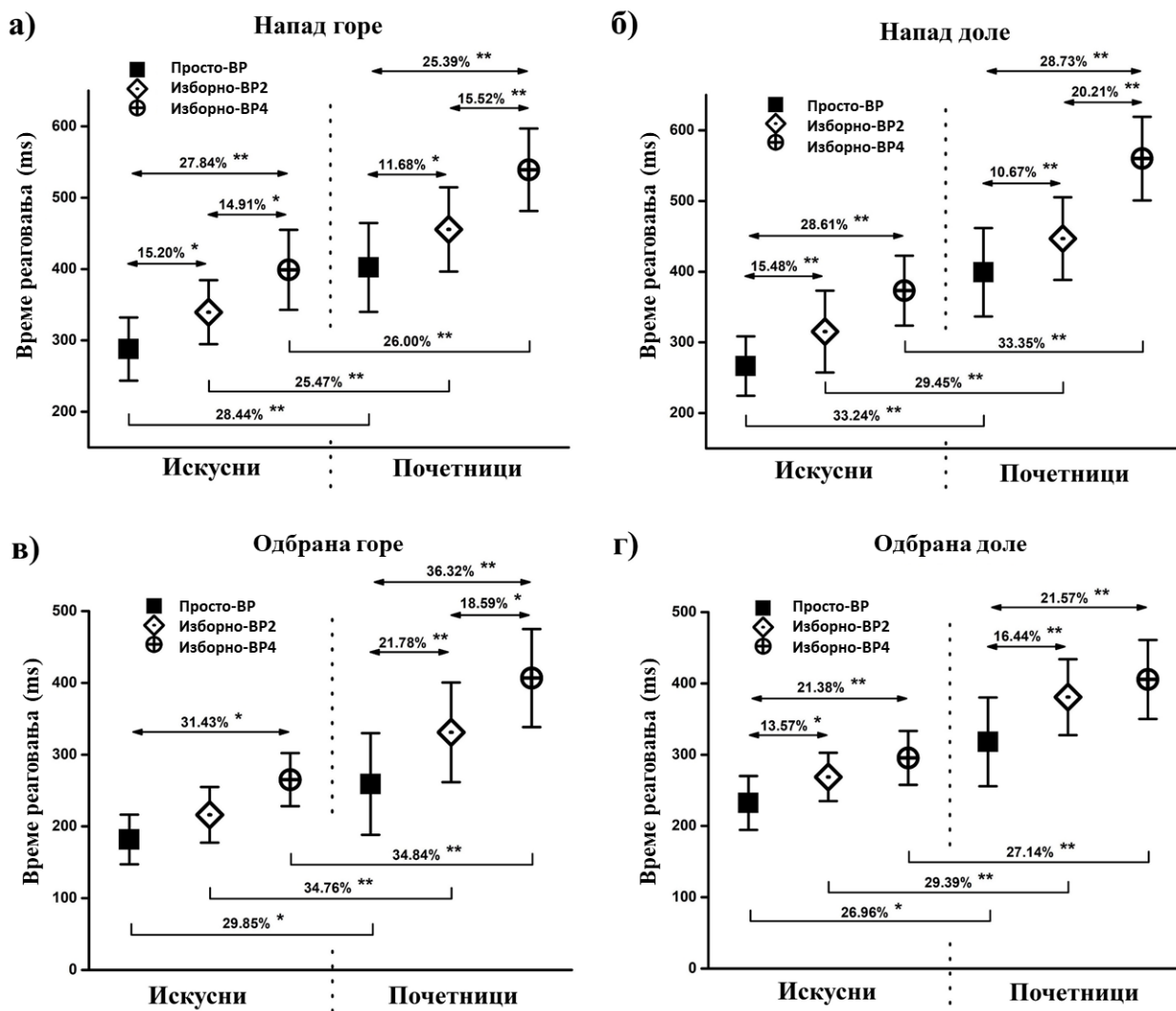
Анализом резултата приметно је да је главни ефекат за фактор „група“ увек достигао ниво статистичке значајности од $p < 0.01$ (напад горе: $F(1,19) = 26.5$, $\eta^2 = 0.33$, $p < 0.01$; напад доле: $F(1,19) = 28.7$, $\eta^2 = 0.40$, $p < 0.01$; одбрана горе: $F(1,19) = 20.0$, $\eta^2 = 0.28$, $p < 0.01$; одбрана доле: $F(1,19) = 52.8$, $\eta^2 = 0.34$, $p < 0.01$). Слично томе, ефекат за фактор „услов“ је такође увек био на нивоу значајности од $p < 0.01$ (напад горе: $F(2,18) = 17.2$, $\eta^2 = 0.22$, $p < 0.01$; напад доле: $F(2,18) = 29.2$, $\eta^2 = 0.36$, $p < 0.01$; одбрана горе: $F(2,18) = 15.8$, $\eta^2 = 0.20$, $p < 0.01$; одбрана доле: $F(2,18) = 13.1$, $\eta^2 = 0.13$, $p < 0.01$). Међутим, интеракција „група x услов“ нити једном није достигла ниво статистичке значајности, ($F(2,18)$ range = 0.4-2.1, $\eta^2 \leq 0.02$, p range = 0.16-0.71).

Табела 1. Дескриптивни показатељи обе групе испитаника за различите технике и у различитим експерименталним условима изражени у милисекундама.

Сигнал	Услов	Група мачеваоца	Ср. вред.	Ст. дев.	Ст. грешка	сV (%)	95% CI	
							Доња граница	Горња граница
Напад горе	Просто- ВР	Искусни	287.90	62.01	44.36	21.54	243.54	332.26
		Почетници	402.30	87.24	62.41	21.69	339.89	464.71
	Изборно- ВР2	Искусни	339.50	62.68	44.84	18.46	294.66	384.34
		Почетници	455.50	82.55	59.05	18.12	396.45	514.55
	Изборно- ВР4	Искусни	399.00	78.40	56.09	19.65	342.91	455.09
		Почетници	539.20	80.87	57.85	15.00	481.35	597.05
Напад доле	Просто- ВР	Искусни	287.90	62.01	44.36	21.54	243.54	332.26
		Почетници	402.30	87.24	62.41	21.69	339.89	464.71
	Изборно- ВР2	Искусни	339.50	62.68	44.84	18.46	294.66	384.34
		Почетници	455.50	82.55	59.05	18.12	396.45	514.55
	Изборно- ВР4	Искусни	399.00	78.40	56.09	19.65	342.91	455.09
		Почетници	539.20	80.87	57.85	15.00	481.35	597.05
Одбрана горе	Просто- ВР	Искусни	181.70	48.21	34.49	26.54	147.21	216.19
		Почетници	259.00	99.18	70.95	38.29	188.05	329.95
	Изборно- ВР2	Искусни	216.00	54.32	38.86	25.15	177.14	254.86
		Почетници	331.10	97.13	69.48	29.34	261.62	400.58
	Изборно- ВР4	Искусни	265.00	51.73	37.00	19.52	228.00	302.00
		Почетници	406.70	95.37	68.23	23.45	338.47	474.93
Одбрана доле	Просто- ВР	Искусни	232.40	52.91	37.85	22.77	194.55	270.25
		Почетници	318.20	86.96	62.21	27.33	255.99	380.41
	Изборно- ВР2	Искусни	268.90	47.61	34.06	17.70	234.84	302.96
		Почетници	380.80	74.55	53.33	19.58	327.47	434.13
	Изборно- ВР4	Искусни	295.60	52.78	37.76	17.86	257.84	333.36
		Почетници	405.70	77.27	55.28	19.05	350.42	460.98

Ср. вред. – средња вредност; Ст. дев. - стандардна девијација; Ст. грешка – стандардна грешка; сV- коефицијент варијације; 95% CI- интервали поузданости

Анализом резултата приметно је да је главни ефекат за фактор „група“ увек достигао ниво статистичке значајности од $p < 0.01$ (напад горе: $F(1,19) = 26.5$, $\eta^2 = 0.33$, $p < 0.01$; напад доле: $F(1,19) = 28.7$, $\eta^2 = 0.40$, $p < 0.01$; одбрана горе: $F(1,19) = 20.0$, $\eta^2 = 0.28$, $p < 0.01$; одбрана доле: $F(1,19) = 52.8$, $\eta^2 = 0.34$, $p < 0.01$). Слично томе, ефекат за фактор „услов“ је такође увек био на нивоу значајности од $p < 0.01$ (напад горе: $F(2,18) = 17.2$, $\eta^2 = 0.22$, $p < 0.01$; напад доле: $F(2,18) = 29.2$, $\eta^2 = 0.36$, $p < 0.01$; одбрана горе: $F(2,18) = 15.8$, $\eta^2 = 0.20$, $p < 0.01$; одбрана доле: $F(2,18) = 13.1$, $\eta^2 = 0.13$, $p < 0.01$). Међутим, интеракција „група x услов“ нити једном није достигла ниво статистичке значајности, ($F(2,18)$ range = 0.4-2.1, $\eta^2 \leq 0.02$, p range = 0.16-0.71). На Слици 11. приказана је упоредна анализа за различите групе испитаника као и за различите експерименталне услове.

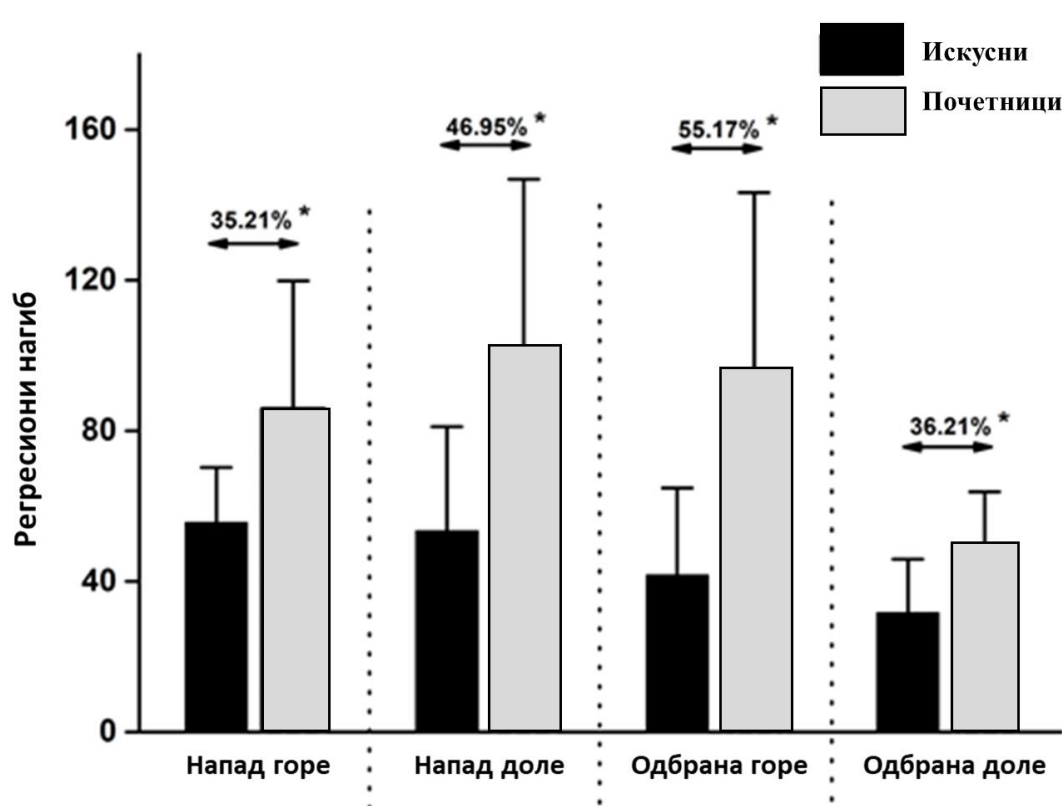


Слика 11. Упоредна анализа за вредности времена реаговања између група (искусни мачеваоци и почетници) и експерименталних услова (просто ВР, изборно ВР са 2 и 4 алтернативе). Приказани подаци представљају средње вредности са стандардном девијацијом. *, $p < 0.05$; **, $p < 0.01$.

Коефицијент детерминације (r^2) односа између броја стимулус-одговор алтернатива и времена реаговања је био у распону од 0.738 до 0.956, али нису пронађене статистички значајне разлике између почетника и искусних мачевалаца по питању снаге нагиба (распон за $p = 0.345-0.674$). Међутим, почетници су у односу на искусне мачеваоце показали стрмији нагиб односа између броја алтернатива стимулус-одговор и времена реаговања (Табела 2, и Слика 12).

Табела 2. Дескриптивни показатељи регресионих нагиба и коефицијента корелације за обе групе испитаника при свим техникама.

Техника	Нагиб			Коефицијент корелације		
	Искусни	Почетници	Т-вредност	Искусни	Почетници	Т-вредност
Одбрана доле	31.60 ± 14.32	49.54 ± 14.20	-2.81*	0.87 ± 0.13	0.82 ± 0.21	-0.43
Одбрана горе	41.65 ± 23.09	92.91 ± 50.35	-2.93**	0.85 ± 0.14	0.80 ± 0.26	-0.43
Напад доле	53.40 ± 27.67	100.66 ± 46.14	-2.78*	0.82 ± 0.33	0.83 ± 0.30	0.97
Напад горе	55.55 ± 14.70	85.74 ± 34.09	-2.57*	0.93 ± 0.10	0.83 ± 0.28	0.98



Слика 12. Поређење регресионих нагиба заснованих на броју алтернатива стимулус-одговор (Просто ВР, Сложено ВР са 2 и 4 алтернативе) и одговарајућих времена реаговања (ВР) између почетника и искусних мачеваоца за различите мачевалачке технике. Приказани резултати представљају средње вредности и стандардну девијацију. *, $p < 0.05$

Налази добијени након експеримента указали су на следеће:

- (I) Са повећањем броја алтернатива на релацији стимулус-одговор продужава се време реакције код обе групе испитаника (Изборно-ВР4 > Изборно-ВР2 > Просто – ВР),
- (II) Без обзира на тип стимулуса и ниво експерименталног услова, искусни мачеваоци су увек имали краће време реакције у поређењу са почетницима, и

(III) Са аспекта унутар групе разлика у времену реакције била је наглашена са повећаним бројем алтернатива на релацији стимулус-одговор (Изборно-ВР4 > Изборно-ВР2 > Просто – ВР).

