

UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET SPORTA I FIZIČKOG VASPITANJA

Miloš R. Mudrić

**BRZINA REAGOVANJA VRHUNSKIH
KARATISTA RAZLIČITE SPECIJALIZACIJE
MERENA KORIŠĆENJEM SAVREMENE
VIDEO TEHNOLOGIJE**

Doktorska disertacija

Beograd, 2015.

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF SPORT AND PHYSICAL EDUCATION

Milos R. Mudric

**REACTION TIME OF ELITE KARATEKA OF
DIFFERENT SPECIALIZATION RECORDED
BY MEANS OF VIDEO TECHNOLOGY**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2015

MENTOR:

1. Vanredni profesor dr **Aleksandar Nedeljković**, Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, Univerzitet u Beogradu;
-

ČLANOVI KOMISIJE:

1. Redovni profesor dr **Srećko Jovanović**, Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, Univerzitet u Beogradu;
-

2. Redovni profesor dr **Slobodan Jarić**, Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, Univerzitet u Beogradu; Department of Kinesiology and Applied Physiology, University of Delaware, USA;
-

3. Redovni profesor dr **Dragan Radovanović**, Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, Univerzitet u Nišu.
-

Datum odbrane

Zahvaljujem se

Mentoru, prof. dr Aleksandru Nedeljkoviću na ukazanom poverenju, podršci i motivaciji da istrajem u svim fazama izrade doktorske disertacije.

Prof. dr Srećku Jovanoviću na bezgraničnom poverenju, nesebičnoj pomoći, savetima i podršci u svemu što radim, kao i na ogromnoj količini energije koju ulaže u mene da istrajem na putu kojim sam krenuo.

Prof. dr Slobodanu Jariću na pomoći i konstantnom motivisanju u izradi doktorske disertacije, kao i savetima u finalnom delu izrade disertacije.

Prof. dr Draganu Radovanoviću na korisnim sugestijama tokom izrade ove disertacije.

Kolegama, a pre svega prijateljima Ivanu Čuku na nesebičnoj pomoći u pripremi i sprovođenju testiranja u okviru ove disertacije, kao i Goranu Prebegu i Radivoju Mandiću na savetima i pomoći u izradi ove disertacije.

Profesorima i kolegama sa fakulteta koji su mi često pružili veliku pomoć svojim znanjima i konstruktivnim predlozima u situacijama kada je to bilo najpotrebnije i ispitanicima na uloženom velikom naporu i žrtvovanju slobodnog vremena kako bi učestvovali u testiranjima u okviru ove disertacije.

Ženi Ivani, ocu Radomiru i sestri Mariji koji su mi bezuslovno davali podršku i verovali u sve što radim.

Brzina reagovanja vrhunskih karatista različite specijalizacije merena korišćenjem savremene video tehnologije

Rezime:

Uspešno rešavanje takmičarskih situacija u sportu često zavisi od perceptivnih sposobnosti. Anticipacija i vreme reakcije kao aspekti perceptivnih sposobnosti predstavljaju faktore od kojih zavisi takmičarska uspešnost. Vreme reakcije se smatra bitnim elementom u sportovima koji zahtevaju brzo reagovanje na određene spoljašnje draži. Jedan od primera takvih sportova je karate. Razlike u vremenima prostog i izbornog reagovanja među sportistima različitih nivoa na osnovu pregledane literature pokazale su se prilično nedosledne. Karate se posebno ističe u tom pogledu. Dobijanje relevantnih vremena reagovanja u mnogome zavisi od primenjene tehnologije i mogućnosti simuliranja realnijih zadataka (testova) u odnosu na takmičarske uslove. Uglavnom, dominiraju istraživanja koja se zasnivaju na korišćenju video tehnologije (snimci ili slajdovi). Osnovni nedostaci ovih istraživanja su vezani za realnost odgovora (pritisak ili otpuštanje tastera) na prikazane podsticaje. Na osnovu navedenog, proizašao je i opšti cilj, a to je da se uporedi brzina reagovanja kod karatista različite specijalizacije merena korišćenjem savremene video tehnologije.

Na osnovu opšteg cilja planirana su i sprovedena dva eksperimenta. U *Eksperimentu 1* učestvovalo je 20 ispitanika (elitni karatisti i početnici) sa ciljem da se uradi evaluacija novog video metoda za merenje vremena reagovanja u specifičnim sportskim situacijama. Glavna novina ovog metoda se odnosi na poboljšanje ekoloških uslova merenja, a odnosi se na realnost podsticaja (video snimak jednog udaraca rukom i jednog udarca nogom) i na realnost odgovora na isti (odgovarajuće odbrambene akcije). Prvi cilj u ovom eksperimentu je bio da se proceni pouzdanost njihovog vremena reagovanja dobijenih i u uslovima prostog i izbornog reagovanja, dok se drugi cilj odnosio na procenu osetljivosti dobijenih merenja upoređivajući posmatrano vreme reagovanja kod elitnih karatista i početnika, kako u uslovima prostog reagovanja tako i

u uslovima izbornog reagovanja. U *Eksperimentu 2* osnovni cilj je bio da se uporedi brzina reagovanja kod karatista različite specijalizacije merena korišćenjem savremene video tehnologije. Brzina reagovanja se ispitivala u uslovima prostog i izbornog reagovanja korišćenjem dve realne komponente (podsticaj i odgovor). Podsticaje su činili video snimci dva udaraca rukom i dva udarca nogom, dok su odgovore predstavljali adekvatne odbrane u vidu blokova koji se primenjuju u borbenim situacijama. U eksperimentu je učestvovalo 30 ispitanika podeljenih u tri grupe od po 10 ispitanika (elitni karatisti iz dve takmičarske discipline (kate i borbe) i početnici).

Kada su pitanju rezultati u *Eksperimentu 1* oni su pokazali da su ishodi dobijenih vremena reagovanja za različite ofanzivne akcije, različite grupe i uslove bili vrlo pouzdani. Konkretno, intraklasni koeficijent korelacije (ICC) je uglavnom ostao iznad 0,9, dok je koeficijent varijacije (CV) bio ispod 6%, i standardna greška merenja (SEM) samo oko 10 ms. Većina indeksa pokazalo je veću pouzdanost merenja kod elitnih karatista nego kod početnika. Važno otkriće ogleda se u visokom stepenu osetljivosti merenja vremena reagovanja u otkrivanju razlika između grupa ispitanika i uslova testiranja. Dobijeni rezultati za obe ofanzivne akcije ukazuju na veoma značajne razlike između pojedinaca različitih nivoa obučenosti. Intervali 95% pouzdanosti ne preklapaju se ni između grupa ni između uslova. Razmatrani nalazi govore u prilog visokoj osetljivosti primenjene metode tokom snimanja vremena reagovanja i kod različitih grupa i pod različitim uslovima.

Kada su pitanju rezultati *Eksperimenta 2* treba napomenuti da su svi ispitanici reagovali brže u uslovima prostog reagovanja u odnosu na uslove izbornog reagovanja sa dve i četiri nepoznate za sve četiri ofanzivne akcije ($p < 0,01$). U 10 od 12 situacijama (3 uslova unutar svake ofanzivne akcije) ispitanici su reagovali brže u uslovima izbornog reagovanja sa dve nepoznate u odnosu na uslove izbornog reagovanja sa četiri nepoznate ($p < 0,01$). Iako nije bilo individualnih razlika u vremenu reagovanja između karatista različitih specijalizacija (borci i kataši), u svim uslovima unutar svake ofanzivne akcije (12 situacija) borci su reagovali brže nego kataši ($p < 0,01$).

Evaluiran video metod na osnovu dobijenih nalaza ukazuje da može biti veoma pouzdan i osetljiv metod za merenje vremena prostog i izbornog reagovanja u specifičnim sportskim situacijama. Korišćenjem ovog metoda mogao bi da doprinese unapređenju trenazne tehnologije karatista, posebno u poboljšanju perceptivnih

sposobnosti koje se odnose na brzinu reagovanja. Razvijanjem novog metoda sa ciljem da postane rutinski test omogućilo bi se korišćenje jednog novog i pouzdanog testa za merenje odgovora na spoljašnji stimulans u različitim situacijama u sportu.

Ključne reči: *novi video metod, elitni karatisti, vreme reagovanja*

Naučna oblast: Fizičko vaspitanje i sport

Uža naučna oblast: Teorija i tehnologija sporta i fizičkog vaspitanja

UDK broj: 796.853.26.012.13:621.397(043.3)

Reaction time of elite karateka of different specialization recorded by means of video technology

Summary:

Successful resolving of competitive situations in sport often depends on perceptual abilities. Anticipation and reaction time as aspects of perceptual skills are the actors which determine competitive efficiency. The reaction time is considered an essential element in sports that require a rapid response to specific external stimuli. Karate is an example of such sports. Differences in times of simple and choice reactions among athletes of different levels based on relevant references proved to be quite inconsistent. Karate stands out in this respect. Obtaining of relevant reaction time depends largely on the technology used and simulating realistic tasks (tests) with respect to competitive conditions. It is mainly dominated by research based on the use of video technology (tapes or slides). The main disadvantages of these investigations are related to the reality of response (pressure or release button) to the displayed incentives. The general objective also resulted from the aforesaid that is to compare the speed of reaction in the karateka of different specializations measured by using modern video technology.

Base on the general objective, two experiments were planned and carried out. The first experiment involved 20 participants (elite karate athletes and beginners) with an aim to evaluate a novel video method for measuring the reaction time of the specific sport situations. The main novelty of this method relates to the improvement of environmental measurement conditions, and refers to the reality of incentives (video recording of one punch and one kick) and the reality of the response to it (appropriate defensive actions). The first objective of this experiment was to evaluate the reliability of their time response obtained in terms of simple and choice response, while the second aim referred to estimate of the sensitivity of measurements obtained by comparing the observed response time in elite karate athletes and beginners, both in terms of simple reactions and in terms of choice response. In the second experiment, the primary objective was to compare the speed of reaction with the karateka of different

specializations measured by using modern video technology. Speed of response was examined in terms of simple and choice reactions using two real components (stimulus and response). Incentives consisted of videos of two punches and two kicks, while the answers were adequate defenses in the form of blocks which are used in combat situations. The experiment involved 30 subjects divided into three groups of 10 (elite karatekas from two competitive discipline (kata and kumite) and beginners).

When it comes to the results in the first experiment they showed that the outcomes of the obtained response time for different offensive actions, different groups and the conditions were very reliable. In particular, the intra-class correlation coefficient (ICC) has remained above 0.9, while the coefficient of variation (CV) was below 6%, and the standard error of measurement (SEM) was only about 10 ms. Most of the indices showed a slightly greater reliability of measurements in elite karate athletes than in the beginners. Important finding is reflected in the high degree of reaction time measurement sensitivity in detecting differences between groups of respondents and testing conditions. The results for both offensive actions indicate a very significant difference between individuals of different levels of training. 95% confidence intervals do not overlap either between groups or between conditions. The findings are in favor of high sensitivity of the method applied during the recording of the response time and in different groups and under different conditions.

When it comes to the results of the second experiment, it should be noted that all subjects responded faster in terms of simple reactions in relation to the requirements of the choice reactions with two and four unknowns for all four offensive actions ($p < 0.01$). In 10 of 12 cases (3 conditions within each offensive action) the respondents reacted faster in terms of choice reactions with two unknowns in relation to the requirements of the choice reactions with four unknowns ($p < 0.01$). Although there were individual differences in response time between karate athletes of various specializations (Kumite and Kata), in all circumstances within each offensive action (12 situations) fighters have reacted faster than Kata ($p < 0.01$).

The evolved video method based on the findings indicate that it may be very reliable and sensitive method for measuring time of simple and choice reactions in specific sports situations. The application of this method could contribute to improving the training technology of karate athletes, especially in improving perceptual abilities

that are related to the speed of response. Developing of novel method with an aim of becoming a routine test would allow the use of a new and reliable test to measure response to an external stimulus in different sports situations.