Ови резултати указују да ниво обучености у мачевању може да допринесе смањењу времена реакције када су стимулус и одговор унапред познати (на пр. Просто – ВР), али да може играти још важнију улогу у смањењу трајања фазе избора одговора у ситуацији када је повећан број алтернатива (на пр. Изборно-ВР4 и Изборно-ВР2). На основу претходно изложених резултата, може се закључити да су хипотезе H_{1-1} , H_{1-2} и H_{1-3} потврђене.

Ови резултати су у складу са првобитним радовима Хика (Hick, 1952) и Хајмана (Human, 1953). Опште гледано, можда је најважније то што су искусни мачеваоци у поређењу са почетницима приказали краће време реакције у свим ситуацијама (видети слику 9). Међутим, ниже вредности за просто време реаговања добијене у овој студији супротне су претходним налазима у којима је саопштено да није било значајних разлика између почетника и искусних испитаника (Balkó et al., 2016; Gutierrez-Davila et al., 2013; Mouelhi Guizani et al., 2006; Williams & Walmsley, 2000). Ова очигледна супротност можда може бити објашњена употребом специфичног стимулуса и одговора. У складу са овим је и налаз мета-анализе аутора Ман и сар. (2007), која је показала веће разлике између експерата и почетника у времену реаговања посматрано код спортова са дуелом (на пр. спортови који захтевају координацију између тела учесника и делова тела или руковања неким реквизитом), при чему су експерти поседовали способност да ефикасније уоче перцептивне знакове. У вези са овим је и чињеница да су искусни спортисти у могућности да занемаре велики број сигнала и да при том усмере пажњу на стимулусе који су релевантни за ефикасно извођење техничко-тактичких активности (Borysiuk & Waskiewicz, 2008). Претходно је већ потврђен позитиван однос између мачевалачког искуства и брзине обраде информација (Borysiuk & Waskiewicz, 2008). Такође, брже доношење одлука, тј. бржа обрада информација током фазе избора одговора, пронађена код искусних мачевалаца, у складу је са ранијим налазима (Mowbray & Rhoades, 1959; Seibel, 1963). Свеукупно гледајући, добијени резултати подржавају претходно мишљење да је приликом евалуације времена реаговања неопходно користити специфичне стимулус-одговоре што је више могуће (Pinder et al., 2011). Према томе, мачеваоци би требало да буду охрабрени да што више користе реалистичне ситуације приказане кроз предложени видео метод. На пример, могућа је примена у тестирању способности брзог реаговања у односу на специфичан стимулус.

Регресиони нагиби засновани на времену реаговања и броју алтернатива стимулус-одговор (Просто – ВР, Изборно-ВР2, Изборно-ВР4), израчунати су на начин да покажу да ли је могуће на основу тог показатеља утврдити разлику између почетника и искусних такмичара. Подржавајући другу хипотезу, група почетника је показала стрмији нагиб у односу на групу такмичара током све четири ситуације (видети слику 10.). Регресиони нагиб је претходно дефинисан као могућност да опише „брзину“ доношења одлуке током фазе избора одговора (Schmidt & Lee, 2005). Према томе, резултати ове студије потврђују претходна сазнања која су сугерисала да искусни мачеваоци имају брже доношење одлуке у односу на почетнике, што може бити објашњено, како специфичним моторичким тренингом, тако и такмичарским искуством (Borysiuk & Waskiewicz, 2008.). У складу са претходним, хипотеза H_{2-1} се може у потпуности прихватити као тачна.

Потврду наведеном налазимо у чињеници да су мачеваоци током борбе под константним временским притиском, те их то приморава да истовремено редукују, како време потребно за доношење одлуке, тако и време моторног одговора. Такође је приметно да је у поређењу са одбрамбеним акцијама, регресиони нагиб при нападачким акцијама био стрмији, тј. под већим углом. Разлог за овакав исход може бити већа моторичка сложеност нападачких техника, као и недостатак довољно специфичног стимулуса за иницирање

напада (Czajkowski, 2005). На пример, обе одбрамбене технике су извођене само уз помоћ једног сегмента (наоружана рука), што је са становишта координације очигледно мање моторички захтевно. Поред тога, за обе одбрамбене технике приказани стимулус је био очигледнији, што је највероватније додатно допринело бржој обради информација (Shiffrar & Freyd, 1990).

Анализа дескриптивних показатеља за време реаговања указује да сложеније мачевалачке технике доводе до продужења времена реаговања. Знајући да је мачевалачки испад (акција „Напад горе“) једна од најзахтевнијих техника са аспекта координације, не изненађује податак да је управо ова техника произвела најдуже време реаговања. Претходне студије су указале да сложенији моторички задаци захтевају дуже време програмирања па самим тим и дуже време реаговања (Borysiuk, 2008). У складу са тим, у овој студији искусни мачеваоци су током извођења нападачког одговора „Напад горе“ показали значајне позитивне разлике у погледу времена реаговања у сва три експериментална услова (Просто-ВР, Изборно-ВР2, Изборно-ВР4). Овај резултат додатно подржава релацију између сложености задатка и времена реаговања, па је тако најкраће време реаговања приметно код обе групе приликом извођења мање захтевних одбрамбених техника (нпр. одбрана горе). Ови резултати вероватно могу бити објашњени са становишта неуро физиологије, с обзиром да сложенији моторички задаци иницирају повлачење претходно ускладиштеног моторног програма из меморије и његово даље координисање са одговарајућим моторним неуронима и мишићима (Henry & Rogers, 1960).

Једна од предности ове студије је у чињеници да је време реаговања евалуирано у квази-реалистичним мачевалачким ситуацијама (Fargow & Abernethy, 2003). Познато је да је технологија виртуелне реалности већ неко време у употреби приликом процене времена реаговања, али ова технологија је још увек скупа и компликована за употребу (Vignais et al., 2015; Witte et al., 2012). Као решење за овај проблем, јавила се могућност употребе једноставније видео методе развијене од стране Мудрића и аутора (Mudric et al., 2015), а која је претходно испунила важан услов валидности током процене времена реаговања у квази-реалистичним ситуацијама борбе у каратеу. Конкретно, Мудрић и аутори су са овом методом показали не само висок ниво поузданости за процену времена реаговања различитих специфичних одговора при различитим условима, већ и да се може утврдити разлика у времену реаговања у односу на различит број алтернатива стимулус-одговор (дуже време реаговања за Изборно-ВР у односу на Просто-ВР) и то између почетника и елитних каратиста (дуже време реаговања код почетника). С обзиром да су резултати наше студије у сагласности са резултатима добијеним у студији Мудрић и аутори, може се тврдити да примењена видео метода има реалну употребну вредност и приликом евалуације времена реаговања у специфичним мачевалачким ситуацијама, што последично омогућава израчунавање брзине обраде информација, која је била једна од главних тема ове студије.

Треба напоменути неколико потенцијалних ограничења које треба узети у обзир за будући студије овог типа. У будућности би било пожељно испитати више од два нивоа експертизе у специфичним спортским вештинама или различите популације спортиста за даље истраживање времена реаговања у специфичном спортском окружењу. Штавише, било би неопходно истражити да ли нагиб заснован на времену реаговања и броју алтернатива стимулус-одговор такође прати линеарну регресију када је више од четири алтернативе стимулус-одговор присутно (на пр. Изборно-ВР 8). Такође, будуће студије би требало да размотре унапређење представљене технологије, додавањем тактилних стимулуса или не-алоцентричну тачку гледања, што би вероватно било могуће уз помоћ тродимензионалне технологије виртуелне реалности. Међутим, и даља остаје бојазан да таква методологија истраживања захтева комплексну и не тако доступну технологију.

7. УТИЦАЈ ИНСТРУКЦИЈЕ НА ЕФИКАСНОСТ НАПАДА И РАЗМЕНУ БРЗИНЕ И ПРЕЦИЗНОСТИ КОД МАЧЕВАЛАЦА РАЗЛИЧИТОГ НИВОА ОБУЧЕНОСТИ (ЕКСПЕРИМЕНТ 2)

7.1. Статистичка анализа

У Експерименту 2, анализирање резултата добијених утицајем инструкција на различите сегменте мачевалачког напада и напада у целини, спроведено је у две фазе. У првој фази анализирани су резултати који су се односили на индекс ефикасности напада остварених при различитим инструкцијама („реагуј брзо“, „брзо изведи напад“ и „буди прецизан“). Током друге фазе анализирани су резултати за вредности брзине и прецизности испољене при различитим инструкцијама ради утврђивања постојања размене брзине и прецизности (енг. „speed – accuracy trade-off“). Потребно је нагласити да су резултати анализирани у складу са потребом да се сагледају обе грешке прецизности, и апсолутна и варијабилна, и да се самим тим обаве потребне анализе за обе грешке понаособ.

Прикупљени резултати у првој фази анализирани су уз помоћ анализе варијансе са поновљеним мерењем (за индекс ефикасности), а резултати у другој фази употребом једноструке анализе варијансе (за однос брзине и прецизности). Обе анализе примењене су на вредности времена реаговања, брзине изведеног напада и прецизности напада, посебно за сваку од техника (напад горе, напад доле), за сваку групу испитаника посебно, као и посебно за апсолутну и варијабилну грешку. У случају значајности главних ефеката без интеракције, примењена је ЛСД пост-хок корекција ради поређења утицаја инструкција на ефикасност напада и однос брзине и прецизности. Ета квадрат (η^2) је израчунат за све анализе варијансе, при чему су вредности величине ефекта 0.01 сматране малим, 0.06 средњим и преко 0.14 великим (Cohen, 1988). Ниво статистичке значајности је постављен за $p < 0.05$, а све статистичке операције су изведене употребом SPSS 20 (IBM, Armonk, NY) и Microsoft Office Excel 2010 (Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA).

7.2. Резултати са дискусијом за ефикасност напада

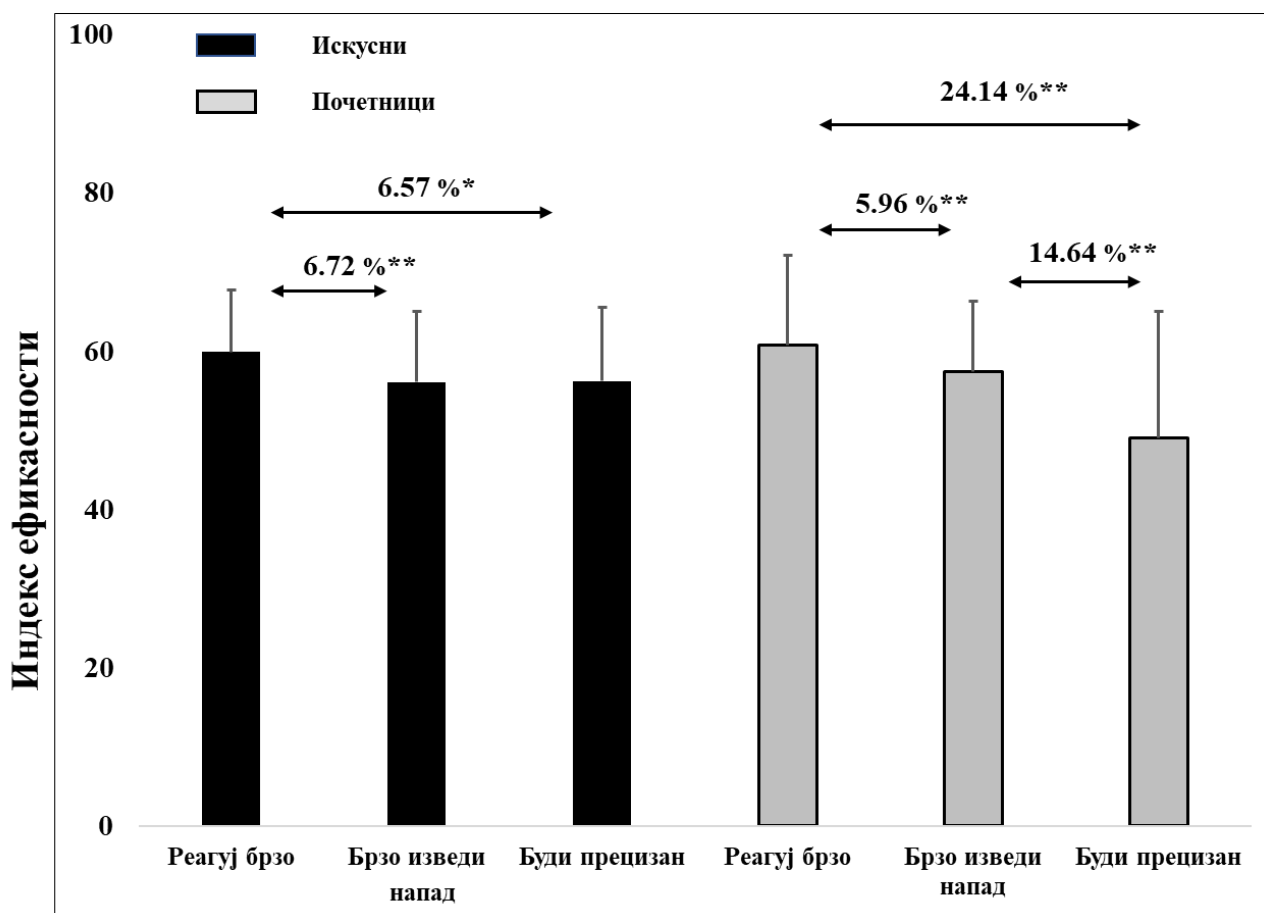
У табели 3., представљени су основни дескриптивни показатељи индекса ефикасности напада, за обе групе испитаника, остварених при различитим инструкцијама, при том узимајући у обзир апсолутну грешку при израчунавању прецизности напада. Вреди напоменути да су резултати индекса ефикасности распоређени на скали од 0 до 100, при чему већи износ индекса ефикасности представља бољи резултат.

Анализа добијених резултата показала је да је код групе искусних мачевалаца постојао значајно велики утицај инструкције на ефикасност напада са Wilks' Lambda = 0.42, $F(2,8) = 5.64$, $p < 0.05$, и парцијални $\eta^2 = 0.585$. Резултати ЛСД пост-хок корекције су показали да се једино инструкција „реагуј брзо“ статистички значајно разликовала од остале две инструкције и то на нивоу значајности од $p < 0.05$ и $p < 0.01$. Са друге стране, анализа резултата групе почетника такође је показала значајно велики утицај инструкције на ефикасност напада са Wilks' Lambda = 0.17, $F(2,8) = 19.25$, $p = 0.001$, и парцијални $\eta^2 = 0.828$. Резултати ЛСД пост-хок корекције су показали да су се све три инструкције статистички значајно разликовале једна од друге и то на нивоу значајности од $p < 0.01$. Све значајности разлика између различитих инструкција на ефикасност напада унутар обе групе испитаника изражене су процентуално и приказане на слици 13.