Key words: *novel video method, elite karate athletes, reaction time*

Scientific Field: Physical education and sport

Narrower scientific field: Theory and technology of sport and physical education

UDK number: 796.853.26.012.13:621.397(043.3)

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. TEORIJSKI PRISTUP PROBLEMU ISTRAŽIVANJA	3
2.1. Karate kao borilačka vještina i sport	3
2.1.1. Kate	4
2.1.2. Sportska borba.....	4
2.2. Brzina reagovanja	6
2.3. Dosadašnja istraživanja vremena reagovanja kod karatista	11
2.4. Nedostaci dosadašnjih istraživanja.....	13
2.5. Korišćenje savremenih tehnologija u analizi sportske aktivnosti.....	13
2.6. Korišćenje savremene video tehnologije u analizi sportske aktivnosti	14
3. PROBLEM, PREDMET, CILJEVI I ZADACI ISTRAŽIVANJA	16
4. HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA	17
5. EVALUACIJA OSNOVNE VIDEO METODE ZA MERENJE VREMENA REAGOVANJA U SPECIFIČNIM SPORTSKIM SITUACIJAMA (EKSPERIMENT 1).....	19
5.1. Uvod	19
5.2. Metode.....	22
5.2.1. Uzorak ispitanika.....	22
5.2.2. Protokol eksperimenta.....	22
5.2.3. Eksperimentalne procedure	23
5.2.4. Obrada i analiza podataka	26
5.2.5. Statistička analiza.....	26
5.3. Rezultati sa diskusijom.....	27

6. BRZINA REAGOVANJA VRHUNSKIH KARATISTA RAZLIČITE SPECIJALIZACIJE MERENA KORIŠĆENJEM SAVREMENE VIDEO TEHNOLOGIJE (EKSPERIMENT 2)	32
6.1. Uvod	32
6.2. Metode	35
6.2.1. Uzorak ispitanika.....	35
6.2.2. Protokol eksperimenta.....	35
6.2.3. Eksperimentalne procedure	35
6.2.4. Obrada i analiza podataka	38
6.2.5. Statistička analiza.....	39
6.3. Rezultati sa diskusijom.....	40
7. ZAKLJUČAK	49
7.1. Potencijalni značaj istraživanja	50
7.2. Smernice za buduća istraživanja.....	51
8. LITERATURA	53
<i>Prilog 1. Kopija odobrenja Etičkog komiteta Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja za realizaciju predloženih eksperimenata</i>	<i>63</i>
<i>Prilog 2. Forumular za saglasnost sa eksperimentalnom procedurom</i>	<i>64</i>
<i>Prilog 3. Naslovna strana objavljenog rada</i>	<i>66</i>
<i>Prilog 4. Kopija izjave o autorstvu.....</i>	<i>67</i>
<i>Prilog 5. Kopija izjave o istovetnosti štampane i elektronske verzije doktorskog rada .</i>	<i>68</i>
<i>Prilog 6. Kopija izjave o korišćenju</i>	<i>69</i>
Biografija autora.....	70

Lista skraćenica

ICC - intraklasni koeficijent korelacije

CV% - koeficijent varijacije

SEM - standardna greška merenja

VR - vreme reagovanja

SV - srednja vrednost

SD - standardna devijacija

MIN - minimalne vrednosti

MAX - maksimalne vrednosti

95% CI - intervali pouzdanosti

1. UVOD

Važnu ulogu u ostvarivanju sportskog rezultata imaju specifične takmičarske sposobnosti koje karakterišu svaku sportsku granu. One se formiraju kroz višegodišnji trenažni proces svestrane pripreme (tehničko-taktičke, fizičke i psihološke). Borilački sportovi spadaju u posebnu grupu sportova sa specifičnim karakteristikama i zahtevima u treningu i takmičenju.

Karate predstavlja dobar primer takmičarskog sporta sa visokim nivoom prostorne i vremenske ograničenosti u kome je prisutna izuzetna dinamika aktivnosti oba takmičara sa izraženom promenom tempa i ritma borbe, stalnim promenama napadačkih i odbrambenih aktivnosti. Na osnovu toga, može se pretpostaviti da uspešno rešavanje složenih zadataka sportske borbe zavisi od velikog broja faktora. Pored fizičke, tehničko - taktičke pripremljenosti značajnu ulogu imaju kognitivne sposobnosti, među kojima su posebno aktuelne sposobnosti izražene u: brzini percepcije, perceptivnog rezonovanja i dinamičke orijentacije u prostoru (Jovanović, 1988). Sposobnost sportiste da brzo i tačno obradi relevantne informacije olakšavaju mu donošenje adekvatnih odluka i više vremena za organizaciju i pripremu motornog aparata za delovanje (Houlston i Lowes, 1993; Ripoll, 1991). U sportskoj nauci, dve vrste neuromišićnih sposobnosti se smatraju bitnim za visoka takmičarska dostignuća. Jedne su primitivne, osnovne senzorne funkcije koje se ispoljavaju kroz brzinu prostog reagovanja na različite tipove draži (svetlosni signal, zvučni signal). Drugi tip sposobnosti predstavljaju sportsko - specifične neuromišićne sposobnosti. One se najviše ogledaju kroz: pravovremeno otkrivanje protivnikovih pokreta, položaja tela i ekstremiteta, namere napada ili početka akcije, formiranje adekvatnog odgovora tj. blagovremene anticipacije i brzine reagovanja odgovarajućom tehnikom na protivnikovo ponašanje.

Da bi takmičari odgovorili složenim zadacima sportske borbe neophodan je višegodišnji sistemski trening na obučavanju i usavršavanju većeg broja tehnika kroz individualni rad, dogovoreni i slobodni sparing. Na taj način takmičar stiče specifične neuromišićne sposobnosti za pravovremeni izbor najadekvatnije tehnike i njenu primenu u najpromenljivijim takmičarskim situacijama.

Ako se pođe od toga da su vreme reagovanja i sposobnost predviđanja značajni faktori koji utiču na uspešnost u takmičenju karatista, onda je i logično da dobijeni podaci merenjem ovih sposobnosti u značajnoj meri mogu da doprinesu unapređenju trenazne tehnologije u ovom sportu. Ispitivanje vremena reakcije u funkciji procene neuromišićnih sposobnosti karatista, kao i ispitivanje sposobnosti anticipacije u okviru specifičnih zadataka koji se odnose na predviđanje kretanja protivnika, predstavljaju aktuelno polje naučno istraživačkog rada sa ciljem povećanja znanja i stalnog usavršavanja procedura testiranja.

Razvojem savremene tehnologije, danas se u mnogome radi na unapređivanju uslova za ispitivanje neuromišićnih sposobnosti sportista. Konstantno se teži da se uslovi testiranja što je moguće više približe realnim takmičarskim situacijama. Jedan od nedostataka merenja u laboratorijskim uslovima je taj što je vreme reagovanja i sposobnost predviđanja u realnim situacijama drugačije, jer na samom takmičenju na ponašanje sportiste utiču kako spoljašnji tako i različiti unutrašnji faktori, što nije slučaj u izolovanim laboratorijskim uslovima. Na osnovu ove činjenice stvorila se potreba da se u okviru laboratorijskih merenja osmisle testovi sa realnijim uslovima u zadacima za procenu neuromišićnih sposobnosti kod karatista.

2. TEORIJSKI PRISTUP PROBLEMU ISTRAŽIVANJA

2.1. Karate kao borilačka veština i sport

Karate, kao umetnost, borilačka veština i sport nastao je i razvijao se pod izraženim uticajem joge, tradicionalne medicine, religije i filozofije (Jovanović, 1992). Nakon javne demonstracije u Tokiju 1922. godine koju je izveo Funakoši Gičin, počinje globalno interesovanje za ovu drevnu borilačku veštinu koja je, definisanjem pravila takmičenja, prerasla u atraktivan i masovno prihvaćen sport.

Metodika treninga današnjeg karatea dugo je bila pod jakim uticajem tradicionalnog koncepta treninga. Ovaj koncept je proširen po svetu od strane brojnih japanskih instruktora. Međutim, u novije vreme, karate je doživeo velike transformacije na putu od tradicionalne borilačke veštine, kako u okviru sadržaja i metoda vežbanja tako i kriterijumima za vrednovanje takmičarskog izvođenja. Ove promene u najvećoj meri uslovljene su čestim izmenama pravila takmičenja, što je uticalo na oblikovanje modernog metodičkog pristupa, koji se sve više prilagođava savremenim sportskim tendencijama (Jovanović i Mudrić, 1995). Osnovno obeležje novog metodičkog pristupa u obučavanju i usavršavanju karatista danas jeste uvođenje standardizovane tehnike za sportsku borbu kao i posebno programiranih treninga usmerenih na razvoj specifičnih sposobnosti, u skladu sa zahtevima takmičenja u ovoj disciplini.

Prilikom programiranja tehničko - taktičke obuke u karateu, mora se uvažiti činjenica da se u ranim fazama obuke dešava spontana diferencijacija vežbača i usmeravanje prema konkretnoj takmičarskoj disciplini: kate i sportske borbe. Kate i sportske borbe, kao potpuno odvojene takmičarske discipline zahtevaju posebne tehničke osnove koje se, u izvesnoj meri, razlikuju u karakteristikama standardne tehnike i kriterijumima za vrednovanje takmičarskog izvođenja.

2.1.1. Kate

Kate predstavljaju jedan od metoda u učenju tehnike karatea ali, istovremeno, i takmičarsku disciplinu u ovom sportu. One predstavljaju simulaciju borbe za zamišljenim protivnikom i danas zauzimaju značajno mesto u treningu i takmičenju karatista. Tehnička osnova kata zasniva se na relativno velikom broju standardizovanih tehnika koje su precizno definisane po osnovu položaja i odnosa pojedinih segmenata tela u zauzimanju stavova, početnih i završnih položaja ekstremiteta prilikom izvođenja udaraca, blokova i drugih tehničkih elemenata. Primena tehnike u katama ima karakter zatvorenog stereotipa sa precizno definisanim redosledom tehnika i linijama kretanja (Imamura i sar., 1998).

2.1.2. Sportska borba

Sportska borba u karateu predstavlja nadmetanje dva suprotstavljena takmičara u ispoljavanju veštine (tehnike) karatea po pravilima koja preciziraju: trajanje borbe, kriterijume vrednovanja tehnike, dozvoljene i zabranjene radnje (Gužvica, 2000). Kao takmičarska disciplina doživljava veliku ekspanziju krajem prošlog veka. Česte promene pravila, koje se dešavaju o okviru ove discipline značajno su izmenile spoljašnju sliku sportske borbe. Ove promene se najčešće odnose se na: trajanje borbe, bodovni maksimum, zaštitnu opremu, favorizovanje atraktivnih tehnika, vrste kazni i strožije sankcionisanje pasivnosti (Jovanović, Ćirković i Kasum, 2001). Pravilima suđenja, značajno je redukovan broj tehnika u odnosu na tehnike koje se susreću u tradicionalnom sistemu vežbanja (Jovanović i Mudrić, 1995). Pored toga, pravilima su definisani i kriterijumi za primenu tehnika u sportskoj borbi koji se odnose na dozvoljene površine u koje se mogu zadati udarci, stepen ispoljenosti snage i kontrolu zadavanja udaraca prilikom poentiranja. Ovi kriterijumi utiču na formiranje posebnih karakteristika tehnike koja se zasniva na brzim i eksplozivnim pokretima sa naglašenom kontrolom udaraca usmerenim ka glavi i telu protivnika (Cavanagh i Landa, 1976; Kato, 1958; Vos i Binkhorst, 1966; Wilk i sar., 1983).

Za uspešno rešavanje složenih takmičarskih zadataka neophodno je da karatisti imaju razvijene specifične sposobnosti za konkretnu disciplinu, kao i sve oblike pripremljenosti: fizičku, tehničko - taktičku i psihološku pripremljenost.

Motoričke sposobnosti i morfološke karakteristike, iako nisu predmet ovog istraživanja, zauzimaju značajno mesto u procesu selekcije i kontrole trenažnog procesa (MacDougall i sar., 1991; Vaeyens i sar., 2008). U prilog ovome idu dobijeni rezultati istraživanja koja ukazuju na značajnu predikativnu vrednost motoričkih sposobnosti i morfoloških karakteristika karatista za uspešnost u takmičenju (Ravier i sar., 2004; Ravier i sar., 2006; Roschel i sar., 2009; Blazevic i sar., 2006; Probst i sar., 2007; Katic i sar., 2005; Doder i Babjak, 2007; Katic i sar., 2009; Koropanovski i sar., 2011). Pored navedenih istraživanja, za problematiku ovoga rada važno je istaći da su u većem broju istraživanja dobijeni rezultati koji pokazuju značajne razlike u morfološkim karakteristikama i motoričkim sposobnostima između karatista različite specijalizacije. Dobijeni rezultati u ovim istraživanjima proističu iz već objašnjenih razlika između kata i sportske borbe sa aspekta karakteristika tehnike i takmičarskih zahteva (Jaric, 2003; Jaric i sar., 2005; Baker i Davies, 2006; Fritzsche i Raschka, 2007; Nedeljkovic i sar., 2009; Kahrović, 2014).

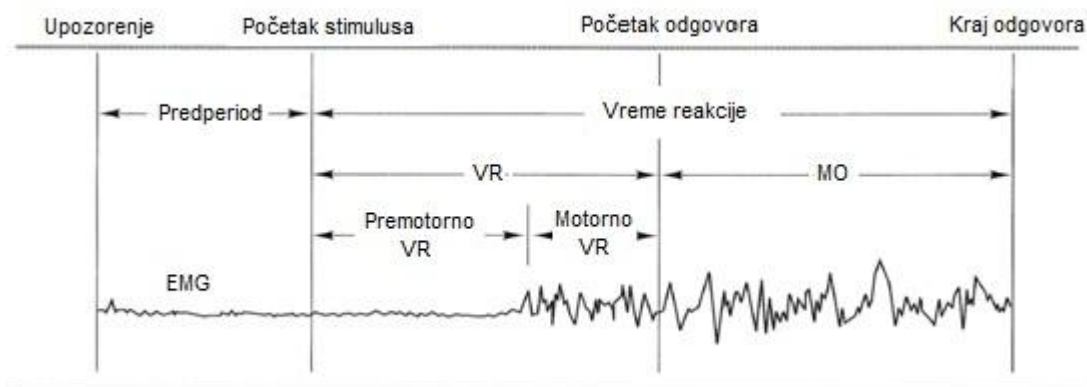
Efikasnost izvođenja odgovarajućih tehnika koje rezultiraju uspehom na takmičenju pored morfoloških karakteristika i motoričkih predispozicija zavisi i od drugih svojstava iz psihološkog prostora. Česti su primeri da u situacijama takmičarske izjednačenosti veću uspešnost postižu upravo oni sportisti koji poseduju „veću sposobnost da svoje intelektualne, motivacione i emocionalne potencijale tako organizuju da njihova fizička i tehničko - taktička pripremljenost dođe do punog izražaja i da svoje ponašanje tokom sportskog izvođenja stavi pod svesnu kontrolu (Bačanac, 1984). U prilog ovome govori veći broj istraživanja perceptivnih sposobnosti u sportu, kako između sportista i ne sportista tako i između sportista različitih nivoa uspešnosti (Jovanović, 1988; Abernethy, 1990; Garland i Barry, 1991; Scott i sar., 1993; Starkes i Ericsson, 2003). Takođe, vezano za ovu problematiku treba istaći i jedan broj istraživanja vremenskih dimenzija tehnike karatea koje pronalaze primenu u programima specijalnog fizičkog obrazovanja (Mudrić, 1997; Mudrić i sar., 2004).

Uspešnost takmičara u borbama, za razliku od takmičara u katama, direktnije se povezuje sa sposobnostima koje se odnose na vreme reagovanja i anticipaciju (Mori i sar., 2002). Naime, rezultatski ishod borbe najviše zavisi od aktivnosti takmičara u borbi za distancu i pripremi poentiranja. Svaki takmičar se trudi da protivniku „ugrabi“

prostor, „ulovi“ pogodan trenutak njegove nespremnosti i da onda iznenada izvede brz poentirajući udarac u napadu. S druge strane, u slučaju napada protivnika, takmičar mora da blagovremeno predvidi trenutak započinjanja napadačke akcije i da je presretne, izbegne ili blokira. Uspešnost u ovim akcijama dominantno zavisi od blagovremene anticipacije pripremnog kretanja, uvodnih tehnika, specifičnih prelaznih položaja ili zamaha protivnika. Ova sposobnost zavisi od perceptivnih predispozicija pojedinca, ali i od iskustva koje se stiče u procesu treninga sa većim brojem partnera različite konstitucije i različitih tehničko - taktičkih profila.

2.2. Brzina reagovanja

Brzina reagovanja predstavlja značajan faktor u rešavanju situaciono - specifičnih zadataka u treningu i takmičenju. Česti su primeri da upravo ova vrsta sposobnosti predstavlja odlučujuću determinantu uspeha na takmičenju. Brzinu reagovanja možemo proceniti kroz vreme reakcije. Vreme reakcije predstavlja vreme koje protekne od trenutka nadražaja do izvođenja namerne reakcije. Izvođenje namernih reakcija, za razliku od refleksa, ostvaruje se kroz procesiranje nadražaja na nivou cerebralnog korteksa, što zahteva uključivanje mnogo većeg broja neurona i složenih neurofizioloških mehanizama. Realizovanje voljnog pokreta strukturano je od: vremena u kom receptor formira impuls (informaciju o stimulusu), vremena koje protekne tokom prenošenja impulsa do cerebralnog korteksa, zatim vremena potrebnog za procesiranje stimulusnog sadržaja, vremena koje podrazumeva pripremu odgovora na dati nadražaj, potom vremena za prenos impulsa do efektoru, te konačnog vremena potrebnog za ostvarivanje odgovora u efektoru (Harre i sar., 1994, prema Drenovcu, 2010).



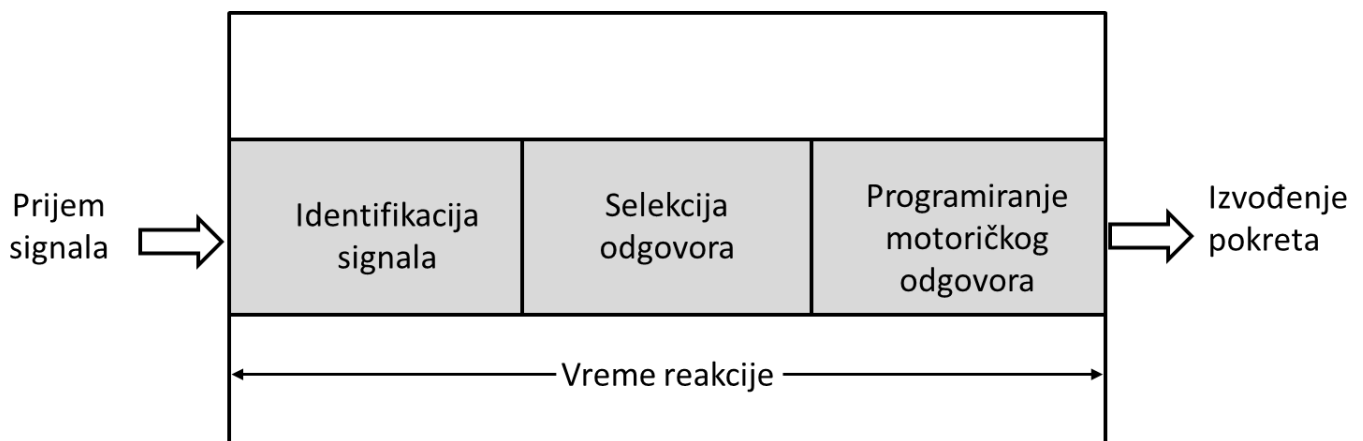
Richard A.Schmidt, Timothy D.Lee 2005

Slika 1. Kritični događaji uključeni u paradigmu vremena reagovanja

Brojni su faktori koji mogu uticati na vreme reagovanja. Na vreme reagovanja može uticati: vrsta stimulusa, intenzitet stimulusa, broj stimulusa, složenost stimulusnog sadržaja, složenost komponenata reakcijskog procesa, pripremljenost, uzbuđenost i pozornost ispitanika. Takođe, na vreme reagovanja mogu uticati i sledeći faktori: pol ispitanika, starost, uvežbanost, mentalna zrelost, ali i ometajući delovanje različitih činilaca: umor, stimulaturna sredstva, stres, bolest, povrede.

Period od trenutka pojave nadražaja do početka odvijanja svesne reakcije sadrži čitav niz parcijalnih vremena pojedinih faza prijema i obrade nadražajnog sadržaja, zatim vreme u kojemu se odvija aktualizacija ranije formiranih stereotipa ili formiranje novog načina odgovora na aktuelni nadražajni sadržaj. Trajanje latentnog perioda određene reakcije uslovljeno je i delovanjem individualno specifičnih i situacionih faktora. Istraživanje trajanja latentnih perioda pojedinih faza reakcijskog ciklusa može se sprovesti u osnovi kroz dva pristupa: 1) Neposrednim merenjem parcijalnih vremena i 2) Postupcima oduzimanja vremena manje složene reakcije od složenijih. Trajanja procesualnih komponenata složenih reakcija prvi je primenio Donders u postupku oduzimanja vremena manje složenih od vremena složenijih reakcija, čime je odredio trajanje procesa razlikovanja i izbora (Donders, 1969).

Svojim pionirskim istraživanjima u ovoj oblasti, Donders je došao do zaključka da reakcijski ciklus možemo podeliti u tri faze: 1) Faza identifikacije signala, 2) Faza selekcije odgovora i 3) Faza programiranja motoričkog odgovora (Donders, 1969).

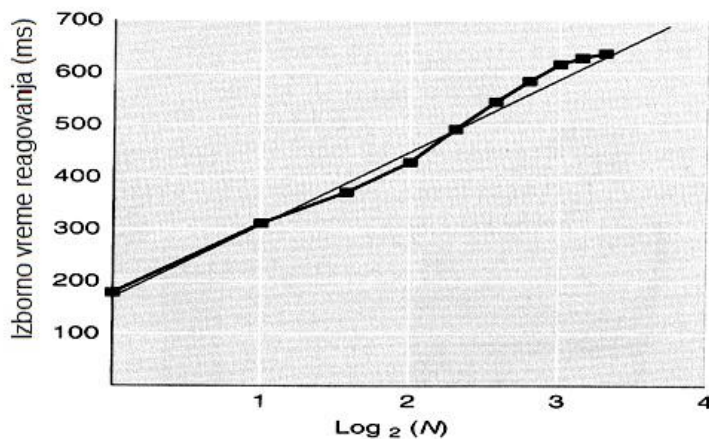


Slika 2. Model procesiranja informacija

U fazi identifikacije dolazi do otkrivanja ili detektovanja signala iz spoljašnje okoline. Signal se zatim identifikuje kao deo obrasca. Jedan od značajnih faktora koji utiče na trajanje ove faze jeste jasnoća signala, što je jasnoća signala veća to je trajanje ove faze kraće. Intenzitet opažajnog signala predstavlja drugi faktor koji utiče na trajanje faze identifikacije (bistrina svetlosnog signala, glasnost zvučnog signala.). Ranija istraživanja su u više navrata dala odgovor da vreme reagovanja dosta zavisi od modaliteta signala. S tim u vezi, odgovori na vizuelne draži su znatno sporiji od odgovora na zvučne i taktilne draži. Istraživači Woodworth i Scholosberg još davne 1954. godine su dali rezime o efektima vrste nadražaja na vreme reagovanja, koja su i danas aktuelna (Woodworth i Scholosberg, 1954).

Nakon što je signal iz spoljašnje sredine prepoznat i analiziran prelazi se u sledeću fazu, fazu selekcije odgovora u kojoj se vrši odabir pravog odgovora na opažani signal. Donošenje adekvatnih i brzih odgovora na nadražaje iz spoljašnje sredine prisutno je u svim svakodnevnim aktivnostima, vožnji automobila, sportu itd. Nekoliko je faktora koji utiču na trajanje ove faze. Jedan od njih predstavlja broj alternativnih izbora odnosno što je broj alternativnih izbora veći samim tim se i produžava ukupno vreme reagovanja. Pretpostavka ili teorija da od broja alternativnih izbora zavisi vreme reagovanja potvrdilo se u istraživanjima Hik-a i Hajmana (Hick, 1952; Hyman, 1953). U njihovim istraživanjima odnos izbornog vremena reagovanja i broja alternativa, poznat kao Hikov zakon, se ispostavio da je linearan. Prema Hikovom zakonu, svaki put kada se broj alternativnih izbora udvostručio, linearno se produžavalo vreme izbornog reagovanja. Drugi ne tako zanemarljiv faktor koji utiče na trajanje ove faze jeste sličnost

(kompatibilnost) između odgovora na signal i prirode signala (Fitts i Deininger, 1954; Fitts i Seeger, 1953).



Data from Merkel, 1885.

Slika 3. Izorno vreme reagovanja u funkciji broja alternativa signal - odgovor i logaritma broja alternativa signal – odgovor

Identifikovanjem signala iz spoljašnje sredine, odabirom adekvatnog odgovora u odnosu na prirodu odnosno vrstu signala dolazi se do poslednje faze u reakcijskom ciklusu - faze programiranja motoričkog odgovora. U ovoj fazi vrši organizacija i priprema motornog aparata za izvođenje pokreta. Kompleksnost opažanog signala određuje trajanje ove faze odnosno što je signal kompleksniji to je i vreme trajanja pokreta duže i obrnuto.