Табела 3. Дескриптивни показатељи за обе групе испитаника за индекс ефикасности напада остварених при различитим инструкцијама и израчунатих у односу на **апсолутну грешку прецизности напада**

Група	Инструкција	Ст. вред.	Ст. дев.	Ст. грешка	сV(%)	95% CI	
						Доња граница	Горња граница
Искусни	Реагуј брзо	59.9	6.85	2.17	11.44	54.99	64.79
	Брзо изведи напад	56.1	6.78	2.14	12.08	51.27	60.97
	Буди прецизан	56.2	6.88	2.17	12.24	51.28	61.12
Почетници	Реагуј брзо	60.8	5.64	1.78	9.27	56.78	64.84
	Брзо изведи напад	57.4	6.16	1.95	10.73	52.98	61.79
	Буди прецизан	49.0	10.03	3.17	20.48	41.81	56.16

Ср. вред. – средња вредност; Ст. дев. - стандардна девијација; Ст. грешка – стандардна грешка; сV- коефицијент варијације; 95% CI- интервали поузданости



Слика 13. Поређење утицаја инструкције на ефикасност напада код искусних мачевалаца и почетника, применом **апсолутне грешке**. Приказани резултати представљају средње вредности и стандардну девијацију. **, $p < 0.01$; *, $p < 0.05$.

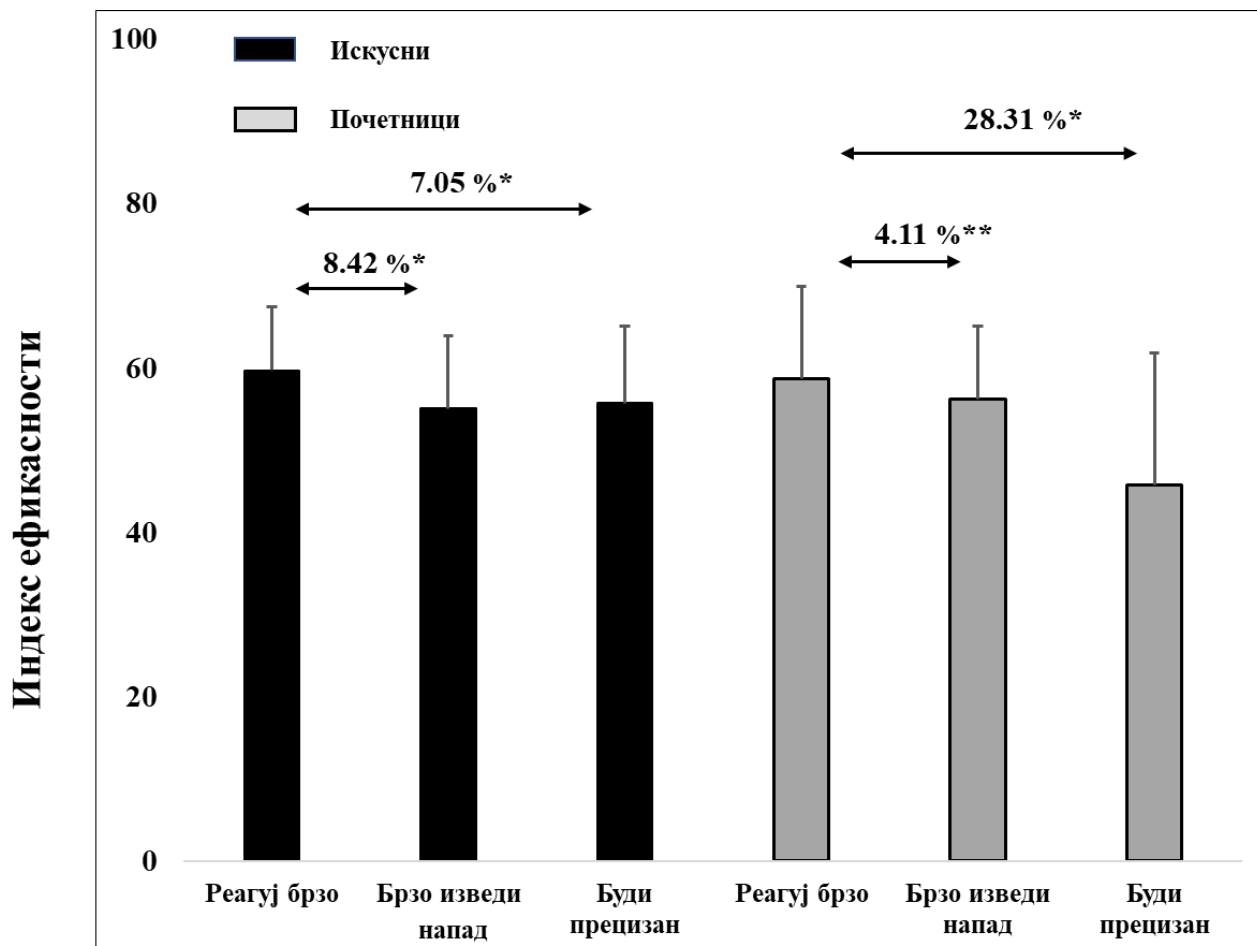
Даље, у табели 4., представљени су основни дескриптивни показатељи индекса ефикасности напада за обе групе испитаника остварених при различитим инструкцијама где је при израчунавању прецизности напада у обзир узета варијабилна грешка.

Табела 4. Дескриптивни показатељи за обе групе испитаника за индекс ефикасности напада остварених при различитим инструкцијама и израчунатих у односу на *варијабилну грешку прецизности напада*

Група	Инструкција	Ср. вред.	Ст. дев.	Ст. грешка	сV(%)	95% CI	
						Доња граница	Горња граница
Искусни	Реагуј брзо	59.7	5.97	1.89	10.00	55.42	63.96
	Брзо изведи напад	55.0	7.45	2.36	13.53	49.72	60.38
	Буди прецизан	55.8	5.53	1.75	9.91	51.80	59.71
Почетници	Реагуј брзо	58.7	5.02	1.59	8.56	55.06	62.24
	Брзо изведи напад	56.2	4.07	1.29	7.24	53.33	59.15
	Буди прецизан	45.7	8.75	2.77	19.15	39.45	51.97

Ср. вред. – средња вредност; Ст. дев. - стандардна девијација; Ст. грешка – стандардна грешка; сV- коефицијент варијације; 95% CI- интервали поузданости

Анализом добијених резултата показало се доста сличности са резултатима добијеним када је у обзир узета апсолутна грешка. Тако је на пример код групе искусних мачевалаца постојао значајно велики утицај инструкције на ефикасност напада са Wilks' Lambda = 0.405, $F(2,8) = 5.88$, $p < 0.05$, и парцијални $\eta^2 = 0.595$, па се као и у претходном случају, а у складу са ЛСД пост-хок корекцијом, једино инструкција „реагуј брзо“ статистички значајно разликовала од остале две инструкције. Што се тиче групе почетника, анализом резултата је такође показан значајно велики утицај инструкције на ефикасност напада са Wilks' Lambda = 0.16, $F(2,8) = 20.52$, $p = 0.001$, и парцијални $\eta^2 = 0.837$, међутим за разлику од апсолутне грешке, а у складу са ЛСД пост-хок корекцијом, код варијабилне грешке се само инструкција „реагуј брзо“ статистички значајно разликовала од остале две и то на нивоу значајности од $p < 0.01$. Све значајности разлика између различитих инструкција на ефикасност напада унутар обе групе испитаника изражене су процентуално и приказане на слици 14.



Слика 14. Поређење утицаја инструкције на ефикасност напада код искусних мачевалаца и почетника, применом **варијабилне грешке**. Приказани резултати представљају средње вредности и стандардну девијацију. **, $p < 0.01$; *, $p < 0.05$.

На основу резултата добијених поређењем утицаја различитих инструкција на ефикасност напада код групе искусних мачевалаца израчунатих у односу на обе грешке прецизности (апсолутна и варијабилна) показало се да је инструкција „реагуј брзо“ проузроковала најбољи индекс ефикасности напада (Табела 3. и 4.). Као потврда томе, инструкција „реагуј брзо“ се статистички значајно разликовала у односу на инструкције „брзо изведи напад“ и „буди прецизан“ што је и у складу са претпоставком да ће управо инструкција „реагуј брзо“ допринети већој ефикасности напада у мачевању. Према томе, овај налаз је у складу са претходним сазнањима која су потврдила да код експерата „спољашње“ усмерење пажње доприноси већој ефикасности (Beilock et al. 2002, 2004; Bell & Hardy, 2009; Gray, 2004; Perkins-Ceccato et al., 2003; Porter et al., 2010; Wulf, 2007), те у складу са тим хипотеза **H₃₋₁** може бити прихваћена као тачна.

Повод за поставку ове хипотезе била је претпоставка да код експерата постоји високо аутоматизована контрола врха и да самим тим додатно усмерење пажње на прецизност неће бити неопходно, те да ће супротно томе, усмерена пажња на правовремену реакцију допринети већој ефикасности напада. Ова претпоставка је додатно потврђена управо слабијим индексом ефикасности за инструкцију „буди прецизан“, али и непостојањем статистички значајне разлике у односу на инструкцију „брзо изведи напад“. Овде је потребно кратко подсећање на то како се у ствари дошло на идеју да се израчуна индекс ефикасности и његове везе са проценом утицаја инструкције на напад у мачевању. Индекс

ефикасности је обухватио три параметра (време реаговања, брзину извођења напада и прецизност напада), и релативизовану вредност одступања сваког од параметара у односу на његов појединачни најбољи резултат. Према томе, вредност индекса је зависила од оптималне комбинације сва три параметра, тј. постизања идеалне оптимализације, у нашем случају ефикасности, што би управо значило да је напад изведен у правом тренутку, брзим и прецизним покретом (Barth & Beck, 2006; Czajkowski, 2005). Исто тако, доминација било ког параметра може да наруши баланс и да самим тим проузрокује слабији индекс ефикасности. На пример, превише усмерена пажња на прецизност може да успори покрет или обратно превише брз покрет може да наруши прецизност и-ли одабир идеалног тренутка за реаговање (објашњено у наставку). У том смислу, добијени резултати пружају потпору за даљу евалуацију и потенцијалну практичну употребу индекса ефикасности.

Када је реч о резултатима добијеним поређењем утицаја различитих инструкција на ефикасност напада код групе почетника, такође израчунатих у односу на апсолутну и варијабилну грешку прецизности напада (Табела 3. и 4.), показало се да је инструкција „реагуј брзо“ проузроковала најбољи резултат, што је готово идентично као и у случају групе искусних мачевалаца. Међутим, узимајући у обзир апсолутну грешку, статистички значајне разлике су се показале између све три инструкције, док се код варијабилне грешке јавила разлика исто као код искусних мачевалаца, и то једино код инструкције „реагуј брзо“. Такође, показано је да је индекс ефикасности напада био значајно лошији при инструкцији „буди прецизан“. Према томе, претпоставка да ће почетници при овој инструкцији имати бољи индекс ефикасности није потврђена па самим тим постављена хипотеза **Н3-2** не може бити прихваћена као тачна.

Повод за поставку ове хипотезе била је претпоставка да ће при инструкцији „буди прецизан“ почетници тежити да буду прецизнији што би потенцијално утицало на оптимизацију сва три параметра (реакција, брзина, прецизност), а што би последично произвело бољи индекс ефикасности. Међутим, добијени резултати су показали управо супротно. Разлог зашто је то тако вероватно можемо пронаћи у чињеници да инструкција „буди прецизан“ наводи на „спољашње“ усмерење пажње, што у случају почетника може бити контрапродуктивно. Управо је на основу налаза претходних студија, указано на то да су почетници постизали боље резултате у остварењу задатака приликом инструкције која је наводила на „унутрашње“ усмерење пажње (Beilock et al., 2002, 2004; Bell & Hardy, 2009; Gray, 2004; Perkins-Сeccato et al., 2003; Porter et al., 2011; Wulf, 2007). Резултати за индекс ефикасности добијени израчунавањем обе грешке (апсолутне и варијабилне) су потврдили разлику између инструкције „брзо изведи напад“ (унутрашње усмерење пажње) и инструкције „буди прецизан“ (спољашње усмерење пажње) и то на нивоу значајности од $p < 0.01$.

Даљом анализом резултата дошло се до претпоставке да је нарочито један од могућих фактора потенцијално утицао на овакав исход. Наиме, ради очувања еколошке валидности, на пројектованом моделу није била постављена мета, чиме је испитаницима била онемогућена повратна информација о прецизности бода. Методолошки гледано то је било исправно, с обзиром да се тиме током експеримента потпуно неутралисао фактор учења, а што је у складу са ранијом сличном студијом (Perkins-Сeccato et al., 2003). Међутим, вероватно да је недовољно искуство у погађању специфичне мете (у овом случају делова тела на моделу) додатно утицало на укупно лошију вредност индекса ефикасности при инструкцији за прецизност. Тиме се може сматрати да овакав резултат само додатно потврђује уверење да је „унутрашње“ усмерење пажње корисније за почетнике, а нарочито у ситуацији када су изложени специфичним стимулусима.

Међутим, када свеукупно посматрамо добијене вредности индекса ефикасности, очигледно је да је при инструкцији „реагуј брзо“ код обе групе постигнута најбоља

ефикасност. Овај податак је занимљив и свакако може бити од користи за праксу, јер се на основу њега може омогућити и нешто другачији приступ у обуци почетника. Ако кажемо да је очекивано да спољашње усмерење пажње доприноси успешнијем извођењу задатака код искусних спортиста, онда свакако да податак да исто спољашње усмерење пажње може бити од значаја за већу успешност почетника дефинитивно може представљати прекретницу у методском приступу обуке почетника. У сваком случају препорука је да би овај налаз ипак требало проверити неком од наредних студија.