U naučnoistraživačkoj praksi najčešće se susrećemo sa merenjima dva oblika vremena reagovanja: vreme prostog reagovanja i vreme izbornog reagovanja. Ispitivanje vremena prostog reagovanja odvija se u uslovima kada su ispitanicima poznate vrste draži na koje treba da reaguju kao i odgovori na iste. Merenje vremena izbornog reagovanja odvija se u znatno drugačijim uslovima, uslovima u kojima na osnovu sposobnosti predviđanja odnosno blagovremene anticipacije pripremnog kretanja, uvodnih radnji, specifičnih prelaznih položaja ili zamaha protivnika određujemo trajanje pokreta. Ova sposobnost zavisi od perceptivnih predispozicija pojedinca, ali i od iskustva koje se stiče u dugogodišnjem procesu treninga.

Prema autorima (Abernethy i sar., 1999; Czajkowski, 2001; Haywood i Getchell, 2001) anticipacija se sastoji od mentalnog predviđanja nekog budućeg događaja na osnovu percepcije i od zamišljanja buduće situacije ili cilja zadate aktivnosti. Proces predviđanja ima dva aspekta: prostorni i vremenski (Schmidt i Wrisberg, 2004). Prostorna anticipacija daje odgovor na pitanje šta će se desiti, dok vremenska anticipacija omogućava percepciju trenutka u kom će događaj stići. Perceptivne veštine imaju veliku ulogu u obavljanju svakodnevnih aktivnosti kao što su vožnja kola (Mc Kenna i Horswill, 1999), razni oblici hvatanja (Goodle i Servos, 1996) kao i u velikom broju sportskih aktivnosti (Williams i sar., 1999). U sportskim aktivnostima jedan od fundamentalnih elemenata uspeha jeste sposobnost da se otkrije kretanje protivnika ili putanja kretanja objekta kako bi sportista uvek bio na pravom mestu, u pravo vreme. (Williams i sar., 1999; Williams i sar., 2002).

Brojni istraživači iz oblasti kognitivne psihologije su ispitivali vizuelnu strategiju u sportu (Abernethy i sar., 2002; Williams i sar., 2002). Ove studije su pokazale da u različitim sportovima, poput tenisa, hokeja na ledu, badmintonu i fudbalu eksperti poseduju sposobnost da sagledaju odlučujuće vizuelne informacije pokreta protivničkog igrača i njih iskoriste kao informacije da predvide naredni događaj (Shim i sar., 2005). Kako bi se sprečila blagovremena anticipacija, a ispitanici doveli u realnu situaciju za reagovanje, u istraživačkoj praksi se često primenjuje variranje predperioda i korišćenje „lažnih pokušaja“.

Ako je trajanje predperioda prilikom ispitivanja reagovanja konstantno i veoma kratko (2-3 s) to za posledicu ima kraće vreme reagovanja, jer ispitanici mogu unapred predvideti kad će se signal pojaviti i reagovati simultano sa pojavom signala (Quesada i Schmidt, 1970). Ovakva pojava se u literaturi definiše kao rano reagovanje. Sa druge strane ako je trajanje predperioda konstantno, ali je veoma dugo (12 s) ispitanici nisu u mogućnosti da skrate vreme reagovanja na nulu čak i nakon vežbanja. Razlog tome je što se u uslovima produženog trajanja predperioda produžava napetost u iščekivanju signala za razliku od uslova sa kraćim predperiodom (Mowrer, 1940).

Variranjem trajanja predperioda u funkciji merenja vremena reagovanja stvaraju se uslovi u kojima se onemogućuje blagovremena anticipacija i izrazito brzo reagovanje. U ovakvim uslovima ispitanici se dovode u realniju situaciju prilikom

reagovanja na pojavu signala. Često se prilikom merenja izbornog vremena reagovanja pored variranja predperioda koriste i takozvani „lažni pokušaji“ kada ne dolazi do pojave signala. Lažni pokušaji predstavljaju dodatni faktor, pored variranja predperioda, koji dovode ispitanike u realnu situaciju za reagovanje, jer na taj način se umanjuje mogućnost predviđanja pojave signala.

2.3. Dosadašnja istraživanja vremena reagovanja kod karatista

Vreme reakcije ima veoma važnu ulogu u borilačkim sportovima, jer su sportisti u okviru ovakve grupe sportova često su izloženi različitim vizuelnim stimulusima. Pravovremeno reagovanje na akcije protivnika može se smatrati jednim od ključnih elemenata uspešnosti. Istraživanja iz ove oblasti su retka i dostupna literatura daje ograničene podatke o vremenu reagovanja u borilačkim sportovima, pogotovo u karateu. Nekoliko studija se bavilo ispitivanjem mogućih prednosti karatista u zadacima osnovnih senzornih funkcija korišćenjem jednostavnih stimulusa. Rash i Pierson (1963) su u svojoj studiji ispitivali vreme reagovanja na svetlosni signal između karatista i rvača amatera pritiskom na taster. Rezultati ove studije su pokazali da između karatista i rvača amatera ne postoje razlike u vremenu reagovanja (Rash i Pierson, 1963). Tanaka, Hasegawa, Kataoka, i Katz su merili reakciju udarca rukom kod karatista kroz nekoliko osnovnih položaja u borbenom stavu. Oni su otkrili da informacije o sopstvenom položaju i držanje tela ne utiče na vreme reagovanja kod karate eksperata. Nasuprot tome, kada su početnicima davali informacije o njihovom položaju njihovo vreme reagovanja je bilo znatno kraće (Tanaka i sar., 2011). U istraživanjima koja su se bavila merenjem vremena izbornog reagovanja donjih ekstremiteta u različitim borilačkim sportovima došlo se do sledećih rezultata: 1) osobe sa umerenom fizičkom aktivnošću – 400 ms., 2) mačevaoci – 335 ms. i 3) karatisti - 340 ms. (Zemkova i Dzurenkova, 2004; Zemkova i Hamar, 1998). Na uzorku od 107 karate sportista različitog nivoa obučenosti (46 majstora karate sporta i 61 sa nižim zvanjima) ispitivana je veza između osnovnih psihomotornih svojstava i specifičnih sposobnosti za rešavanje tipičnih zadataka sportske borbe. Merenje prostog i izbornog vremena reagovanja u rešavanju tipičnih zadataka sportske borbe bili su predmet ovog istraživačkog poduhvata. Rezultati merenja su pokazali da vreme prostog reagovanja u

rešavanju tipičnih zadataka sportske borbe kod majstora karatea iznosi 475 ms., dok je grupa sa nižim zvanjima ostvarila vreme od 477 ms. Vreme izbornog reagovanja u rešavanju tipičnih zadataka sportske borbe kod majstora karate iznosilo je 520 ms. u odnosu na grupu ispitanika sa nižim zvanjima koji su ostvarili vreme od 533 ms. (Jovanović, 1988).

U nekoliko studija Williams i saradnika korišćeni su zadaci sa realnijim uslovima za ispitivanje anticipacije kod eksperta u karateu. U obe njihove studije stimulusi su bili prikazivani na velikom ekranu na kojima su bili prikazivane ofanzivne akcije u karateu, pri čemu su merili vreme izbornog reagovanja. Odgovor u zadacima je mogao biti verbalan tj. ispitanici su govorili koji ekstremitet izvodi akciju ili izvođenje defanzivnih akcija kako bi izbegli napad. Rezultati u ovim studijama pokazali su da bi prepoznavanje napada u njegovim početnim fazama trebalo da vodi ka bržem vremenu reagovanja i visokoj preciznosti (Scott, Williams i Davids, 1993). U studiji novijeg datuma ispitivano je vreme reagovanja kroz specifične zadatke koji se odnose i na predviđanje kretanja protivnika (Mori i sar., 2002). Ova studija se sastojala od dva eksperimenta i dizajnirana je tako da bolje objašnjenje ekspertske prednosti kod karatista. U prvom eksperimentu je mereno vreme reagovanja (vreme izbornog reagovanja i vreme prostog reagovanja) u različitim eksperimentalnim uslovima i zadacima u okviru pojedinačnog eksperimentalnog uslova. Drugi eksperiment je imao za cilj da ispita sposobnost anticipacije. Karatisti (eksperti) su u oba eksperimenta pokazali bolje rezultate u uslovima izbornog reagovanja, dok se u uslovima prostog reagovanja nije pokazala statistički značajna razlika između karatista eksperata i početnika. U studiji Cojocariu (2011) je ispitivano vreme prostog i izbornog reagovanja kod tri različite grupe ispitanika: 1) studenti fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja, 2) početnici u Qwan ki dou i 3) eksperti u Qwan ki do veštini (Cojocariu, 2011). Rezultati merenja su pokazali da kod prostog reagovanja nije postojala statistički značajna razlika (239.6 ± 7.4 ms za prvu grupu, 221.9 ± 5.5 ms za drugu grupu 2 i 207 ± 6.6 ms za treću grupu). Vreme izbornog reagovanja grupe 3 (376 ± 4.7 ms za dominantnu ruku i 376 ± 5.4 ms za nedominantnu ruku) je bilo statistički značajno niže u poređenju sa grupom 1 (424.5 ± 11.4 ms i 430.9 ± 12.2 ms) i grupom 2 (429.5 ± 7.3 ms i 438.8 ± 6.9 ms). Fontani, Lodi, Felici, Migliorini i Corradeschi (2006) su merili vreme prostog reagovanja kod 18 karate sportista, devetoro njih su bili nosioci crnog pojasa 3. i 4. Dan

i isto toliko činili su nosioci crnog pojasa 1. i 2. Dan. Na osnovu dobijenih rezultata ustanovili su da iskusniji karatisti imaju brže vreme reagovanja (204 vs 237 ms., $p < .01$) od manje iskusnih (Fontani i sar., 2006).

2.4. Nedostaci dosadašnjih istraživanja

Na osnovu pregledane literature i dosadašnjih istraživanja koji su tretirali ovu problematiku uočeni su određeni nedostaci. Ovi nedostaci se mogu sagledati sa više aspekata. Jedan od njih predstavljaju uslovi testiranja. Konkretno, u svim testovima koji su se primenjivali primetno je manje realnih elemenata u testiranju ovako osetljive sposobnosti. U skoro svim slučajevima vreme reagovanja se merilo pritiskom na taster, što ne predstavlja približne uslove sa situacijama u kojima se susreću takmičari u sportskoj borbi. Drugi aspekt se odnosi na očiglednost dobijenih rezultata testiranih grupa ispitanika u istraživanjima. Ispitivanje razlika u vremenu reagovanja se uglavnom vršila između dve grupe ispitanika, eksperata i početnika ili polaznika u konkretnom borilačkom sportu. U cilju unapređivanja eksperimentalnih uslova u istraživanjima koja se bave ispitivanjem brzine reagovanja i anticipacije, danas se u mnogome koristi virtuelna tehnologija koja svojim širokim spektrom mogućnosti može da ispuni savremene zahteve u testiranju i treningu.

2.5. Korišćenje savremenih tehnologija u analizi sportske aktivnosti

U analizi vizuelne percepcije u okviru sportskih aktivnosti u standardizovanim i reproduktivnim uslovima (Loomis i sar., 1999) izdvajaju se dve metode: osnovni video metod (video tehnologija) i metod virtuelne stvarnosti (virtuelna tehnologija).

Virtuelna tehnologija predstavlja najbližu alternativu realnim situacijama i zbirku tehnologija koja ljudima omogućava da efikasno komuniciraju sa 3D tehnologijom korišćenjem svojih prirodnih čula i veštine. Kao takva, virtuelna tehnologija se može koristiti na različite načine i to: u zabavne svrhe, u dizajniranju novih koncepata i produkta, obrazovanju i obuci, kompjuterskoj umetnosti, daljinskoj manipulaciji itd. Svoju primenu pronalazi u različitim oblastima: avio industriji (simulatori letenja), industriji zabave (simulatori vožnji, video igrice, filmovi), u istraživanju nafte i gasa, automobilske industriji itd.

Razvojem sporta i podizanjem vrednosti takmičarskog sporta, uslovi takmičenja postali su značajan faktor uspeha. U želji da se unaprede uslovi za poboljšanje izvođenja tehnike mnogi stručnjaci i treneri iz oblasti sporta su razmišljali kako da kreiraju okolnosti u trenažnoj obuci koja su najpribližnija takmičarskim situacijama. Virtuelna tehnologija i mogućnosti koje ona pruža se pokazala kao rešenje ove problematike. U skorije vreme počelo je da vlada veliko interesovanje za korišćenjem virtuelne tehnologije u sportu kao i dodatne vrednosti koje se dobijaju korišćenjem iste. Efikasnost korišćenja virtuelne tehnologije u testiranju, treningu, takmičarskom sportu mora da zadovolji tri kriterijuma: 1) mora biti dovoljno realna, 2) mora biti pristupačna, i 3) mora biti validna da pokaže da radi za šta je dizajnirana. Zadovoljavanjem ova tri kriterijuma virtuelna tehnologija se može prihvatiti kao pogodan alat u proveru sportskih sposobnosti i veština. Pored navedenih kriterijuma, virtuelna tehnologija mora da ispuni i sledeća tri uslova: fokusiranje, interaktivnost i vizualizaciju. Postoji veliki broj osnovnih tehnoloških elemenata za konstruisanje virtuelne tehnologije u sportu. U osnovne tehnologije spadaju: 1) displej tehnologija- korišćenje stereoskopskog uređaja, 2) tehnologija praćenja, kao što optički, magnetni i inercijalni sistemi - praćenje kretanja je poseban primer, 3) tehnologija povratne informacije o snazi (sili) i taktinim povratnim informacijama- opus se kreće od raznih vrsta džojstika za držanje do velike skale pneumatskih platformi za kretanja, 4) softverski algoritmi za efikasno pružanje 3D grafike i sinhronizaciju više korisnika i 5) ručno izrađeni uređaji koji se proizvode u zavisnosti od područja primene.

2.6. Korišćenje savremene video tehnologije u analizi sportske aktivnosti

U analizi vizuelne percepcije u standardizovanim uslovima prvo se koristila osnovna video metoda (video tehnologija) koja i danas ima široku upotrebu zbog lakoće implementacije. Ova metoda se zasniva na opažanju odgovora ispitanika dobijenog reagovanjem na snimljenu situaciju u sportu nalik realnoj situaciji. Sa metodološke tačke gledišta nekoliko pristupa se koristi u analizi odgovora. Jedan od pristupa se ogleda u istraživanju vremenskih parametara, računanjem kašnjenja u odgovoru na posmatrani video zapis (Williams i Davids, 1998; Williams i sar., 1994). Drugi pristup se zasniva na otkrivanju značajnih vizuelnih informacija dobijenih upotrebom paradigme vremenske okluzije (Abernethy, 1987; Farrow i Abernethy, 2003). Ovakvim

pristupom, prikaz vizuelnih informacija se kontroliše odsecanjem video zapisa u različitim ključnim trenucima akcije: kraj bacanja u kriketu (Müller, Abernethy i Farrow, 2006), početak putanje kretanja lopte u fudbalu (Savelsbergh i sar., 2005), trenutak izbačaja lopte iz ruke u rukometu (Cañal-Bruland i Schmidt, 2009; Cañal-Bruland, van der Kamp i van Kesteren, 2010). Osnovna video metoda ima i neka svoja ograničenja (Abernethy i sar., 1993; Bideau i sar., 2010; Williams i sar., 1994). Prvo se odnosi na nedostatak dvodimenzionalnog prikaza video projekcije, jer u takvim uslovima ispitanici nisu u mogućnosti da dobiju stereoskopske informacije kao u stvarnom životu. Mnoge studije su pokazale koliki uticaj imaju stereoskopske informacije na motorni odgovor (Mazyn i sar., 2004; Yeh i Silverstein, 1992). Drugi ograničavajući faktor se odnosi na tačku gledišta ispitanika tokom eksperimenta. Ako se njihove odluke zasnovane pogledom ka kameri, to ne može biti primenjeno u realnom vremenu ako se predmet pomera tokom eksperimenta. Dobijanje različitih vizuelnih informacija, u realnim sportskim situacijama, zavisi od tačke gledišta sportiste. Osnovni video metod i pored nekoliko nedostataka, zasnovan je na dobroj eksperimentalnoj kontroli.

U ovom radu se polazi od pretpostavke da osnovni video metod može biti pogodan za ispitivanje specifičnih perceptivnih sposobnosti karatista. Rezultati dosadašnjih istraživanja korišćenjem ove metode upućuju na potrebu unapređivanja ove metode u testiranju karatista sa aspekta realnije video simulacije tipičnih takmičarskih zadataka.

3. PROBLEM, PREDMET, CILJEVI I ZADACI ISTRAŽIVANJA

Problem istraživanja je fundamentalnog i metodološkog karaktera i odnosi se na ispitivanje neuromišićnih karakteristika sportista.

Predmet istraživanja se odnosi na brzinu reagovanja kod vrhunskih karatista različite specijalizacije merene korišćenjem savremene video tehnologije.

Pojedinačni *ciljevi* istraživanja će biti realizovani u 2 eksperimenta.

Eksperiment 1 - Evaluacija osnovne video metode za merenje vremena reagovanja u specifičnim sportskim situacijama:

- 1) *Evaluacija nove metode za procenu brzine reagovanja zasnovana na korišćenju savremene video tehnologije.*

Eksperiment 2 – Brzina reagovanja vrhunskih karatista različite specijalizacije korišćenjem savremene video tehnologije:

- 1) *Ispitivanje brzine reagovanja vrhunskih karatista različite specijalizacije korišćenjem savremene video tehnologije.*

Zadaci istraživanja:

- 1) Formirati grupu ispitanika;
- 2) Izvršiti merenje brzine neuromišićne reakcije u uslovima prostog reagovanja korišćenjem standardnog testa;
- 3) Izvršiti merenje brzine neuromišićne reakcije u uslovima prostog i izbornog reagovanja korišćenjem savremene video tehnologije;
- 4) Izvršiti statističku analizu u odnosu na različite grupe ispitanika i na različite uslove merenja.

4. HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA

Na osnovu pregleda i analize relevantnih istraživanja, postavljene su hipoteze, koje će biti ispitane u 2 eksperimenta.

U vezi sa *Eksperimentom 1 - Evaluacija osnovne video metode za merenje vremena reagovanja u specifičnim sportskim situacijama*, postavljene su sledeće hipoteze:

H₁₋₁ – nova metoda za procenu brzine reagovanja zasnovana na korišćenju savremene video tehnologije biće pouzdana.

H_{1-1a} – između pokušaja ponavljanih u istim uslovima merenja (prosto i izborno vreme reagovanja) postojaće visok stepen povezanosti.

H_{1-1b} – između pokušaja ponavljanih u istim uslovima merenja (prosto i izborno vreme reagovanja) neće postojati značajne razlike.

H₁₋₂ – nova metoda za procenu brzine reagovanja zasnovana na korišćenju savremene video tehnologije biće osetljiva.

H_{1-2a} – unutar istih uslova merenja (prosto i izborno vreme reagovanja) postojaće značajne razlike između različitih grupa ispitanika (početnici, takmičari u borbama).

H_{1-2b} – unutar iste grupe ispitanika postojaće značajne razlike između prostog i izbornog vremena reagovanja.

U vezi sa *Eksperimentom 2 – Brzina reagovanja vrhunskih karatista merena korišćenjem savremene video tehnologije*, postavljene su sledeće hipoteze:

H₂₋₁ - Između različitih grupa ispitanika (početnici, takmičari u katama, takmičari u borbama) neće postojati značajne razlike u vremenu prostog reagovanja merenog standardnim testom.

H₂₋₂ - Takmičari u borbama i katama imaće kraće vreme prostog reagovanja merenog u uslovima video projektovanih situacija u karateu u odnosu na grupu početnika.

H₂₋₃ - Takmičari u borbama imaće kraće vreme izbornog reagovanja merenog u uslovima video projektovanih situacija u karateu u odnosu na takmičare u katama i u odnosu na grupu početnika.

5. EVALUACIJA OSNOVNE VIDEO METODE ZA MERENJE VREMENA REAGOVANJA U SPECIFIČNIM SPORTSKIM SITUACIJAMA (EKSPERIMENT 1)

U sklopu realizovanja istraživanja, *Ekperiment 1* je uključivao merenja koja su bila sprovedena u jednom danu. Sva merenja bila su sprovedena u Metodičko-istraživačkoj laboratoriji (MIL) Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja u Beogradu, u toku 30 dana.

Poglavlje 5 napisano je na osnovu prihvaćenog rada za publikaciju u međunarodnom časopisu (M23) – *International Journal of Performance Analysis in Sport* - pod nazivom: “ *Evaluation of Video-based method for the measurement of reaction time in specific sport situation*”.

5.1. Uvod

Visoki učinak u sportskim aktivnostima često je određen adekvatnim odgovorima na različite vrste nadražaja. Odnos između podsticaja i odgovora uglavnom zavisi od vremena koje je potrebno za obradu relevantnih informacija kako bi se odabrao pravi odgovor (Schmidt i Lee, 2011). Vremenski aspekt relacije podsticaj-odgovor može se proceniti merenjem vremena reagovanja. Vreme reagovanja se smatra varijablom očigledne validnosti za procenu sposobnosti u sportu i drugim kretnim aktivnostima, jer ono često predstavlja ključni element za njihovo uspešno izvođenje (Ripoll i sar., 1995; Mori i sar., 2002; Kokubu i sar., 2006; Mroczek i sar., 2011; Gutiérrez-Dávila i sar., 2013; i sar., 2013; Englert i Bertrams, 2014.). Kada je u pitanju predvidljivost, postoje dva moguća modela koji određuju uspešnost odgovora na različite vrste stimulusa: 1) kada su i stimulus i odgovor poznati unapred – „Vreme prostog reagovanja“ (početak trke na 100 m) i 2) kada je stimulus unapred nepoznat i zahteva brz i adekvatan odgovor - "Vreme izbornog reagovanja“ [situacije u raznim borilačkim veštinama (Schmidt i Lee, 2011)]. Poznato je da vreme izbornog reagovanja zavisi od broja alternativa kod odnosa podsticaj-odgovor, gde izbor odgovora zahteva više vremena kada postoji veći broj alternativa (prema Hikovom zakonu (Hick, 1952)).

Veliki broj svakodnevnih aktivnosti i sportskih situacija odlikuje se nepredvidivošću, kao što su posturalni odgovori na neočekivane spoljne nadražaje ili situacije u različitim sportovima (borilačkim i timskim sportovima). Sposobnost da se pravilno i brzo reaguje na ometanje ili opstrukciju od strane protivnika, tradicionalno se tretira kao otvorena veština (Nuri i sar., 2013; Tønnessen i sar., 2013), dok se vreme reagovanja može smatrati kao logički validna varijabla za procenu veština u različitim zadacima koja se odnose na kretanje. Ipak, pregled literature u vezi sa razlikama i kod vremena prostog reagovanja i kod vremena izbornog reagovanja među sportistima različitih nivoa znanja je prilično nedosledan, a posebno se ističe u karateu. Studije su otkrile kraće vreme prostog reagovanja kod nosilaca crnog pojasa u odnosu na početnike (Layton, 1993; Neto i sar., 2009), odnosno, nepostojanje značajnih razlika između ispitivanih grupa (Williams i Elliott, 1999; Mori i sar., 2002). Osim toga, vreme prostog reagovanja može biti iste dužine trajanja i kod vrhunskih karatista (Fontani i sar., 2006) ili slično kod karatista različitog takmičarskog nivoa (Layton, 1993). S druge strane, Mori je u svom istraživanju dobio znatno kraće vreme izbornog reagovanja kod vrhunskih karatista u odnosu na početnike (Mori i sar., 2002). Među mogućim razlozima za neslaganja nalaza mogu biti razlike koje proističu iz izvršenih merenja u različitim uslovima („ekološki“ odnosno „ne-ekološki“ uslovi). Pregled literature pokazao je da vreme reagovanja zabeleženo laboratorijskim podešavanjima i postavkama koje imitiraju stvarne situacije može biti različito (Mori i sar., 2002; Peiyong i Inomata, 2012). Međutim, obezbeđivanje „ekoloških“ uslova u takvim merenjima kako u karateu tako i u drugim sportovima može biti prilično teško zbog kompleksnosti sportskih okruženja.