7.3. Резултати са дискусијом за размену брзине и прецизности

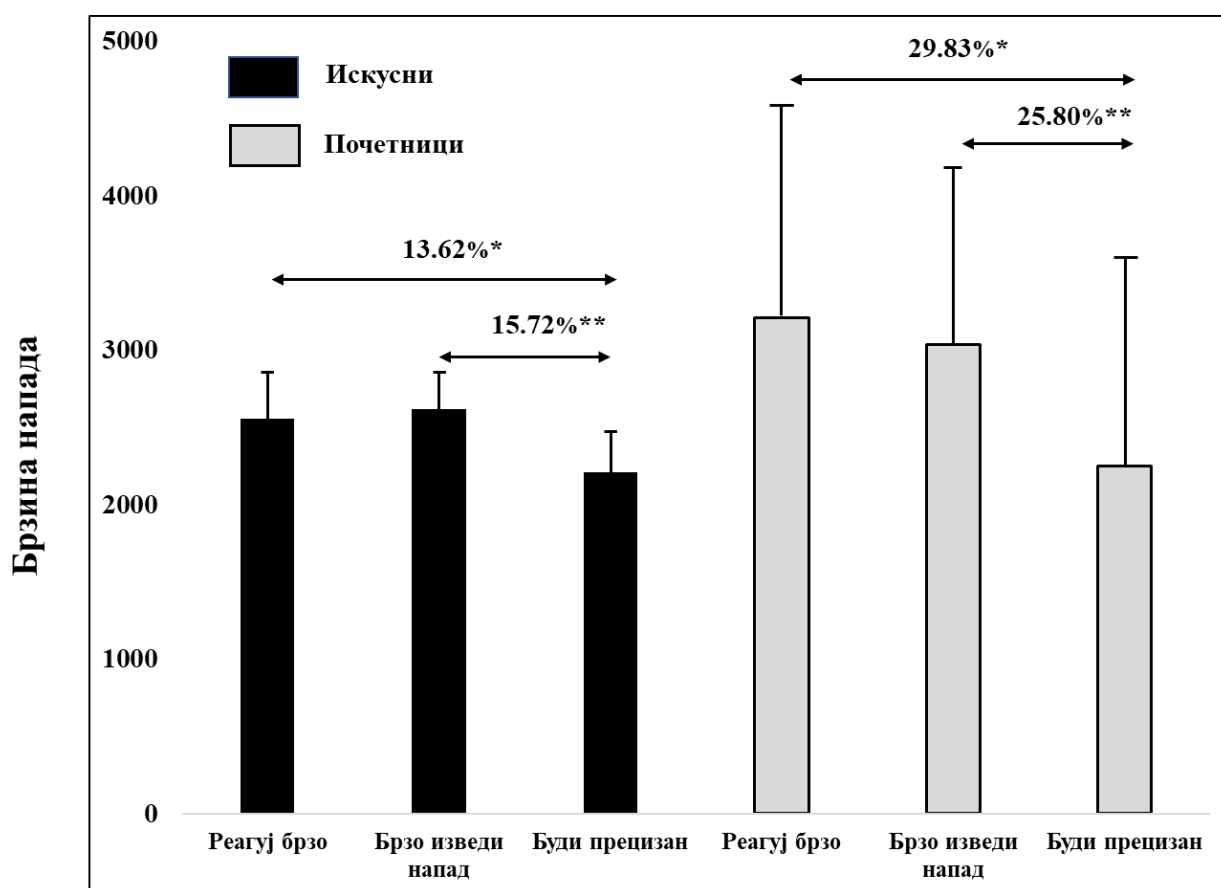
У табели 5., представљени су основни дескриптивни показатељи за брзину напада изведених од стране обе групе испитаника при различитим инструкцијама.

Табела 5. Дескриптивни показатељи за брзину напада остварених при различитим инструкцијама за обе групе испитаника.

Група	Инструкција	Ср. вред.	Ст. дев.	Ст. грешка	сV (%)	95% CI	
						Доња граница	Горња граница
Искусни	Реагуј брзо	2554.88	303.59	96.00	11.88	2337.71	2772.05
	Брзо изведи напад	2618.61	299.10	94.58	11.42	2404.65	2832.57
	Буди прецизан	2206.72	302.45	95.64	13.71	1990.36	2423.07
Почетници	Реагуј брзо	3207.72	1541.45	487.45	48.05	2105.03	4310.41
	Брзо изведи напад	3033.70	955.73	302.23	31.50	2350.02	3717.39
	Буди прецизан	2250.88	677.95	214.39	30.12	1765.90	2735.86

Ср. вред. – средња вредност; Ст. дев. - стандардна девијација; Ст. грешка – стандардна грешка; сV- коефицијент варијације; 95% CI- интервали поузданости

Анализа резултата је показала да је код групе искусних мачевалаца постојао значајно велики утицај инструкције на брзину напада и то са Wilks' Lambda = 0.24, $F(2,8) = 12.94$, $p < 0.01$, и парцијални $\eta^2 = 0.764$. Затим, у складу са ЛСД пост-хок корекцијом, једино се инструкција „буди прецизан“, статистички значајно разликовала од преостале две инструкције. Између инструкција „реагуј брзо“ и „брзо изведи напад“ није било статистички значајних разлика. Даље, анализом резултата групе почетника такође је потврђен значајно велики утицај инструкције на брзину напада са Wilks' Lambda = 0.32, $F(2,8) = 8.65$, $p = 0.01$, и парцијални $\eta^2 = 0.684$. Међутим, у складу са ЛСД пост-хок корекцијом, једино је инструкција „буди прецизан“ показала статистички значајну разлику у односу на инструкцију „брзо изведи напад“ на нивоу значајности од $p < 0.01$ и у односу на инструкцију „брзо реагуј“ на нивоу значајности од $p < 0.05$. Све значајности разлика између инструкција и процентуалне вредности тих разлика код обе групе испитаника приказане су на слици 15.



Слика 15. Поређење утицаја инструкције на брзину напада код искусних мачевалаца и почетника. Приказани резултати представљају средње вредности и стандардну девијацију. **, $p < 0.01$; *, $p < 0.05$.

Даље, у табели 6. и 7., представљени су основни дескриптивни показатељи за прецизност напада изведених од стране обе групе испитаника при различитим инструкцијама добијени израчунавањем апсолутне и варијабилне грешке. Вреди напоменути да веће вредности представљају већи износ грешке па самим тим и лошији резултат.

Табела 6. Дескриптивни показатељи за обе групе испитаника за прецизност напада остварених при различитим инструкцијама израчунатих у односу на **апсолутну грешку**

Група	Инструкција	Ср. вред.	Ст. дев.	Ст. грешка	сV(%)	95% CI	
						Доња граница	Горња граница
Искусни	Реагуј брзо	63,1	30,86	9,76	48,87	41,07	85,21
	Брзо изведи напад	66,2	28,53	9,02	43,11	45,78	86,60
	Буди прецизан	55,1	24,04	7,60	43,64	37,89	72,29
Почетници	Реагуј брзо	128,2	93,37	29,53	72,84	61,40	194,98
	Брзо изведи напад	135,4	85,56	27,06	63,20	74,17	196,59
	Буди прецизан	111,7	92,96	29,40	83,24	45,18	178,18

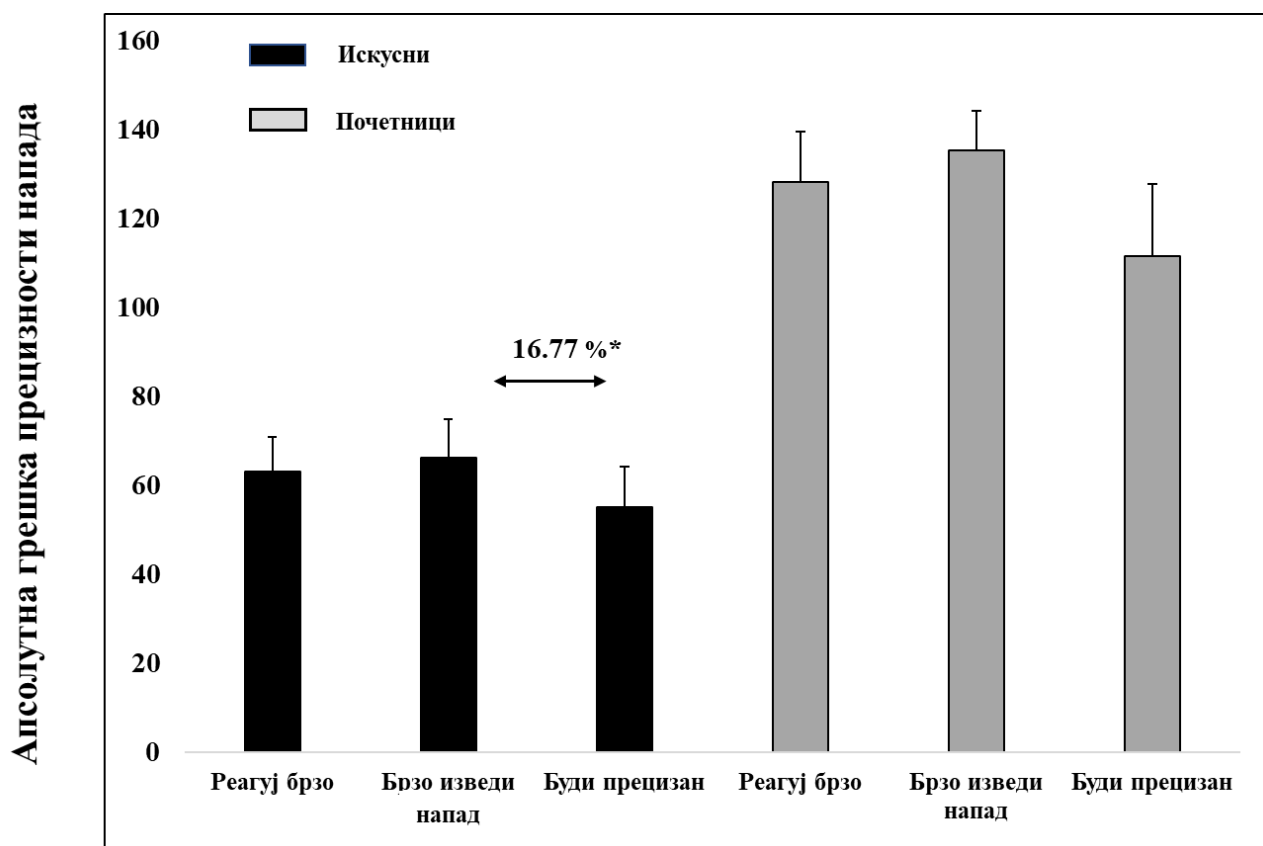
Ср. вред. – средња вредност; Ст. дев. - стандардна девијација; Ст. грешка – стандардна грешка; сV- коефицијент варијације; 95% CI- интервали поузданости

Табела 7. Дескриптивни показатељи за обе групе испитаника за прецизност напада остварених при различитим инструкцијама израчунатих у односу на *варијабилну грешку*

Група	Инструкција	Ср. вред.	Ст. дев.	Ст. грешка	сV(%)	95% CI	
						Доња граница	Горња граница
Искусни	Реагуј брзо	34,5	11,97	3,79	34,69	25,95	43,08
	Брзо изведи напад	43,9	18,06	5,71	41,10	31,02	56,86
	Буди прецизан	33,5	11,54	3,65	34,42	25,26	41,76
Почетници	Реагуј брзо	55,2	22,78	7,21	41,26	38,92	71,52
	Брзо изведи напад	54,4	16,90	5,34	31,08	42,27	66,45
	Буди прецизан	56,2	27,09	8,57	48,17	36,85	75,61

Ср. вред. – средња вредност; *Ст. дев.* - стандардна девијација; *Ст. грешка* – стандардна грешка; *сV*- коефицијент варијације; *95% CI*- интервали поузданости

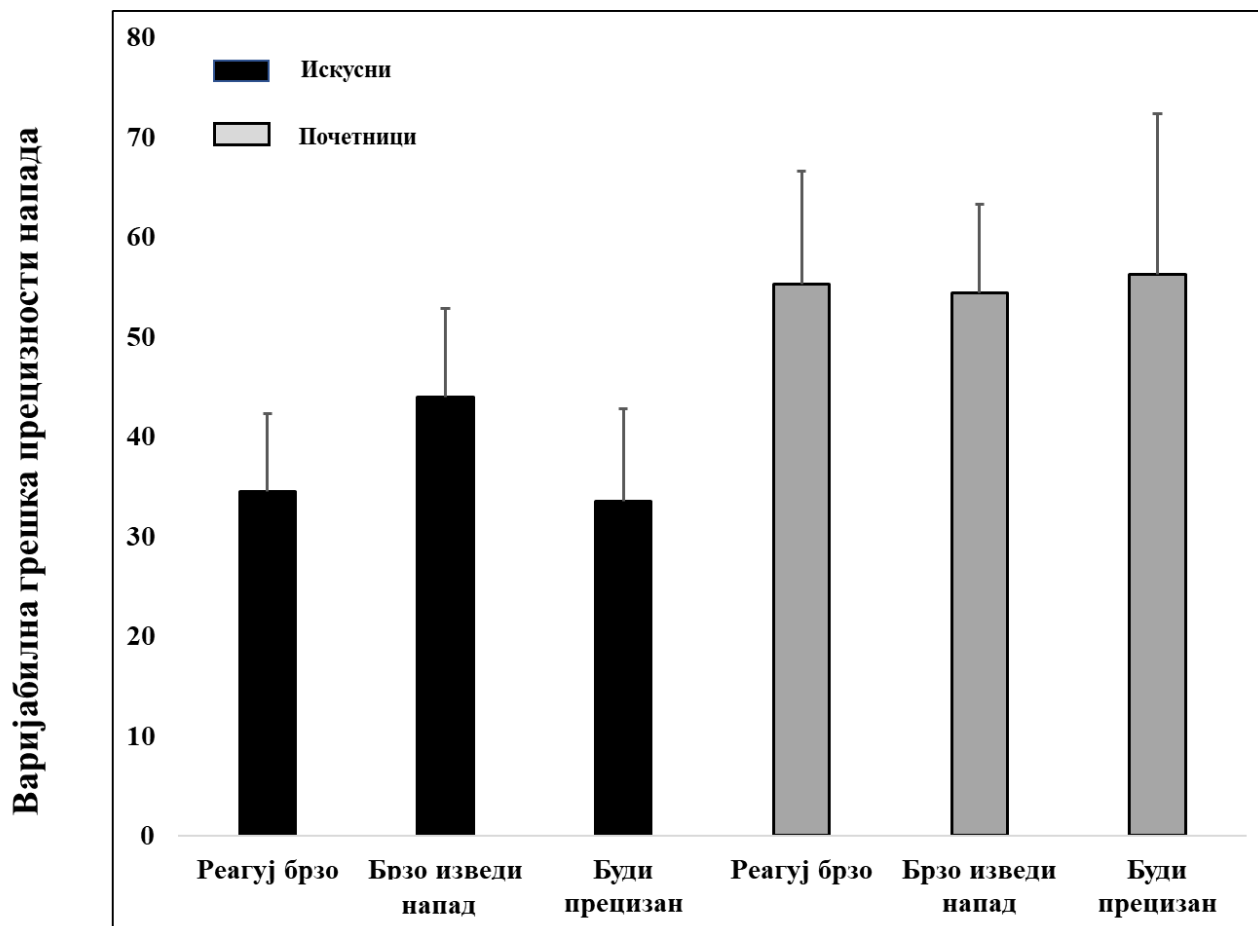
Анализом резултата добијених израчунавањем апсолутне грешке показало се да је код групе искусних мачевалаца био умерен утицај инструкција што потврђује Wilks' Lambda = 0.63, $F(2,8) = 2.63$, $p = 0.13$, и парцијални $\eta^2 = 0.397$. Статистички значајна разлика је једино потврђена између инструкција „брзо изведи напад“ и „буди прецизан“ и то на нивоу значајности од $p < 0.05$. Међутим, анализом резултата добијених израчунавањем апсолутне грешке код групе почетника иако је показан умерен утицај инструкција на прецизност са Wilks' Lambda = 0.65, $F(2,8) = 2.16$, $p = 0.18$, и парцијални $\eta^2 = 0.351$, нису потврђене статистички значајне разлике између инструкција. Све значајности разлика утицаја инструкција на прецизност напада код обе групе испитаника, измерено у односу на вредности добијене израчунавањем апсолутне грешке, приказане су на слици 16.