U primeni nekoliko metoda zasnovanih na korišćenju sofisticirane tehnologije insistiralo se na ispunjavanju uslova u pogledu ekološke validnosti pri merenju vremena reagovanja (Fukuhara i sar., 2009; Witte i sar., 2012; Vignais i sar., 2015). Uglavnom su u istraživanjima kao realan podsticaj korišćene tehnike kao što su video snimci (Williams i Davids, 1998; Williams i Elliott, 1999; Ando i Shingo, 2001) i slajdovi (Mori i sar., 2002; Fukuhara i sar., 2009; Peiyong i Inomata, 2012). Podsticaji su bili projektovani ispred ispitanika, nakon čega su odgovori bili analizirani i obrađivani. Međutim, odgovori na prikazane podsticaje nisu činili realni pokreti već jednostavni pokreti u vidu pritiskanja tastera (Ando i Shingo, 2001) ili otpuštanje tastera (Mori i

sar., 2002; Lemmink i Visscher, 2005). Takođe, još jedno ograničenje u pogledu korišćenja video tehnologije se odnosi na nedostatak dvodimenzionalnog prikaza video projekcije, jer u takvim uslovima ispitanici nisu u mogućnosti da dobiju stereoskopske informacije kao u stvarnom životu (Yeh i Silverstein, 1992). Štaviše, dobijanje različitih vizuelnih informacija na osnovu projektovanih video snimaka ne mogu biti ažurirane, jer zavise od različitih pozicija sportista u odnosu na projektovane snimke. S druge strane, korišćenje virtuelne tehnologije za merenje vremena reagovanja u sportu omogućava i strogu kontrolu i fino podešavanje vizuelnih informacija putem kompjuterske simulacije približno realnim uslovima (Bideau i sar., 2004;. Vignais i sar., 2009; Miles i sar., 2012; Vignais i sar., 2015). U istraživačkim poduhvatima uglavnom se koriste stereoskopske kacige koje omogućavaju praćenje pokrete glave (Craig, 2013). Iako sofisticirana virtuelna tehnologija može da reši većinu navedenih ograničenja video tehnologije, troškovi i složenost uspostavljanja takvog sistema otežavaju mogućnost njene rutinske primene.

Imajući u vidu razmatranje gore navedenog, osmislili smo studiju čiji je cilj da proceni novi video metod za merenje vremena reagovanja u specifičnim sportskim situacijama. Glavna novina ovog metoda se odnosi na poboljšanje ekoloških uslova tj. na realnost podsticaja (video snimak karate udaraca rukom i nogom) i na realnost odgovora na isti (odgovarajuće odbrambene akcije). Korišćeni sistem za kinematičku analizu podataka omogućio je prikupljanje osetljivih podataka. Testirani su elitni karatisti, jer smo smatrali da su njihove veštine zasnovane na trenažnom iskustvu u rešavanju situacionih zadataka koji zahtevaju izborno reagovanje na različite podsticaje i uporedili ih sa istim osobinama početnika u karateu. Prvi cilj u našoj studiji je bio da se proceni pouzdanost njihovog vremena reagovanja dobijenih i u uslovima prostog i izbornog reagovanja. Naš drugi cilj je bio da se proceni osetljivost dobijenih merenja upoređivajući posmatrano vreme reagovanja kod elitnih takmičara i početnika, kao i u uslovima prostog i izbornog reagovanja. Naša pretpostavka je da će vreme reagovanja biti kraće kod eksperata u odnosu na početnike, kao i da će biti kraće u uslovima prostog i izbornog reagovanja. Očekivani nalazi bi mogli da doprinesu razvoju standardizovanih procena odnosa podsticaj-odgovor koji se mogu koristiti u istraživanjima i u rutinskim testiranjima.

5.2. Metode

5.2.1. Uzorak ispitanika

Na osnovu cilja studije, za ispitanike odabrali smo takmičare u karateu, jer se smatra da je vreme reagovanja jedan od glavnih prediktora uspešnosti u ovom sportu (Chaabène i sar., 2012). Prvu grupu ispitanika su činili takmičari u borbama u karateu (N = 10; starosti 23.3 ± 3.2 ; podaci prikazani kao srednja vrednost \pm SD), sa najmanje 10 godina takmičarskog iskustva. Svi takmičari u borbama su bili nosioci crnog pojasa i članovi nacionalnog karate tima, a trojica njih su bili osvajači zlatne medalje na Svetskom prvenstvu 2010. godine. Drugu grupu su činili početnici (studenti Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja). Svi su bili muškog pola, kao i sličnog uzrasnog doba (N = 10; starosti 22.6 ± 1.3 godina). Iako nijedan od njih nije bio aktivni takmičar u karateu, svi su naučili osnovne tehnike u karateu i vežbali ih kroz akademski nastavni plan i program (dva časa nedeljno tokom sedam nedelja). Ispitanici obe grupe su bili desnoruki, normalnog vida i preferirali su desni borbeni stav. Svi ispitanici su bili u obavezi da daju pismenu saglasnost za učestvovanje u eksperimentu, a protokoli testiranja su bili u skladu sa etičkim standardima Helsinške deklaracije.

5.2.2. Protokol eksperimenta

Standardni postupak zagrevanja (10 minuta vežbi oblikovanja i dinamičnog istezanja) je primenjen pre testiranja. Upoznavanje sa protokolom testiranja se sastojalo od praktične demonstracije dva moguća odgovora na različite ofanzivne akcije, nakon čega su postojala 4 probna pokušaja za sve uslove. Nakon toga, snimali su se nasumično izvedeni eksperimentalni pokušaji. Ispitanici su izvodili nasumično 3 eksperimentalna pokušaja za svaku ofanzivnu akciju unutar pojedinačnog eksperimentalnog uslova što iznosi ukupno 12 eksperimentalnih pokušaja (3 pokušaja x 2 odgovora x 2 uslova). U slučaju netačnih odgovora ili ako su odbrambene akcije bile izvedene pre vremena, pokušaji su bili ponovljeni u skladu sa istim protokolom. Kako bi ispitanici bili sprečeni da anticipiraju početak ofanzivne akcije, variralo se sa predperiodima u intervalu od 1 do 5 sekundi. Pored toga, lažni pokušaji (eng. *catch trials*) su bili zastupljeni u meri od 20% u odnosu na ukupan broja pokušaja. Nakon uspešno završene odbrambene akcije,

ispitanici su imali vreme odmora u trajanju od 20-30 sekundi pre sledećeg pokušaja. Ispitanicima je bilo rečeno da mogu da zatraže odmor, u meri koliko im je potreban, usled osećaja umora ili pada koncentracije. Sva testiranja su sprovedena od strane dva iskusna eksperimentatora u laboratorijskim uslovima, u isto vreme (10 – 13 časova prepodne).

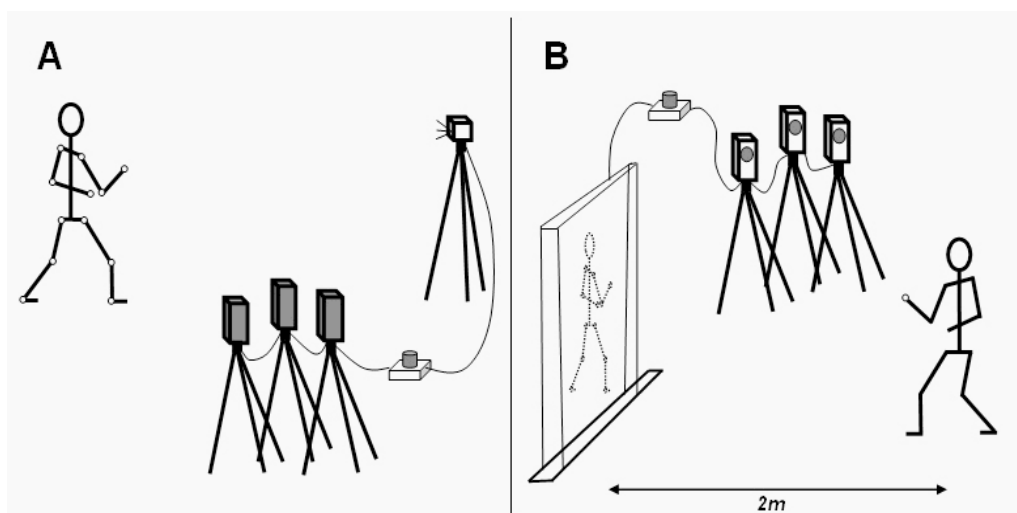
5.2.3. Eksperimentalne procedure

U ovom eksperimentu smo merili vreme reagovanja u približno realnim situacijama u karateu pomoću nove video metode (vidi sliku 4; Vignais i sar., 2015). Naime, vreme reagovanja se procenjivalo na osnovu podataka snimljenih u dva eksperimentalna uslova. Inicijalno, istovremeno smo snimali ofanzivne akcije (podsticaj) i odgovarajuće kinematičke podatke koji su omogućili određivanje trenutka početka podsticaja. Nakon toga, snimili smo defanzivne akcije povezane sa video snimcima ofanzivnih akcija (podsticaj) koji su nam dali glavni skup kinematičkih podataka koji su se koristili za određivanje trenutka početka odgovora. Vremenski interval između početka podsticaja i odgovora smatrao se vremenom reagovanja.

Snimanje ofanzivnih akcija

Snimanje ofanzivnih akcija koje su se posle koristile kao podsticaj je bilo obavljeno pomoću video kamere visoke rezolucije (Basler BIP2, Ahrensburg, Nemačka) sa frekvencijom snimanja od 60 frejmova po sekundi i mogućnošću spoljašnjeg trigerovanja (slika 4A). Ofanzivne akcije su bile izvedene od strane elitnog takmičara u borbama koji je takođe član nacionalnog karate tima. Video kamera je bila postavljena u položaj koji simulira realnu udaljenost između dva takmičara u sportskoj borbi. Karatista je stajao u poziciji desnog borbenog stava iz kojeg je izvodio odvojeno dve različite ofanzivne akcije prema kameri za snimanje (slika 4B). Naime, *Mae-aši mavaši geri* (kružni udarac „prednjom“ nogom) i *Gjaku zuki* (udarac „kontra“ rukom) su izabrani kao udarci koji se najčešće primenjuju u sportskoj borbi. Takođe, bile su snimljene situacije u kojima se nisu izvodile bilo kakve akcije („lažni pokušaji“). Snimanje je bilo sinhronizovano sa sistemom od 3 trodimenzionalne infracrvene kamere

koje su snimale 12 retrofektivnih markera postavljenih na centre zglobova ruku, laktova, ramena, kukova, kolena i skočnih zglobova (Kualisis AB, Geteborg, Švedska). Nakon toga je urađena 3D kinematička analiza pokreta kako bi se odredio stimulatívni početak snimljenih ofanzivnih akcija. Sva tri snimanja su izvršena u standardizovanim laboratorijskim uslovima i nije bilo nikakvih vidljivih razlika u početnim položajima među njima.



Slika 4. Šematski prikaz eksperimentalnog podešavanja koja se koristi za inicijalni video zapis ofanzivne akcije (A), kasnije korišćene kao podsticaji prikazani na ekranu za merenje defanzivne akcije (B). Grupa od 3 kamere predstavlja video-sistem za snimanje retrofektivnih markera (mali krugovi), dok je povezivanje uređaja predstavljao zajednički okidač.

Snimanje defanzivnih akcija

Način snimanja defanzivnih akcija koji prikazuje početak odgovora je je šematski prikazan na slici 4B. Ispitanici su stajali u borbenom stavu na 2 m udaljenosti od velikog ekrana (2x3 m), na kom su se prikazivale prethodno snimljene ofanzivne akcije u prirodnoj veličini (Witte i sar., 2012). Svi ispitanici su stajali u desnom borbenom stavu. Retrofektivni marker je bio postavljen na processus styloideus „prednje“ ruke u gardu ispitanika. Tri infracrvene kamere su bile postavljene za merenje 3D pokreta omogućavajući naknadnu kinematičku analizu kako bi se utvrdio početak

odbrambene akcije. Infracrvene kamere koje su snimale defanzivnu akciju bile su povezane sa video projekcijom ofanzivne akcije od strane spoljašnjeg trigerovanja.

Vreme reagovanja je snimljeno u dva eksperimentalna uslova. U okviru prvog eksperimentalnog uslova, unapred je bila poznata kako projektovana ofanziva akcija tako i adekvatna defanzivna akcija (vreme prostog reagovanja). Kada je bio projektovan kružni udarac „prednjom“ nogom (*Mae-aši mavaši geri*), ispitanici su morali da reaguju pomoću gornjeg bloka (*Te nagaši uke*). S druge strane, kada je bio projektovan udarac rukom (*Gjaku zuki*), primenjivao se donji blok (*Gedan barai*).

U okviru drugog eksperimentalnog uslova, postojale su dve moguće ofanzivne akcije (podsticaj) koje su bile projektovane nasumično, nepoznato za ispitanike pri čemu je mereno vreme izbornog reagovanja. Naime, ispitanici su očekivali da se projektuju ili *Mae-aši mavaši geri* ili *Gjaku zuki* i zadatak im je bio da reaguju adekvatnim odgovorom (*Te Nagaši uke* ili *Gedan barai*).



Slika 5. Ilustracija snimanja akcija odgovora

5.2.4. Obrada i analiza podataka

Podaci su dobijeni od kamera koje se koriste za 3D kinematičku analizu pokreta i uzorkovani po stopi od 200 Hz i prečišćena korišćenjem Batervortovog filtera sa graničnom frekvencijom od 10 Hz. U laboratoriji napisan softver (National Instruments LabVIEW 2012, Austin, TX, USA) je bio korišćen za izračunavanje početka pokreta (označen kao 5% od maksimalne brzine kretanja). Za udarac *Aši mavaši geri* marker fiksiran na kolenu prednje noge prvi prođe taj prag, a za *Gjaku zuki* marker fiksiran na zglobu „prednje“ noge u stavu (treba imati na umu da se taj pokret izvodi sa iskorakom prednje noge). Isti prag (5% od maksimalne brzine) primenili smo za marker na zglobu šake, kao početak defanzivne akcije. Razlika između početka ofanzivne akcije i početka defanzivne reakcije se računalo kao vreme reagovanja. Treba napomenuti da je prilikom projektovanja ofanzivnih akcija i snimanje defanzivnih akcija korišćen isti okidač.

5.2.5. Statistička analiza

Na osnovu našeg prvog cilja, u okviru oba eksperimentalna uslova, pouzdanost između pokušaja vremena reagovanja, bila je dobijena od 3 pokušaja za svaku ofanzivnu akciju. Konkretno, izračunavao se intraklasni koeficijent korelacije (ICC), koeficijent varijacije (CV%), standardna greška merenja (SEM). Što se tiče drugog cilja studije, upoređivali smo razlike između grupa (takmičari u borbama naspram početnika) i eksperimentalnih uslova (vreme prostog reagovanja naspram vremena izbornog reagovanja) primenom mešovite („between-within“) dvo-faktorske analize varijanse (ANOVA) odvojeno za dve različite ofanzivne akcije. Za analizu koristili smo srednje vrednosti izračunate iz 3 različita pokušaja. U slučaju značajnih glavnih efekata bez interakcije, primenjivali su se T-testovi da uporede zavisne varijable dobijene iz različitih uslova (zavisne uzorke) ili grupa (nezavisne uzorke). Eta kvadrat (η^2) se izračunavao za ANOVA gde su vrednosti efekta veličine 0.01 smatrane malim, 0.06 srednjim i iznad 0.14 velikim (Cohen, 1988). Nivo statističke značajnosti je bio podešen na $p < 0.05$.

5.3. Rezultati sa diskusijom

Ukupan broj neadekvatnih (netačnih) pokušaja odbrambenih reakcija je bio 3 od 11 kod početnika, dok kod takmičara u borbama je ovaj odnos je iznosio 1 od 7, u uslovima prostog reagovanja i u uslovima izbornog reagovanja. Nijedan od ispitanika nije imao više od 3 netačna odbrambena odgovora (reakcije) od ukupno 12 pokušaja.

Srednje vrednosti od 3 uzastopna pokušaja za različite ofanzivne akcije, faktor grupa i faktor uslovi prikazane su u tabeli 1. Što se tiče njihovog indeksa pouzdanosti, dobijene vrednosti su pokazale relativno nizak koeficijent varijacije ($2,02\% < CV < 5,55\%$), standardnu grešku merenja ($5 \text{ ms} < SEM < 20 \text{ ms}$) i visok intraklasni koeficijent korelacije ($0,82 < ICC < 0,99$). Osim toga, primenjena jedno-faktorska ANOVA nije pokazala značajne razlike između 3 uzastopna pokušaja ($F < 0,121$; $p > 0,05$). Treba napomenuti da u 3 od 4 poređenja vrednosti rezultata i koeficijenta varijacije i intraklasnih koeficijenta korelacije pokazuju veću pouzdanost kod takmičara u borbama u odnosu na početnike, dok isto važi i za sva 4 poređenja standardne greške merenja (SEM).

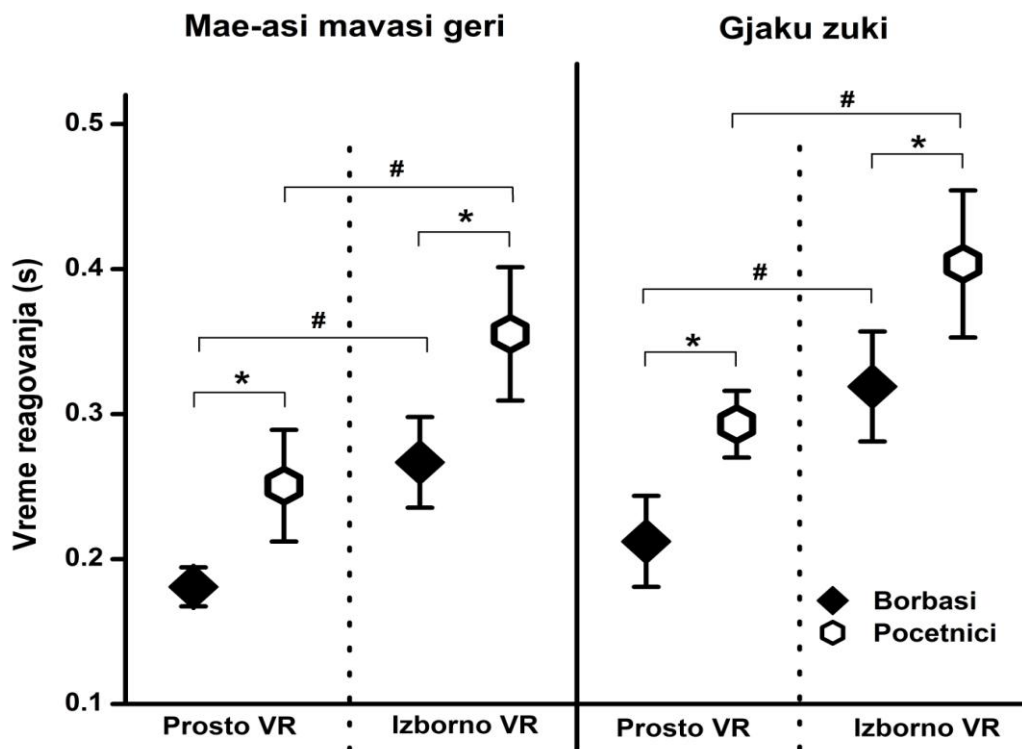
Tabela 1. Podaci o vremenu reagovanja posmatrano na osnovu 3 uzastopna pokušaja (srednje vrednosti standardne devijacije; podaci proseka ispitanika)

Podsticaj	Grupa	Uslov	Pokušaj 1 (s)	Pokušaj 2 (s)	Pokušaj 3 (s)	CV %	SEM (s)	ICC (95 % CI)	F	
<i>Mae-aši mavaši geri</i>	Borbaši	Prosto VR	0.175 ± 0.03	0.177 ± 0.03	0.175 ± 0.03	5.55	0.007	0.95 (0.89, 0.98)	0.02	
		Izorno VR	0.268 ± 0.05	0.269 ± 0.05	0.268 ± 0.04	2.02	0.005	0.99 (0.97, 0.99)	0.00	
	Početnici	Prosto VR	0.247 ± 0.06	0.254 ± 0.05	0.242 ± 0.06	4.26	0.010	0.97 (0.94, 0.99)	0.12	
		Izorno VR	0.362 ± 0.08	0.359 ± 0.06	0.362 ± 0.08	5.36	0.020	0.93 (0.85, 0.97)	0.01	
	<i>Gjaku zuki</i>	Borbaši	Prosto VR	0.201 ± 0.04	0.202 ± 0.05	0.201 ± 0.04	3.58	0.007	0.97 (0.94, 0.99)	0.00
			Izorno VR	0.325 ± 0.06	0.318 ± 0.06	0.320 ± 0.06	2.54	0.007	0.99 (0.97, 0.99)	0.04
Početnici		Prosto VR	0.293 ± 0.04	0.297 ± 0.03	0.291 ± 0.03	5.22	0.015	0.82 (0.62, 0.91)	0.08	
		Izorno VR	0.398 ± 0.08	0.391 ± 0.07	0.389 ± 0.05	5.29	0.020	0.92 (0.83, 0.96)	0.05	

CV %- koeficijent varijacije; SEM- standardna greška merenja; ICC- intraklasni koeficijent korelacije sa pouzdanošću od 95 % CI; F-vrednost

Na slici 6. prikazane su dobijene prosečne vrednosti vremena reagovanja za 2 grupe ispitanika i za 2 eksperimentalna uslova. Primenom mešovite („between-within”) dvo-faktorske ANOVE za *Mae-aši mavaši geri* kao ofanzivni podsticaj dobijeni su značajni glavni efekti za faktor grupe ($F_{(1,19)}=30.7$, $\eta^2 = 0.34$, $p < 0.01$) i faktor uslovi ($F_{(1,19)}=60.6$, $\eta^2 = 0.36$, $p < 0.01$), ali ne i za njihove značajne interakcije ($F_{(1,19)}=0.164$, $\eta^2 < 0.01$, $p = 0.69$). Takođe i za *Gjaku zuki* su se dobijeni značajni glavni efekti za faktor grupe ($F_{(1,19)}=26.5$, $\eta^2 = 0.30$, $p < 0.01$) i faktor uslovi ($F_{(1,19)}=118.6$, $\eta^2 = 0.43$, $p < 0.01$), ali ne i za njihove interakcije ($F_{(1,19)}=0.150$, $\eta^2 < 0.01$, $p = 0.70$). Naime, za obe ofanzivne akcije (podsticaj) pokazalo se da su takmičari u borbama reagovali brže nego početnici ($p < 0,01$), dok su obe grupe reagovale brže u uslovima prostog reagovanja

nego u uslovima izbornog reagovanja za oba odgovora ($p < 0,01$). Treba napomenuti takođe i izuzetno veliki efekat dobijen u vezi sa glavnim efektima za oba uslova ($30 < \eta^2 < .43$).



Slika 6. Podaci izračunate srednje vrednosti ispitanika dobijeni srednjom vrednosti od 3 uzastopna pokušaja za različite ofanzivne podsticaje (Mae-aši mavaši geri i Gjaku zuki), za grupe (takmičari u borbama i početnici), i uslove (Vreme prostog reagovanja i Vreme izbornog reagovanja), prikazani zajedno sa pouzdanošću od 95%.

U ovoj studiji proverili smo novi video metod za merenje vremena prostog reagovanja i vremena izbornog reagovanja u specifičnim situacijama u sportu. Na osnovu našeg prvog cilja, primetili smo izuzetno visoke indekse pouzdanosti rezultata vremena reagovanja kod pojedinaca različitih nivoa znanja i pod specifičnim uslovima, čime je potvrđena hipoteza H_{1-1} .

Što se tiče našeg drugog cilja, izmereno vreme reagovanja je bilo dovoljno osetljivo da detektuje razlike između 2 grupe pojedinaca različitih nivoa znanja, kao i

između uslova prostog reagovanja i vremena izbornog reagovanja, čime je potvrđena hipoteza H_{1-2} .

Temeljna procena merenja vremena reagovanja pod standardnim laboratorijskim podešavanjima već je sprovedena pre nekoliko decenija (Posner, 1978). Međutim, merenje vremena reagovanja u boljim ekološkim uslovima, kao što su studije zasnovane na video tehnologiji (Williams i Davids, 1998; Williams i Elliott, 1999) očigledno imaju izvesne metodološke slabosti. Naime, samo podsticaji su bili realni, dok se u našoj studiji realnost uslova odnosila i na podsticaj i na odgovor.

Očigledan značaj u našem pristupu je u povećavanju ekološke validnosti bez povećanja dodatnih troškova i složenosti potrebne opreme, a koji je neminovno povezan sa upotrebom virtuelne tehnologije u merenjima vremena reagovanja (Bideau i sar., 2004; Vignais i sar., 2009; Vignais i sar., 2015). Međutim, pouzdanost posmatranih ishoda u studijama ekološke validnosti ostaje nepoznat. To dodatno govori u prilog značaja naših rezultata pouzdanosti. U principu, utvrdili smo da su ishodi dobijenih vremena reagovanja za različite ofanzivne akcije, različite grupe i uslove bili vrlo pouzdani. Konkretno, intraklasni koeficijent korelacije (ICC) je uglavnom ostao iznad 0,9, dok je koeficijent varijacije (CV) bio ispod 6%, a standardna greška merenja (SEM) samo oko 10 ms. Kao što se moglo očekivati, većina indeksa pokazuje nešto veću pouzdanost merenja kod vrhunskih sportista nego kod početnika. Ipak, primenjeni sadašnji metod se može koristiti kao veoma pouzdan za buduća merenja vremena reagovanja, ne samo kod vrhunskih sportista, već i kod osoba sa nižim nivoom veština. Na kraju, treba imati na umu da je standardna greška merenja (SEM) ["tipičan greška merenja; (Hopkins, 2000)] značajno manja od razlike u vremenima reagovanja posmatrano kako između grupa tako i uslova, što takođe govori u prilog korišćenju evaluirane metode u rutinskim testiranjima.