Слика 16. Поређење утицаја инструкције на прецизност напада код искусних мачевалаца и почетника, измерена у односу на **апсолутну грешку**. Приказани резултати представљају средње вредности и стандардну девијацију. **, $p < 0.01$; *, $p < 0.05$

Са друге стране, анализом резултата добијених израчунавањем варијабилне грешке показало се да је код групе искусних мачевалаца био умерен утицај инструкција што потврђује $Wilks' \Lambda = 0.74$, $F(2,8) = 1.39$, $p = 0.30$, и парцијални $\eta^2 = 0.259$, али није било статистички значајних разлика по питању утицаја инструкција на прецизност напада.

Код почетника је након анализе резултата добијених израчунавањем варијабилне грешке показан мали утицај инструкција на прецизност са $Wilks' \Lambda = 0.98$, $F(2,8) = 0.071$, $p = 0.93$, и парцијални $\eta^2 = 0.017$, и као у случају групе искусних мачевалаца такође нису потврђене статистички значајне разлике између инструкција. Све значајности разлика утицаја инструкција на прецизност напада код обе групе испитаника, измерено у односу на вредности добијене израчунавањем варијабилне грешке, приказане су на слици 17.



Слика 17. Поређење утицаја инструкције на прецизност напада код искусних мачевалаца и почетника, измерена у односу на **варијабилну грешку**. Приказани резултати представљају средње вредности и стандардну девијацију.

У овом делу студије испитиван је утицај претходно поменутих инструкција на испољену брзину и прецизност напада код обе групе испитаника. Када је реч о брзини напада добијени резултати су показали да је код групе искусних мачевалаца утицај инструкције усмерене на прецизност значајно утицао на испољавање брзине, тј. ниво брзине је био најнижи када је примењена инструкција била „буди прецизан“ (Слика 15.). Испитаници су технику за напад (испад) изводили спорије када су били усмерени на прецизност, а опет исту технику су изводили брже када су били усмерени на брзину покрета и брзину реаговања. Овај налаз је у складу са налазима претходно објављених студија (Andersen & Dorge, 2011; Less & Nolan, 2002; van den Tillaar & Ulvik, 2014) где су испитаници, искусни спортисти, изводили специфичан задатак везан за конкретан спорт (шут у фудбалу или рукомету) и у којима је такође доказан јасан однос размене брзине и прецизности. У наведеним студијама је инструкција такође била усмеравана на прецизност што је утицало на брзину изведеног покрета у тој мери да су покрети били значајно спорији. Такви резултати су директно у сагласности са Фитсовим законом (Fitts, 1954) који управо сугерише да се једино може дати предност брзини или прецизности, али не и обема способностима подједнако успешно. Међутим, за разлику од претходно наведених студија, у овој студији је поред групе искусних спортиста у истраживање била укључена и група почетника. Тиме је омогућено испитивање утицаја инструкције у општем смислу, а нарочито код оних субјеката који су недовољно обучени у појединој вештини, што би опет могло бити од значаја кад је у питању методика обуке почетника. Добијени резултати групе почетника су значајни утолико што су готово идентични резултатима искусних мачевалаца,

чиме је додатно утврђено постојање утицаја инструкције на однос брзине и прецизности. Тако на пример, код обе групе испитаника је при инструкцији „буди прецизан“ ниво брзине био нижи у односу на то када је инструкција гласила „брзо изведи напад“ и то на нивоу статистичке значајности од $p < 0.01$. Изражено у процентима при инструкцији „буди прецизан“, код почетника је брзина испада била нижа за 28.5%, а код искусних за 15.7%. Ови резултати недвосмислено потврђују значај инструкције барем када је реч о брзини извођења неке технике или кретног задатка и зато је потребно наставити са проналажењем могућности примене ових сазнања у спортој пракси.

Са друге стране, када је у питању прецизност, код обе групе је испитиван утицај инструкције на прецизност напада на основу апсолутне и варијабилне грешке одступања врха мача од циљане мете. Након анализе добијених резултата код искусних такмичара је једино применом апсолутне грешке установљена статистички значајна разлика између инструкција „буди прецизан“ и „брзо изведи напад“ и то на нивоу значајности од $p < 0.05$. Процентуално изражено при инструкцији „буди прецизан“ апсолутна грешка је за 16.7% била мања у односу на грешку добијену при инструкцији „брзо изведи напад“ (Слика 16.). Међутим када је прецизност измерена применом варијабилне грешке значајне разлике нису утврђене. Један од разлога за такав исход може бити велика варијабилност у резултатима што показује коефицијент варијације који се кретао од $cV = 34.42$ до $cV = 48.87$ (видети табела 6.).

Нешто другачији резултат је добијен код групе почетника, где се без обзира на дату инструкцију и начин утврђивања прецизности (апсолутна или варијабилна грешка) нису показале статистички значајне разлике за утицај инструкције на прецизности, а нарочито на однос између брзине и прецизности (Слика 17.). Као и у случају групе искусних мачевалаца, такође се јавила велика варијабилност у добијеним резултатима, $cV = 31.08 - 83.24$, што је свакако допринело да не дође до статистички значајних разлика. Иако су очекивања била да ће код почетника, инструкција „буди прецизан“ допринети већој прецизности и истовремено споријем извођењу, то се опет није десило, макар на нивоу статистичке значајности.

Сличан исход добијен је и у две студије које су испитивале размену брзине и прецизности приликом шута у рукомету код група искусних такмичара и почетника (van den Tillaar & Ettema, 2003, 2006). Аутори су недостатак односа између брзине и прецизности приписали сложености изведених покрета који су укључивали више зглобова и мишићних група, па самим тим и више степени слободе. То образложење свакако може бити прихватљиво и када је у питању испад у мачевању који се може сврстати у моторички сложен покрет. То је показао и први део ове студије (Експеримент 1), када су приликом поређења нагиба заснованих на брзини процесуирања информација код нападачких техника нагиби били под већим углом у односу на одбрамбене. За подсећање, у оба експеримента ове студије употребљене су исте нападачке технике. Вреди напоменути да је у претходно споменутих студијама током експеримента коришћена само једна мета док су у нашој студији постојале две, што је вероватно додатно утицало на неконзистентност погодака, а нарочито код групе почетника.

За овако добијене резултате постоји вероватно више разлога. Наиме за разлику од претходних студија где су испитаници добијали прецизну повратну информацију о исходу покушаја (Andersen & Dorge, 2011; Less & Nolan, 2002; van den Tillaar & Ettema, 2003, 2006; van den Tillaar & Ulvik, 2014), у овој студији самом поставком експеримента та повратна информација није била могућа. То значи да током експеримента испитаници нису знали колико су били прецизни, што је донекле у супротности са реалним условима такмичарске борбе, где уз помоћ апарата за сигнализацију погодака такмичари тачно знају да ли су били прецизни или не. Међутим, морамо рећи да има разлога за сумњу да можда ово ипак није прави разлог. Објашњење нам управо пружају претходно наведене студије које су у коначном дошле до сличних резултата иако су групе испитаника биле сачињене од искусних

такмичара, и који су током експеримента након сваког покушаја добијали повратну информацију о томе колико је сваки покушај био успешан (van den Tillaar & Ettema, 2003, 2006). У сваком случају охрабрује значајна разлика добијена код групе искусних мачевалаца израчунавањем апсолутне грешке, где се може рећи да је утицај инструкције на прецизност ипак постојао у извесној мери. То само подржава став да би свакако наредним истраживањима на ову тему требало проверити резултате ове студије.

Када се свеукупно сагледају резултати обе групе, може се рећи да је размена (тзв. „trade-off“) између брзине и прецизности у потпуности постојала и то у ситуацији када је праћена брзина напада. Том приликом је доказан значајан утицај инструкције, јер је код обе групе напад био спорији и то онда када је инструкција усмеравала пажњу на прецизност. Међутим, када је реч о прецизности, значајан утицај инструкције је једино утврђен код групе искусних мачевалаца, јер је анализом резултата апсолутне грешке, показано да је прецизност била боља при инструкцији „буди прецизан“. Изостанак статистички значајних разлика при оцени прецизности уз помоћ варијабилне грешке оставља отворено питање да ли је инструкција заиста имала адекватан утицај на прецизност. Можда је недостатак повратне информације о прецизности сваког од покушаја утицао на овакав исход, а можда се значајније разлике нису појавиле јер су искусни такмичари способни да при брзим покретима задрже оптималан ниво прецизности. Опет са друге стране, код групе почетника је вероватно због недовољне увежбаности брзина и прецизност оптимализована до нивоа да су нападачке технике без обзира на инструкцију извођене приближно исто. Ово свакако остаје да се провери неком од наредних студија, док се за сада се на основу добијених резултата, може констатовати да је постављена хипотеза **Н3-3** делимично потврђена, али да се управо из тог разлога и не може прихватити као тачна.

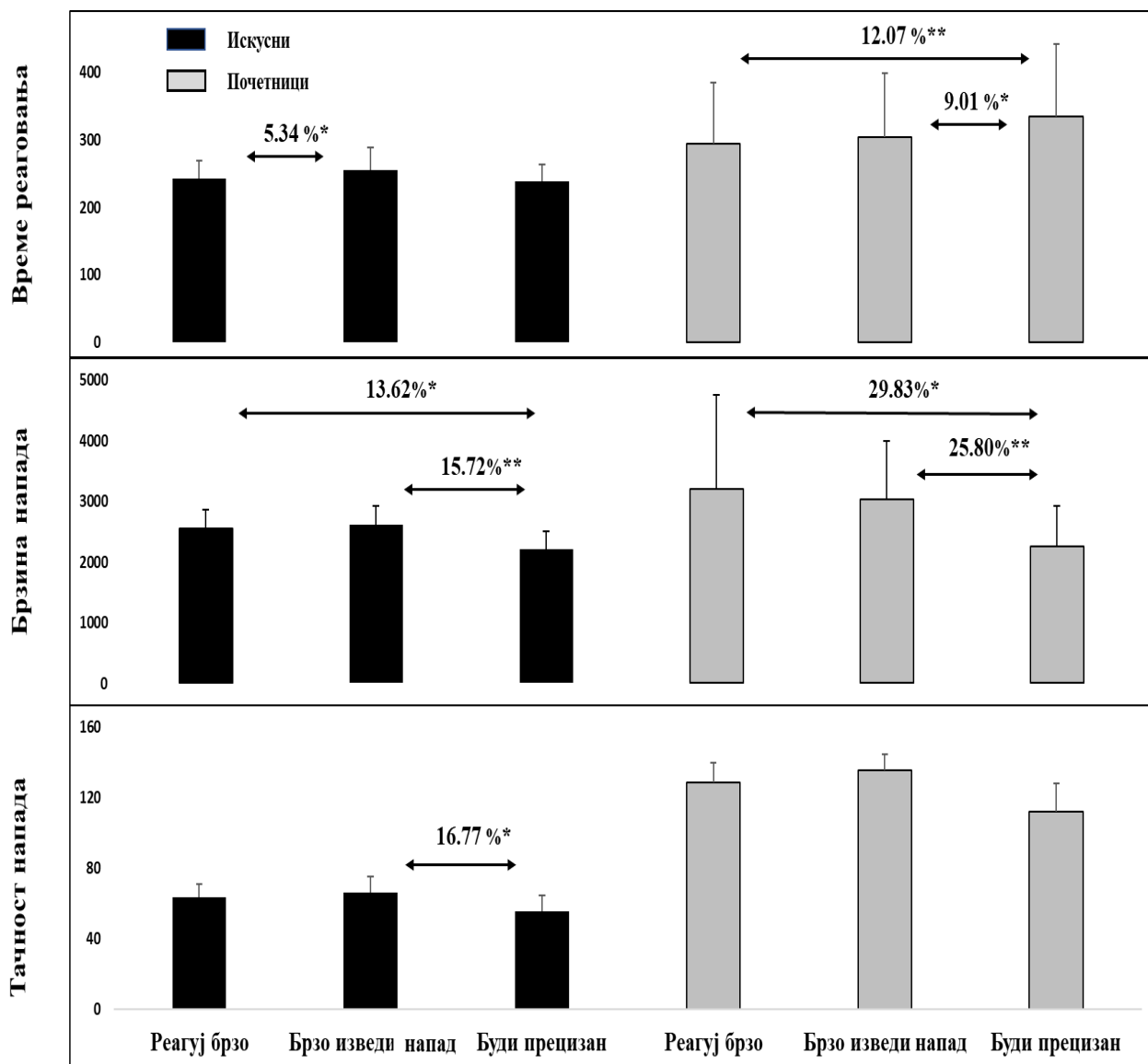
Табела 8. Дескриптивни показатељи за обе групе испитаника за време реаговања остварених при различитим инструкцијама.

Група	Инструкција	Ср. вред.	Ст. дев.	Ст. грешка	сV(%)	95% CI	
						Доња граница	Горња граница
Искусни	Реагуј брзо	241.95	26.40	8.35	10.91	223.06	260.84
	Брзо изведи напад	255.60	33.07	10.46	12.94	231.94	279.26
	Буди прецизан	238.90	24.92	7.88	10.43	221.07	256.73
Почетници	Реагуј брзо	293.70	90.77	28.70	30.90	228.77	358.63
	Брзо изведи напад	303.90	95.10	30.07	31.29	235.87	371.93
	Буди прецизан	334.00	108.73	34.38	32.55	256.22	411.78

Ср. вред. – средња вредност; Ст. дев. - стандардна девијација; Ст. грешка – стандардна грешка; сV- коефицијент варијације; 95% CI- интервали поузданости

На основу свега што је претходно изложено може се констатовати да је утицај инструкција постојао, али само у одређеној мери. Утицај није био потпун јер се при различитим инструкцијама код различитих параметара напада утицај инструкције није показао статистички значајним (Слика 18.). Приликом мерења времена реаговања код искусних такмичара, при инструкцијама „реагуј брзо“ и „буди прецизан“, није било разлике тј. просечно време реаговања је било приближно једнако (Табела 8.). Слично томе, код почетника није било значајне разлике у времену реаговања при инструкцијама „реагуј брзо“ и „брзо изведи напад“. Даље, када је праћена брзина напада, код обе групе испитаника није било значајне разлике између инструкције „реагуј брзо“ и „брзо изведи напад“. Претпоставило се да ће различито усмерење пажње (спољашње у односу на унутрашње)

допринети испољавању разлике у брзини покрета, међутим то се није показало као тачно. Насупрот томе, брзина напада је код почетника чак била већа при инструкцији „реагуј брзо“ (видети Табела 5.).



Слика 18. Поређење утицаја инструкције на варијабле напада код искусних мачевалаца и почетника, измерена у односу на **варијабилну грешку**. Приказани резултати представљају средње вредности и стандардну девијацију

Када је у питању тачност напада (измереног на основу апсолутне грешке) резултати су показали још мање разлике између инструкција. Тако на пример, једина добијена статистички значајна разлика била је између инструкција „брзо изведи напад“ и „буди прецизан“. Анализирајући просечне вредности (видети табела 6.) код обе групе испитаника апсолутна грешка прецизности била је најмања при инструкцији „буди прецизан“, што иде у прилог првобитној идеји да ће усмерење пажње испитаника на прецизност ипак допринети побољшању исте. У сваком случају може се констатовати да је утицај инструкције постојао, али можда не у очекиваној мери, и да би према томе било пожељно наставити са сличним истраживањима уз евентуално унапређење постојеће методологије.

8. ЗАКЉУЧАК

У односу на постављене циљеве, у овој студији истраживање је изведено кроз два експеримента:

- Испитивање утицаја спортске специјализације на брзину простог и изборног времена реаговања, као и на брзину обраде информација код мачевалаца различитог нивоа обучености;

- Испитивање утицаја инструкције на ефикасност напада код мачевалаца различитог нивоа обучености, као и утицаја инструкције на размену брзине и прецизности.

Све изабране варијабле (време реаговања, брзина напада и прецизност) су испитиване у неколико експерименталних услова употребом тестова који су симулирали услове такмичарске борбе. На основу добијених резултата, а у складу са постављеним циљевима, може се закључити:

1. Време реаговања се повећавало са бројем алтернатива стимулус-одговор (Изборно-ВР4 > Изборно-ВР2 > Просто – ВР), при чему су почетници у поређењу са искусним мачеваоцима увек остваривали дуже време реаговања;

2. Регресиони нагиби засновани на времену реаговања и броју алтернатива стимулус-одговор су код почетника били под већим углом, што сугерише да су искусни мачеваоци брже доносили одлуке током фазе избора одговора;

3. Резултати првог дела студије сугеришу да се способност за брзим одговором на специфичан мачевалачки стимулус може побољшати тренингом, што је са повећањем броја алтернатива стимулус-одговор довело до разлика између група.

4. Код искусних мачеваоца, инструкција „реагуј брзо“, довела је до значајног утицаја на ефикасност напада. Тиме је потврђен значај „спољашњег“ усмерења пажње приликом извођења специфичног задатка код искусних спортиста;

5. Код почетника, инструкција „буди прецизан“ није довела до значајног утицаја на ефикасност напада, чиме није потврђена претпоставка да ће и код почетника већи ефекат уследити ако је присутно „спољашње“ усмерење пажње. Међутим ни „унутрашње“ усмерење пажње, са инструкцијом „брзо изведи напад“, за које се могло претпоставити да ће бити ефикасније за почетнике, није се значајно разликовало.

6. Утицај инструкције на размену брзине и прецизности био је остварен код обе групе када је праћена брзина извођења напада, и то тако што је при инструкцији која је усмеравала на прецизност дошло до значајно спорије брзине напада. У случају прецизности није се јавио довољно значајан ефекат инструкције. Код групе искусних мачеваоца је само делимично доказан утицај инструкције на прецизност (апсолутна грешка) док су код почетника у оба случаја изостали значајни ефекти инструкције.

9. ПРЕПОРУКЕ ЗА БУДУЋА ИСТРАЖИВАЊА

За крај треба напоменути неколико потенцијалних ограничења наше студије које свакако треба узети у обзир за будући развој студија овог типа.

По питању времена реаговања и брзине обраде информација, потребно би било испитати више од два нивоа експертизе и/или укључити различите популације спортиста за даље истраживање времена реаговања у специфичном спортском окружењу. Штавише, било би неопходно истражити да ли нагиб заснован на времену реаговања и броју алтернатива стимулус-одговор такође прати линеарну регресију када је више од четири алтернативе стимулус-одговор присутно (на пр. Изборно-ВР 8). Будуће студије би такође требало да размотре унапређење методологије истраживања овог типа, укључивањем тактилних стимулуса или не-алоцентричну тачку гледања, вероватно уз помоћ тродимензионалне технологије виртуелне реалности.

По питању утицаја инструкција на ефикасност напада и размену брзине и прецизности, првенствено би требало неком од наредних студија проверити практичан значај и могућу даљу употребу индекса ефикасности напада који је у овој студији по први пут изложен. Када је реч о утицају инструкције на размену брзине и прецизности, недостатак ове студије се огледа у немогућности испитаника да изведу реалан убод мачем у изабрану мету (део тела на моделу) што би неком од наредних студија било пожељно исправити.

У коначном може се рећи да би било добро у будућим истраживањима поред употребе тродимензионалне технологије (што би поспешило реалност стимулуса) омогућити и осећај реалног бода тако што би се на пример приказ специфичног стимулуса пројектовао на површину која би омогућила директан убод мачем.

10. ЛІТЕРАТУРА

1. Abernethy, B. (1987). Anticipation in sport: A review. *Physical Education Review*, 10, 5–16.
2. Abernethy, B., Wood, J.M., & Parks, S. (1999). Can the anticipatory skills of experts be learned by novices? *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 70, 313–318.
3. Abernethy, B., Hanna, A., & Plooy, A. (2002). The attentional demands of preferred and non-preferred gait patterns, *Gait & Posture*, vol. 15, no. 3, pp. 256–265.
4. Al-Abood, S. A., Bennett, S. J., Hernandez, F. M., Ashford, D., & Davids, K. (2002). Effects of verbal instructions and image size on visual search strategies in basketball free throw shooting. *Journal of Sports Sciences*, 20, 271-278.
5. Allard, F., Graham, S. & Paarsalu, M.E. (1980). Perception in sport: Basketball. *Journal of Sport Psychology* 2, 14-21.
6. Allard, F. & Starkes, J.L. (1980). Perception in sport: Volleyball. *Journal of Sport Psychology* 2, 22-53.
7. Andersen, T., & Dorge, H. (2011). The influence of speed of approach and accuracy constraint on the maximal speed of the ball in soccer kicking. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 21, 79–84.
8. Atkinson, R.C., & Shiffrin, R.M. (1971). The control of short-term memory. *Scientific American*, 225, 82-90.
9. Baddeley, A. (2003). Working memory: Looking back and looking forward. *Nature Reviews: Neuroscience*, 4, 829-839.
10. Bagherli, J., Musavi, V. & Mokhtari, P. (2011). Effects of Arousal and Activation on Simple and Discriminative Reaction Time in a Stimulated Arousal State. *World Applied Sciences Journal* 12 (10): 1877-1882.
11. Balkó, Š., Borysiuk, Z., Balkó, I., & Špulák, D. (2016). The influence of different performance level of fencers on muscular coordination and reaction time during the fencing lunge. *Archives of Budo*, 12, 49–59.
12. Balkó, Š., Borysiuk, Z., & Šimonek, J. (2016). The influence of different performance level of fencers on simple and choice reaction time. *Brazilian Journal of Kinanthropometry and Human Performance*, 18(4), 391–400.
13. Barth, B., & Beck, E. (2006). The Complete Guide to Fencing. *Meyer & Meyer Sport (UK) Ltd.*
14. Beilock, S.L., Carr, T.H., MacMahon, C. and Starkes, J.L. (2002). When paying attention becomes counterproductive: impact of divided versus skill-focused attention on novice and experienced performance of sensorimotor skills. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 8, 6–16.
15. Beilock, S.L., Bertenthal, B.I., McCoy, A.M., & Carr, T.H. (2004). Haste does not always make waste: Expertise, direction of attention, and speed versus accuracy in performing sensorimotor skills. *Psychonomic Bulletin & Review*, 11, 373-379.
16. Bell, J., & Hardy, J. (2009). Effects of Attentional Focus on Skilled Performance in Golf. *Journal of applied sport psychology*, 21: 163–177, 200.
17. Bideau, B., Kulpa, R., Vignais, N., Brault, S., Multon, F., & Craig, C. (2010). Using virtual reality to analyze sports performance. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 30, 14–21.
18. Borysiuk, Z. (2008). The significance of sensorimotor response components and EMG signals depending on stimuli type in fencing. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis.*, 38(1), 43–51.
19. Borysiuk, Z., & Waśkiewicz, Z. (2008). Information Processes, Stimulation and Perceptual Training in Fencing. *Journal of Human Kinetics*, 2008; 19: 63–83.
20. Borysiuk, Z., & Cynarski, W. (2010). Psychomotor aspects of talent identification: A new approach in the case of fencing. *Archives of Budo* 6(2):91-94.
21. Chen T., Wong D., Wang, Y., Ren, S., Yan, F., Zhang, M. (2017). Biomechanics of fencing sport: A scoping review. *PLoS ONE* 12(2): e0171578.

22. Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences (2nd ed.)*. Hillsdale, MI: Lawrence Erlbaum Associates.
23. Czajkowski Z. (2001). About the specificity of energy and coordination abilities. *Sport Wyczyn*. 11/12:37-43 (in Polish; English abstract).
24. Czajkowski Z. (2005). *Understanding Fencing*. SKA Swordplay Books, Staten Island, NY.
25. Delignières, D., Brisswalter, J. & Legros, P. (1994). Influence of physical exercise on choice reaction time in sport experts: the mediating role of resource allocation. *Journal of Human Movement Studies*, 27, 173-188.
26. Donders, F.C. (1969). *On the speed of mental processes*. In W.G. Koster (Ed. & Trans.), *Attention and performance II*. Amsterdam: North – Holland. (Original work published in 1868).
27. Drenovac, M. (2010). *Kronometrija dinamike mentalnog procesiranja (Chronometry of dynamics of mental processing)*. Osijek, HR: Filozofski fakultet.
28. Englert, C., & Bertrams, A. (2014). The effect of ego depletion on sprint start reaction time. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 36(5), 506–515.
29. Ericsson, K.A., Chase, W.G., & Faloon, S. (1980). Acquisition of a memory skill. *Science*, 208, 1181-1182.
30. Etnyre, B. R. (1998). Accuracy characteristics of throwing as a result of maximum force effort. *Perceptual and Motor Skills*, 86, 1211–1217.
31. Fairbrother, J. (2010). *Fundamentals of motor behavior*. Champaign, IL: Human Kinetics.
32. Farrow, D., & Abernethy, B. (2003). Do expertise and the degree of perception-action coupling affect natural anticipatory performance? *Perception*, 32, 1127–1140.
33. Fitts, P.M., & Seeger, C.M. (1953). S-R compatibility: Spatial characteristics of stimulus and response codes. *Journal of Experimental Psychology*, 46, 199-210.
34. Fitts, P.M., & Deininger, R.L. (1954). S-R compatibility: Correspondence among paired elements within stimulus and response codes. *Journal of Experimental Psychology*, 48, 483-492.
35. Fitts, P. M. (1954). The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement. *Journal of Experimental Psychology*, 47, 381–391.
36. Fitts, P.M. & Peterson, J.R. (1964). Information capacity of discrete motor responses. *Journal of Experimental Psychology*, 67, 103-112.
37. Fontani, G., Lodi, L., Felici, A., Migliorini, S., & Corradeschi, F. (2006). Attention in athletes of high and low experience engaged in different open skill sports. *Perceptual and Motor Skills*, 102, 791-805.
38. Garland, J.D & Barry, R.J. (1991). Cognitive advantage in Sport: The nature of perceptual structures. *The American Journal of Psychology*, vol 104, No. 2 (Summer, 1991), pp. 211-228.
39. Goodale, M.A., & Servos, P. (1996). *Visual control in prehension*. In H. N. Zelaznik (Ed.), *Advances in motor learning and control* (pp. 87–122). Champaign, IL: Human Kinetics.
40. Gray, R. (2004). Attending to the execution of a complex sensorimotor skill: Expertise differences, choking, and slumps. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 10, 42-54.
41. Guan, Y., Guo, L., Wu, N., Zhang, L., Warburton, D. (2018). Biomechanical insights into the determinants of speed in the fencing lunge. *European Journal of Sport Science*, 18(2):201-208.
42. Guilhem, G., Giroux, C., Couturier, A., Chollet, D., Rabita, G. (2014). Mechanical and muscular coordination patterns during a high-level fencing assault. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 46(2):341-50.
43. Gutierrez-Davila, M., Rojas, F. J., Antonio, R., & Navarro, E. (2013). Effect of uncertainty on the reaction response in fencing. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 84(1), 16–23.
44. Gutierrez-Davila, M., Rojas, F.J., Antonio, R., & Navarro, E. (2013). Response timing in the lunge and target change in elite versus medium-level fencers. *European Journal of Sport Science*. 13(4):364-71.
45. Haywood, K.M., & Getchell, N. (2001). *Life Span Motor Development*. Human Kinetics, Champaign, IL., 390 pp.

46. Henry, F.M., & Rogers, D.E. (1960). Increased response latency for complicated movements and a “memory drum” theory of neuromotor reaction. *Research Quarterly*, 31, 448-458.
47. Helsen, W. & Pauwels, J.M. (1990). Analysis of visual search activity in solving tactical game problems In: D. Brogan and K. Carr (eds.), *Visual search* (pp. 177-184). London: Taylor and Francis.
48. Hick, W.E. (1952). On the rate of gain of information. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 4, 11-26.
49. Houlston, D.R., & Lowes, R. (1993). Anticipatory cue-utilization processes amongst expert and nonexpert wicketkeepers in cricket. *International Journal of Sport Psychology*, 24, 59–73.
50. Hyman, R. (1953). Stimulus information as a determinant of reaction time. *Journal of Experimental Psychology*, 45, 188-196.
51. Indermill, C., & Husak, W. S. (1984). Relationship between speed and accuracy in an overarm throw. *Perceptual and Motor Skills*, 59, 219–222.
52. Keele, S.W. (1986). *Motor control*. In K.R. Boff, L. Kaufman & J.P. Thomas (Eds.), *Handbook of perception and performance* (pp. 30.1-30.60). New York: Wiley.
53. Klapp, S.T., & Erwin, C.I. (1976). Relation between programming time and duration of the response being programmed. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 2, 591-598.
54. Klapp, S.T. (1995). Motor response programming during simple and choice reaction time: The role of practice. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 21, 1015-1027.
55. Klapp, S.T. (1996). *Reaction time analysis of central motor control*. In H.N. Zelaznik (Ed.). *Advances in motor learning and control* (pp.13-35). Champaign, IL: Human Kinetics.
56. Kokubu, M., Ando, S., Kida, N., & Oda, S. (2006). Interference effects between saccadic and key-press reaction times of volleyball players and nonathletes. *Perceptual and Motor Skills*, 103(3), 709–716.
57. Koprivica, V. (2013). *Teorija sportskog treninga. Deo 1.* (Beograd: 3D+). Beograd.
58. Kovacs, C. & Bories, T. (2010). Effects of Increased Physiological Arousal on Upper Extremity Reaction and Movement Times in Healthy Young Adults. *American Journal of Neuroscience* 1 (2): 28-33.
59. Lees, A., & Nolan, L. (2002). Three-dimensional kinematic analysis of the instep kick under speed and accuracy conditions. In W. Spinks, T. Reilly, & A. Murphy (Eds.), *Science and football IV* (pp. 16–21). London, England: Routledge.
60. Loomis, J.M., Blascovich, J.J., & Beall, A.C. (1999). Immersive virtual environment technology as a basic research tool in psychology. *Behavior Research Methods*, 31, 557–564.
61. Lukovich I. (1997) *Fencing: The Modern International Style*. Staten Island, NY. SKA Swordplay Books.
62. Mann, D. T. Y., Williams, A. M., Ward, P., & Janelle, C. M. (2007). Perceptual-cognitive expertise in sport: A meta-analysis. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 29(4), 457–478.
63. Martniuk, R. G. (1976). *Information processing in motor skills*. Holt, Rinehart and Winston.
64. Massaro, D.W. (1989). *Experimental psychology: An information processing approach*. San Diego: Harcourt Brace Jovanovich.
65. Merkel, J. (1885). Die zeitlichen Verhältnisse der Willensthätigkeit. *Philosophische Studien*, 2, 73-127. (Cited in Woodworth, R.S. (1938). *Experimental psychology*. New York: Holt.).
66. Miller, G.A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63, 81-97.
67. Mori, S., Ohtani, Y., & Imanaka, K. (2002). Reaction times and anticipatory skills of karate athletes. *Human Movement Science*, 21(2), 213–230.
68. Moscatelli, F., Messina, G., Valenzano, A., Monda, V., Viggiano, A., Messina, A., Cibelli, G. (2016). Functional assessment of corticospinal system excitability in karate athletes. *PloS One*, 11(5).

69. Mouelhi, G., Bouzaouach, I., Tenenbaum, G., Ben Kheder, A., Feki, Y., & Bouaziz, M. (2006). Simple and choice reaction times under varying levels of physical load in high skilled fencers. *The Journal of sports medicine and physical fitness* 46(2):344-51.
70. Mowbray, G. H., & Rhoades, M. V. (1959). On the reduction of choice reaction times with practice. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 11(1), 16–23.
71. Mroczek, D., Kawczynski, A., & Chmura, J. (2011). Changes of reaction time and blood lactate concentration of elite volleyball players during a game. *Journal of Human Kinetics*, 28, 73–78.
72. Mroczek, D., Kawczynski, A., Superlak, E., & Chmura, J. (2013). Psychomotor performance of elite volleyball players during a game. *Perceptual and Motor Skills*, 117(3), 801–810.
73. Mudric, M., Cuk, I., Nedeljkovic, A., Jovanovic, S., & Jaric, S. (2015). Evaluation of Video-based method for the measurement of reaction time in specific sport situation. *International Journal of Performance Analysis in Sport* 15, 1077-1089.
74. Müller, S., Abernethy, B., & Farrow, D. (2006). How do world-class cricket batsmen anticipate a bowler's intention? *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 59, 2162–2186.
75. Nishisato, S. (1966). Reaction time as a function of arousal and anxiety. *Psychonomic Science*, Volume 6, Issue 4, pp 157–158.
76. Qesada, D.C., & Schmidt, R.A. (1970). A test of the Adams-Creamer decay hypothesis for the timing of motor responses. *Journal of Motor Behavior*, 2, 273-283.
77. Peiyong, Z., & Inomata, K. (2012). Cognitive strategies for goalkeeper responding to soccer penalty kick. *Perceptual and Motor Skills*, 115(3), 969–983.
78. Perkins-Ceccato, N., Passmore, S.R., Lee, T.D. (2003). Effects of focus of attention depend on golfers' skill. *Journal of Sports Sciences*, 21, 593–600.
79. Pinder, R. A., Davids, K., Renshaw, I., & Araújo, D. (2011). Representative learning design and functionality of research and practice in sport. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 33(1), 146–155.
80. Plamondon, R., & Alimi, A. M. (1997). Speed/accuracy trade-offs in target-directed movements. *Behavioral and Brain Sciences*, 20, 279–349.
81. Porter, M.J., & Magill, A.R. (2010). Systematically increasing contextual interference is beneficial for learning sport skills. *Journal of Sports Sciences*, 28(12): 1277–1285.
82. Porter, J. M., Wulf, G., Nolan, R., & Ostrowski, E. (2010). Instructions that promote an external focus of attention benefit agility performance. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 32, S119-120.
83. Porter, J.M., Anton, M.P, & Will, F.W.W. (2011). Increasing the Distance of an External Focus of Attention Enhances Standing Long Jump Performance. *The Journal of Strength and Conditioning research*. 26(9):2389-93.
84. Proctor, R.W., & Dutta, A. (1995). *Skill acquisition and human performance*. Thousand Oaks, CA: Sage.
85. Ripoll, H. (1991). The understanding-acting process in sport: The relationship between the semantic and the sensorimotor visual function. *International Journal of Sport Psychology*, 22, 221–243.
86. Ripoll, H., Kerlirzin, Y., Stein, J. F., & Reine, B. (1995). Analysis of information processing, decision making, and visual strategies in complex problem-solving sport situations. *Human Movement Science*, 14(3), 325–349.
87. Roca, A., & Williams, A. M. (2016). Expertise and the interaction between different perceptual-cognitive skills: implications for testing and training. *Frontiers in Psychology*, 7, 792.
88. Roi, G.S. & Bianchedi, D. (2008). The Science of Fencing. *Sports Medicine*, 38 (6): 465-481.
89. Sadowski, J., Gierczuk, D., Miller, J., & Cieśliński, I. (2012). Success factors in elite WTF taekwondo competitors. *Archives of Budo*, 8(3), 141–146.
90. Schmidt, R. A., Zelaznik, H. N., & Frank, J. S. (1978). *Sources of inaccuracy in rapid movement*. In G. E. Stelmach (Ed.), *Information processing in motor control and learning* (pp. 183–203). New York, NY: Academic Press.

91. Schmidt, R. A., Zelaznik, H. N., Hawkins, B., Frank, J. S., & Quinn, J. T. (1979). Motor output variability: theory for the accuracy of rapid motor acts. *Psychological Review*, 86, 415–451.
92. Schmidt R., & Wrisberg, C. (2004). *Motor Learning and Performance*. 3rd Ed. Human Kinetics, Champaign, IL.
93. Schmidt R., & Lee, T. (2005). *Motor Control and learning: a behavioral emphasis*. 4th Ed. Human Kinetics, Champaign, IL.
94. Seibel, R. (1963). Discrimination reaction time for a 1,023-alternative task. *Journal of Experimental Psychology*, 66(3), 215–226.
95. Shiffrar M., & Freyd J. (1990). Apparent motion of the human body, “*Psychological Science*” 1, pp. 257-264.
96. Shim, J., Carlton, G.L., Chow, W.J & Chae, Woen-Sik. (2005). The use of anticipatory visual cues by highly skilled tennis players. *Journal of Motor Behavior*. Volume 37, issue 2, 164-175.
97. Small, A.M. (1990). Foreword. In R.W. Proctor & T.G. Reeve (Eds.), *Stimulus-response compatibility: An integrated perspective* (pp. v-vi). Amsterdam: Elsevier.
98. Solley, W.H. (1952). The effects of verbal instruction of speed and accuracy upon the learning of a motor skill. *Research Quarterly*, 23, 231-240.
99. Sperling, G. (1960). The information available in brief visual presentations. *Psychological Monographs*, 74 (11, Whole No. 498).
100. Starkes J.L., & Ericsson, K.A. (2003). *Expert Performance in Sports*. Human Kinetics, Champaign, IL.
101. Sternberg, S. (1969). The discovery of processing stages: Extensions of Donders method. In W.G. Koster (Ed.), *Attention and performance II*, pp. 276-315. Amsterdam: North-Holland.
102. Stuss, D.T., Stethem, L.L., Hugenholtz, H., Picton, T., Pivik, J., & Richard, M.T. (1989). Reaction time after head injury: fatigue, divided and focused attention, and consistency of performance. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 52(6): 742–748.
103. Szabo L. (1998). *Fencing and the Master*. Staten Island, NY. SKA Swordplay Books.
104. Travassos, B., Araújo, D., Davids, K., O’Hara, K., Leitão, J., & Cortinhas, A. (2013). Expertise effects on decision-making in sport are constrained by requisite response behaviours – A meta-analysis. *Psychology of Sport and Exercise*, 14(2), 211–219.
105. Tun, P.A. & Lachman, M.E. (2008). Age Differences in Reaction time and Attention in a National Telephone Sample of Adults: Education, Sex, and Task Complexity Matter. *Developmental Psychology*; 44(5): 1421-1429.
106. Turner, A., James, N., Dimitriou, L., Greenhalgh, A., Moody, J., Fulcher, D., Mias, E., Kilduff, L. (2014). Determinants of olympic fencing performance and implications for strength and conditioning training. *Journal of strength and Conditioning research*, 28(10):3001-11.
107. Turner, A., Bishop, C., Chavda, S., Edwards, M., Brazier, J., Kilduff, L.P. (2016). Physical Characteristics Underpinning Lunging and Change of Direction Speed in Fencing. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(8):2235-41.
108. Van den Tillaar, R., & Ettema, G. (2003). Influence of instruction on velocity and accuracy of overarm throwing. *Perceptual and Motor Skills*, 96, 423–434.
109. Van den Tillaar, R., & Ettema, G. (2006). A comparison between novices and experts in overarm throwing under the influence of type of instruction. *Perceptual and Motor Skills*, 103, 503–514.
110. Van den Tillaar, R., & Ulvik, A. (2014). Influence of Instruction on Velocity and Accuracy in Soccer Kicking of Experienced Soccer Players. *Journal of Motor Behavior*, vol. 46, no. 5.
111. Vass, I. (2003). *Epee Fencing: A complete System – revised edition*. SKA Swordplay Books, Staten Island, NY.
112. Vignais, N., Bideau, B., Craig, C., Brault, S., Multon, F., & Delamarche, P., et al (2009). Does the level of graphical detail of a virtualhandball thrower influence a goalkeeper’s motor response? *Journal of Sports Science and Medicine*, 8, 501–508.

113. Vignais, N., Kulpa, R., Brault, S., Presse, D., & Bideau, B. (2015). Which technology to investigate visual perception in sport: video vs. virtual reality. *Human Movement Science*, 39, 12–26.
114. Wang, J. (2009). Reaction-time training for elite athletes: A winning formula for champions. *International Journal of Coaching Science*, 3(2), 67–78.
115. Williams, A., Davids, K., Burwitz, L., & Williams, J. (1994). Visual search strategies in experienced and inexperienced soccer players. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 65, 127.
116. Williams, A., & Davids, K. (1998). Visual search strategy, selective attention, and expertise in soccer. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 69, 111.
117. Williams, A.M., Davids, K., & Williams, J.G.P. (1999). *Visual perception and action in sport*. Oxford, England: Taylor & Francis.
118. Williams, L.R., & Walmsley, A. (2000). Response timing and muscular coordination fencing: A comparison of elite and novice fencers. *Journal of Science and Medicine in Sport*, Volume 3, Issue 4, p460-475.
119. Williams, A.M., Vickers, J., & Rodrigues, S. (2002). The effects of anxiety on visual search, movement kinematics, and performance in table tennis: A test of Eysenck and Calvo's processing efficiency theory. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 24, 438–455.
120. Witte, K., Emmermacher, P., Bandow, N., & Masik, S. (2012). Usage of virtual reality technology to study reactions in karate-kumite. *International Journal of Sports Science and Engineering*, 6(1), 17–24.
121. Woodworth, R. S., & Schlosberg, H. (1954). *Experimental psychology* (re. ed.). New York: Holt, Rinehart & Winston.
122. Wulf, G., McConnel, N., Gärtner, M., & Schwarz, A. (2002). Enhancing the learning of sport skills through external-focus feedback. *Journal of Motor Behavior*, 34, 171-182.
123. Wulf, G., Weigelt, M., Poulter, D. R., & McNevin, N. H. (2003). Attentional focus on super-postural tasks affects balance learning. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 56, 1191-1211.
124. Wulf, G. (2007). Attentional focus and motor learning: Gabriele Wulf on target. *E-Journal Bewegung und Training*, 1, 2-3.
125. Wulf, G., Zachry, T., Granados, C., & Dufek, J.S. (2007). Increases in jump-and-reach height through an external focus of attention. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 2, 275-284.
126. Wulf, G., & Su, J. (2007). An external focus of attention enhances golf shot accuracy in beginners and experts. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 78, 384-389.
127. Yiou, E. & Do, M. (2000). In fencing, does intensive practice equally improve the speed performance of the touche when it is performed alone and in combination with the lunge? *International journal of sports medicine*, 21(2):122-6.
128. Yotani, K., Tamaki, H., Kirimoto, H., Yuki, A., Kitada, K., Maesaka, S., & Ogita, F. (2013). Response time and muscle activation patterns of the upper limbs during different strikes in kendo. *Archives of Budo*, 9(2), 101–106.

Прилог 1. Копија одобрења Етичког комитета Факултета спорта и физичког васпитања за реализацију предложених експеримената

UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET SPORTA I FIZIČKOG VASPITANJA
- ETIČKI KOMITET

UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET SPORTA I FIZIČKOG VASPITANJA
02 Бр. 11/20-2
15-01-2020 20
БЕОГРАД, Београдска Палата 156

Predmet: Na zahtev zaveden pod brojem 02-11/20-1 od 08.01.2020. koji je podneo Marko Milić kao studenti doktorskih studija, Etički komitet Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja Univerziteta u Beogradu daje

S A G L A S N O S T

Za realizaciju istraživanja pod nazivom "**Brzina obrade informacija i uticaj instrukcija na efikasnost napada u mačevanju**", mentor prof. dr Aleksandar Nedeljković.

O b r a z l o ž e n j e

Na osnovu uvida u nacrt istraživanja koje se realizuje pod nazivom nazivom "**Brzina obrade informacija i uticaj instrukcija na efikasnost napada u mačevanju**", mentor prof. dr Aleksandar Nedeljković, Etički komitet iznosi mišljenje da se, kako u konceptu tako i u planiranju realizacije istraživanja i primene dobijenih rezultata, polazilo od principa koji su u skladu sa etičkim standardima, čime se obezbeđuje zaštita ispitanika od mogućih povreda njihove psihosocijalne i fizičke dobrobiti.

U skladu sa iznetim mišljenjem Etički komitet Fakulteta daje saglasnost za realizaciju planiranog istraživanja.

Za etički komitet

Članovi

1. prof. dr Dušan Mitić
2. prof. dr Marina Đorđević-Nikić
3. prof. dr Ana Orlić



Прилог 2. Формулар за сагласност са експерименталном процедуром

ФОРМУЛАР ЗА САГЛАСНОСТ СА ЕКСПЕРИМЕНТАЛНОМ ПРОЦЕДУРОМ

Истраживачки пројекат: „Брзина обраде информација и утицај инструкција на ефикасност напада у мачевању“

Истраживачи: Марко Милић, студент ДА

Др. Иван Ћук

Др. Милош Мудрић

ИМЕ И ПРЕЗИМЕ ИСПИТАНИКА: _____

1. НАМЕНА И ОПИС ИСТРАЖИВАЊА

Ви сте замољени да учествујете у истраживачком пројекту Универзитета у Београду. Циљ пројекта је да испита брзину обраде информација код мачевалаца различитог експертског нивоа и како инструкција утиче на ефикасност њиховог напада.

Ви ћете бити један од 20 здравих и физички активних учесника старих између 18 и 30 година. Ми ћемо мерити брзину обраде информација тако што ћемо измерити вашу брзину реаговања при различитим специфичним мачевалачким ситуацијама, као и утицај одређене инструкције на ефикасност вашег напада. Тестови ће се обавити тако што ћете стајати испред пројекционог платна на удаљености од 2м, на којем ће бити приказани одређене мачевалачке технике. Време реаговања на задате ситуације ћемо измерити уз помоћ три инфрацрвене камере и два ретро-рефлективна маркера, од којих која ће један бити постављен на зглоб ручја ваше доминантне руке, а други постављен на врху мача.

Ваше учешће у овом пројекту обухвата један експеримент који ће се обавити у две сесије.

Сесија 1: Тестирање ће се обавити као једна целина у току једног дана. Тестирање ће трајати приближно између 45 и 60 минута. У овој сесији ћемо мерити просто и изборно време реаговања у специфичним мачевалачким условима.

Сесија 2: Тестирање ће се обавити као једна целина у току једног дана. Тестирање ће трајати приближно између 45 и 60 минута. У овој сесији ћемо мерити утицај инструкције на ефикасност вашег напада.

2. УСЛОВИ УЧЕШЋА У ЕКСПЕРИМЕНТУ

Сви добијени резултати и информације ове студије биће третиране као поверљиве. Ви лично нећете бити идентификовани као учесник, изузев по вашем броју/шифри која ће бити позната само истраживачима. У случају повреде примићете прву помоћ. Ако вам буде потребна додатна помоћ, ви ћете бити за њу одговорни. Имаћете право да прекинете ваше учешће у експерименту у било ком тренутку.

3. КРИТЕРИЈУМ ЗА УЧЕШЋЕ У ЕКСПЕРИМЕНТУ

Неће бити могуће учешће као испитаник у експерименту уколико патите од било каквих кардиоваскуларних или неуролошких обољења. Такође, уколико су присутне било какве повреде које могу да утичу на резултат експеримента или које могу да буду погоршане вашим учешћем у експерименту.

4. РИЗИК И БЕНЕФИЦИЈЕ

МОГУЋИ РИЗИК: Као и код било каквог вежбања, постоји ризик мишићног замора и упале. Међутим, оба фактора су пролазна и без трајних последица.

5. КОНТАКТИ

У случају да имате било какво питање у вези са студијом, позовите студента ДА Марка Милића, на тел: 064-176-9010. Питања у вези ваших права као учесника експеримента можете поставити шефу Етичке комисије Факултета спорта и физичког васпитања, Универзитета у Београду (011-353-1100).

6. ПОТВРДА ИСПИТАНИКА

Прочитао сам овај документ и разумео природу свог учешћа, а захтеви, ризици и бенефиције су ми објашњени. Свестан сам ризика и разумем да сам у могућности да повучем свој пристанак за учешће у експерименту у сваком тренутку и без икаквих консеквенци и губитка бенефиција. Копија овог документа ми је предата.

7. ПОТПИСИ

Потпис испитаника: _____

Датум: _____

ORIGINAL ARTICLE

Comparison of reaction time between beginners and experienced fencers during quasi-realistic fencing situations

MARKO MILIC¹, ALEKSANDAR NEDELJKOVIC¹, IVAN CUK², MILOS MUDRIC¹, & AMADOR GARCÍA-RAMOS^{3,4}

¹Faculty of Sport and Physical Education, University of Belgrade, Belgrade, Serbia; ²Faculty of Physical Culture and Sports Management, Singidunum University, Belgrade, Serbia; ³Faculty of Sport Sciences, Department of Physical Education and Sport, University of Granada, Granada, Spain & ⁴Faculty of Education, Department of Sports Sciences and Physical Conditioning, Universidad Católica de la Santísima Concepción, Concepción, Chile

Abstract

This study aimed (I) to investigate the impact of the number of stimulus-responses alternatives on reaction time (RT) under quasi-realistic fencing situations, and (II) to elucidate whether the regression slope based on the RT and the number of stimulus-responses alternatives could distinguish between beginners and experienced fencers. Ten beginners (7 men) and 10 experienced (6 men) fencers participated in the study. A video-based method was used to present four typical fencing movement techniques (i.e. “stimulus”) after which the participants had to perform an offensive (high or low attack) or defensive (high or low defence) action (i.e. “response”). The simple-RT (specific stimulus known in advance), 2Choice-RT (only defensive or offensive stimuli), and 4Choice-RT (all possible stimuli) were evaluated. The increase in the number of stimulus-responses alternatives was associated with higher RT (4Choice-RT > 2Choice-RT > Simple-RT; $p < 0.05$). Beginners always presented higher RT compared to fencers (range: 25.5–34.8%; $p < 0.05$) and also showed a steeper slope of the relationship between RT and the number of stimulus-responses alternatives (range: 35.2–55.2%; $p < 0.05$). These results suggest that the capability to quickly respond to specific fencing stimuli increases with training experience, being the differences accentuated with increasing number of stimulus-responses alternatives.

Keywords: Fencing, quickness, perception-action coupling, simple reaction time, choice reaction time

Highlights

- Reaction time increased with the number of stimulus-responses alternatives (4Choice-RT > 2Choice-RT > Simple-RT).
- Beginners reported a higher reaction time compared to experienced fencers regardless of the number of stimulus-responses alternatives.
- The differences in reaction time between beginners and experienced fencers were accentuated with increasing number of stimulus-responses alternatives.

Introduction

The ability of an athlete to quickly identify and respond to different stimuli can be a key factor for successful performance, particularly in combat sport such as fencing (Borysiuk, 2008), kendo (Yotani et al., 2013), karate (Mori, Ohtani, & Imanaka, 2002), and taekwondo (Sadowski, Gierczuk, Miller, & Cieśliński, 2012). The stimulus-response relationship is commonly assessed as the amount of time necessary to process the stimulus information and select an

adequate response (Schmidt & Lee, 2005). This temporal aspect of the stimulus-response relationship is commonly named reaction time (RT). Different authors have considered RT as a variable with evident logical validity for the estimation of the capacity to quickly respond to a stimulus (Englert & Bertrams, 2014; Gutierrez-Davila, Rojas, Antonio, & Navarro, 2013; Kokubu, Ando, Kida, & Oda, 2006; Mori et al., 2002; Mroczek, Kawczynski, & Chmura, 2011; Mroczek, Kawczynski, Superlak, & Chmura, 2013;

Correspondence: Amador García-Ramos, Faculty of Education, Department of Sports Sciences and Physical Conditioning, Universidad Católica de la Santísima Concepción, Catholic University of the Most Holy Concepción, Concepción, Chile. Email: amagr@ugr.es

Биографија аутора

Марко Милић је рођен 2.04.1978 године у Београду, држава Србија. Основну и средњу школу завршио је у Београду. Факултет спорта и физичког васпитања Универзитета у Београду уписао је школске 1998/1999 године. Дипломирао је на истом факултету 2005 године положивши све испите предвиђене планом и програмом студија са просечном оценом 8,54. Дипломски рад на тему „Макроциклус у мачевању“ оцењен је са највишом оценом 10. Мастер студије завршио је 2012 године положивши све испите предвиђене планом и програмом студија са просечном оценом 9,56. Завршни мастер рад на тему „Анализа такмичарске активности мачевалаца у дисциплини мач на 25. Летњој Универзијади у Београду“ оцењен је са највишом оценом 10. Докторске академске студије уписао је школске 2015/2016 - студијски програм „Експерименталне методе хумане локомоције“ под менторством проф. др Александра Недељковића.

Мачевањем се бави више од 25 година. У току такмичарске каријере био је члан јуниорске и сениорске државне репрезентације са којом је освојио неколико медаља на међународним такмичењима. Оснивач је Мачевалачког клуба „Силни“ са којим је 2003 године започео тренерску каријеру. У Мачевалачком савезу Србије био је на функцијама члана стручног савета, националног тренера у два мандата, генералног секретара и директора такмичења за Универзијаду 2009 године. Тренерски посао је обављао у иностранству у два наврата, у сезони 2009/2010 у САД (“California Fencing Academy”, San Jose) и од 2014 до 2016 у Аустрији (“UWK”, Graz). Од 2017 године ангажован је од стране Мачевалачког савеза Сингапура на позицији менаџера за врхунски резултат (“High Performance Manager”). Ожењен је и отац је двоје деце.

Објављени стручно научни радови:

1. Милић, М., Јовановић, С. и Касум, Г. (2012). Анализа такмичарске активности мачевалаца у дисциплини мач на 25. Летњој Универзијади у Београду. *Годишњак 18* (стр.83-96). Београд: Факултет спорта и физичког васпитања.
2. Milić, M., Ivanović, J., Dopsaj, M., (2012) Characteristics of the bilateral isometric forcetime and RFD-time curve of leg extensors in high trained serbian male fencers. *FACTA UNIVERSITATIS, Series: Physical Education and Sport Vol. 10, No 4, Special Issue, 2012, pp. 277 – 287.*
3. Milić, M., Ivanović, J., Dopsaj, M., (2013) Characteristics of the bilateral isometric forcetime and RFD-time curve of leg extensors in high trained serbian male fencers and general trained population. *Brazilian Journal of Biomotricity, v. 7, n. 2, p. 90-99.*
4. Milić, M., Jovanović, S. (2013) An Analysis of the scoring techniques in the function of the score of the fencers matches at the 25th Universiade in Belgrade 2009. Book of Proceeding: “FIS Communications 2013” in physical education, sport and recreation. *International Scientific Conference*, p. 85-88. Niš: Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja.
5. Milić, M., Ivanović, J., Dopsaj, M., (2015) Functional dimorphism of leg extensors Forcetime characteristics in high trained Serbian male fencers. *Serbian Journal of Sport Sciences, Year: 2015, n. 1, p. 11-19.*
6. Milic, M., Nedeljkovic, A., Cuk, I., Mudric, M., Garcia-Ramos, A. (2019). Comparison of reaction time between beginners and experienced fencers during quasi-realistic fencing situations. *European Journal of Sport Science*. DOI: 10.1080/17461391.2019.1671498.

Изјава о ауторству

Потписани - **Марко М. Милић**

Број индекса - 2015 / 5009

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

Брзина обраде информација и утицај инструкција на ефикасност напада у мачевању

- резултат сопственог 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 интелектуалну својину других лица.

Потпис аутора

У Београду, 6.2.2020.



Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора: Марко М. Милић

Број индекса: 2015/5009

Студијски програм: Експерименталне методе истраживања хумане локомоције

Наслов рада:

Брзина обраде информација и утицај инструкција на ефикасност напада у мачевању

Ментор: редовни професор др Александар Недељковић

Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао ради похрањивања у **Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског назива 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, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

Потпис аутора



У Београду, 6.2.2020.

Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

Брзина обраде информација и утицај инструкција на ефикасност напада у мачевању

која је моје ауторско дело.

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

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду и доступну у отвореном приступу могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

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

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци.

Кратак опис лиценци је саставни део ове изјаве).

Потпис аутора



У Београду, 6.2.2020.