Posebno važan nalaz može biti osetljivost merenja vremena reagovanja u otkrivanju razlika između grupa ispitanika i uslova testiranja. Dobijeni rezultati za obe ofanzivne akcije ukazuje ne samo značajan, nego i veoma značajne razlike između pojedinaca različitih nivoa obučenosti. Konkretno, visoko obučeni sportisti reaguju

znatno brže nego oni manje obučeni. Slične razlike su приметili Mori i saradnici (2002), koji su se koristili samo realan stimulans. Osim toga, treba imati na umu da kada su se promenili uslovi testiranja iz prostog vremena reagovanja u izborno vreme reagovanja, vreme reagovanja se u proseku produžilo za 100 ms. Ovakvi rezultati po sebi su u skladu sa Hikovim zakonom (Hick, 1952) po kome se povećavanjem broja izbornih opcija (alternativa) produžava vreme reagovanja. Treba takođe naglasiti da se intervali 95% pouzdanosti ne preklapaju ni između grupa ni između uslova (slika 6). Razmatrani nalazi ne samo da potvrđuju hipoteze H_{1-1} i H_{1-2} , već govore u prilog visokoj osetljivosti primenjene metode tokom snimanja vremena reagovanja i kod različitih populacija i pod različitim uslovima.

6. BRZINA REAGOVANJA VRHUNSKIH KARATISTA RAZLIČITE SPECIJALIZACIJE MERENA KORIŠĆENJEM SAVREMENE VIDEO TEHNOLOGIJE (EKSPERIMENT 2)

U sklopu realizovanja istraživanja, *Eksperiment 2* je uključivao merenja koja su bila sprovedena u jednom danu. Sva merenja bila su sprovedena u Metodičko-istraživačkoj laboratoriji (MIL) Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja u Beogradu, u toku 30 dana.

6.1. Uvod

U ispoljavanju sportskih veština i težnji ka njihovom savršenstvu pored morfoloških karakteristika i motoričkih sposobnosti, veliku ulogu imaju i kognitivne veštine (Mann, Williams, Ward i Janelle, 2007; Williams, 2002). Takmičenja u sportu se odvijaju u izraženim stresnim uslovima, kako zbog visokih fizičkih i psihičkih naprezanja, tako i zbog očekivanja i pritiska da se sportska aktivnost vrši na visokom nivou (Gould, Jackson i Finch, 1993). Pod takvim uslovima, od sportiste se zahteva da brzo i precizno obrađuju relevantne informacije i skraćuju vreme za donošenje odluka u cilju pravovremene i adekvatne pripreme motornog aparata za izvršavanje konkretne akcije (Savelsbergh, Williams, Van der Kamp i Ward, 2005; Shim, Carlton, Chow i Chae, 2005). U sportu, anticipacija i vreme reakcije predstavljaju aspekte perceptivnih sposobnosti koje se smatraju vrlo važnim za uspešno rešavanje takmičarskih situacija (Mori, Ohtani i Imanaka, 2002). Anticipacija igra važnu ulogu (Vaeyens, Lenoir, Williams i Philippaerts, 2007), naročito u timskim sportovima (odbojka, košarka, rukomet, fudbal) u kojima sportisti moraju pratiti aktivnosti i pozicije više igrača istovremeno. Vreme reakcije se smatra ključnim elementom takmičarske uspešnosti u sportovima koji zahtevaju brzo reagovanje na određene spoljašnje draži kao što su karate (Layton, 1991) ili sprinterske discipline u atletici (Collet, 1999). U tom smislu postoje različite vrste sportova po osnovu okruženja u kojem se odvijaju takmičenja kao i od zadataka u konkretnoj sportskoj grani (Knapp, 1963).

Na osnovu navedenog, sportove možemo svrstati u dva tipa: 1) sportovi zatvorenog stereotipa i 2) sportovi otvorenog stereotipa. Sportovi zatvorenog stereotipa odnose se na one u kojima učinak manje zavisi od okruženja i u kojima se pokreti izvode po utvrđenim motoričkim obrascima (atletika, dizanje tegova, gimnastika, plivanje). Kada je reč o sportovima otvorenog stereotipa oni se odigravaju u relativno nepredvidljivim i promenljivim okruženjima i od sportiste zahtevaju stalno prilagođavanje novonastalim situacijama koje su u velikoj meri uslovljene ponašanjem drugih učesnika. U ovu grupu spadaju timski sportovi (fudbal, košarka, odbojka), sportovi sa jednim ili dva protivnika (stoni-tenis, tenis, borilački sportovi), mada postoje i neke sportske grane koje imaju takmičarske discipline otvorenog i zatvorenog stereotipa. Jedan od takvih primera je i karate koji ima dve takmičarske discipline: kate i borbe. Kata pripada kategoriji zatvorenog stereotipa, a borbe otvorenom stereotipu.

Kata kao disciplina zahteva posebne perceptivne sposobnosti za orijentaciju u prostoru i tačnost u zauzimanju strogo definisanih položaja i izvođenju kretanja po utvrđenim izvođačkim linijama. Izvođenje kate odvija se u formi individualnih, samostalnih nastupa takmičara bez direktnog ometajućeg uticaja protivnika.

Za razliku od kata, sportska borba se zasniva na direktnom sukobljavanju dva protivnika u izrazito promenljivim i međusobno ometajućim uslovima po osnovu distance, kretanja i različitih vrsta primenjenih tehnika. Svaki takmičar se trudi da protivniku nametne najpogodniju distancu i uoči pogodan trenutak njegove smanjene sposobnosti za reagovanje i da onda iznenada izvede uspešnu poentirajuću akciju. U tom smislu, uspešnost takmičara u borbama direktnije se povezuje sa sposobnostima koje se odnose na vreme reagovanja i anticipaciju (Mori i sar., 2002).

Razlike u vremenima prostog i izbornog reagovanja među sportistima različitih nivoa na osnovu pregledane literature pokazale su se prilično nedosledne. Karate se posebno ističe u tom pogledu. U nekoliko studija se pokazalo postojanje razlika u vremenima prostog i izbornog reagovanja između karatista različitih nivoa (Layton, 1993; Neto i sar., 2009, Mori i sar., 2002), dok u drugim istraživanjima ovakve razlike nisu potvrđene (Williams i Elliott, 1999; Mori i sar., 2002, Fontani i sar., 2006).

Dobijanje relevantnih vremena reagovanja u mnogome zavisi od primenjene tehnologije i mogućnosti simuliranja realnijih zadataka (testova) u odnosu na takmičarske uslove. U tom smislu postoje istraživanja koja se zasnivaju na primeni savremenih metoda u ispitivanju vremena reagovanja u sportu (Fukuhara i sar., 2009; Witte i sar., 2012; Vignais i sar., 2015). Uglavnom, dominiraju istraživanja koja se zasnivaju na korišćenju video snimaka ili slajdova (Williams i Davids, 1998; Williams i Elliott, 1999; Ando i Shingo, 2001, Mori i sar., 2002; Fukuhara i sar., 2009; Peiyong i Inomata, 2012). Osnovni nedostaci ovih istraživanja su vezani za realnost odgovora na prikazane podsticaje (Mori i sar., 2002; Lemmink i Visscher, 2005, Ando i Shingo, 2001).

Na osnovu navedenog, osmislili smo studiju čiji je glavni cilj da uporedi brzinu reagovanja kod karatista različite specijalizacije merenu korišćenjem savremene video tehnologije. Uslove merenja vremena reagovanja činile su dve realne komponente (podsticaj i odgovor). Podsticaje su činili video snimci karate udaraca rukom i nogom, dok su odgovore predstavljali adekvatne odbrane u vidu blokova koji se primenjuju u borbenim situacijama. Prikupljanje osetljivih podataka omogućeno je sistemom za kinematičku analizu podataka. Testirani su elitni karatisti iz dve takmičarske discipline (kate i borbe) i početnici, jer pretpostavljamo da između grupa karatista postoje razlike koje proističu iz različitih tipova treninga i takmičenja u ovim disciplinama kao i da će u brzini prostog i izbornog reagovanja obe ove grupe biti superiornije u odnosu na početnike zbog posebnog uticaja treninga i iskustva. Očekivani nalazi bi mogli da doprinesu unapređenju metodike obučavanja karatista u borbama i katama i ukupne trenazne tehnologije u ovom sportu, a posebnu u poboljšanju perceptivnih sposobnosti koje se odnose na brzinu reagovanja.

6.2. Metode

6.2.1. Uzorak ispitanika

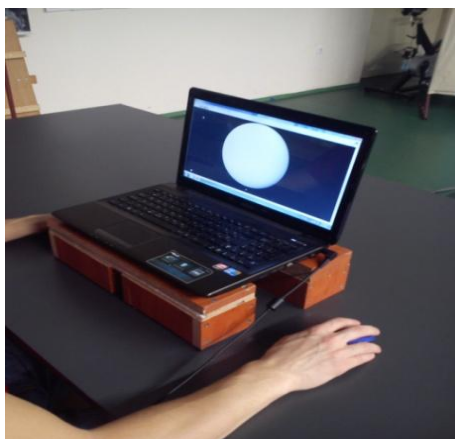
Za ispitanike u ovoj studiji odabrali smo elitne takmičare u karateu i početnike. Prvu grupu ispitanika su činili takmičari u borbama u karateu ($N = 10$; starosti 23.3 ± 3.2 ; podaci prikazani kao srednja vrednost \pm SD), sa najmanje 10 godina takmičarskog iskustva. Svi takmičari u borbama su bili nosioci crnog pojasa i članovi nacionalne karate reprezentacije. Drugu grupu su činili takmičari u katama ($N = 10$, starosti $22,2 \pm 3,4$). Svi takmičari u katama su bili nosioci crnog pojasa sa 5 do 10 godina takmičarskog iskustva od čega njih trojica su članovi nacionalne karate reprezentacije. Treću grupu ispitanika činili su početnici ($N = 10$; starosti 22.6 ± 1.3 godina). Grupu početnika činili su studenti Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja. Nijedan ispitanik iz grupe početnika nije bio aktivni takmičar u karateu, dok su osnovne tehnike u karateu naučili i vežbali kroz akademski nastavni plan i program (dva časa nedeljno tokom sedam nedelja). Svi ispitanici su bili desnoruki, normalnog vida i muškog pola. Svi ispitanici su bili u obavezi da daju pismenu saglasnost za učestvovanje u eksperimentu, a protokoli testiranja su bili u skadu sa etičkim standardima Helsinške deklaracije.

6.2.2. Protokol eksperimenta

Protokoli testiranja koji su bili primenjeni u ovom eksperimentu su u potpunosti istovetni sa protokolima primenjenim u prvom eksperimentu (strana 22).

6.2.3. Eksperimentalne procedure

Eksperimentalne procedure u ovom eksperimentu pri merenjima vremena reagovanja u približno realnim situacijama u karateu pomoću osnovne video metode su u potpunosti identične kao u prvom eksperimentu. U ovom eksperimentu smo, pored napomenutih uslova, vreme reagovanja merili i korišćenjem standardizovanog testa (slika 7)



Slika 7. Merenje vremena reagovanja korišćenjem standardizovanog testa

U uslovima merenja vremena prostog reagovanja primenom standardizovanog testa ispitanici su sedeli za stolom u normalnom sedećem položaju ispred računarskog ekrana na kojem se nasumično pojavljivala velika bela tačka (dijametra 5-8 cm) na centru ekrana. Zadatak ispitanika je bio da prostim odvajanjem kažiprsta sa tastera miša reaguju što je brže moguće na pojavu tačke na ekranu. U cilju sprečavanja ispitanika da predvidi pojavljivanje vizuelne draži, variralo se sa predperiodom u intervalu od 1 do 5 sekundi. Nakon detaljnog objašnjenja protokola testa ispitanici su imali dva probna pokušaja, a zatim su pristupali izvođenju testa.

Merenje vremena reagovanja u približno realnim situacijama se procenjivalo na osnovu podataka snimljenih iz dva eksperimentalna uslova. Istovremeno smo snimali ofanzivne akcije (podsticaj) i odgovarajuće kinematičke podatke koji su omogućili određivanje trenutka početka podsticaja. Nakon toga, snimili smo defanzivne akcije povezane sa video snimcima ofanzivnih akcija koji su nam dali glavni skup kinematičkih podataka koji su se koristili za određivanje trenutka početka odgovora. Vremenski interval između početka podsticaja i odgovora smatrao se vremenom reagovanja.

Snimanje ofanzivnih akcija

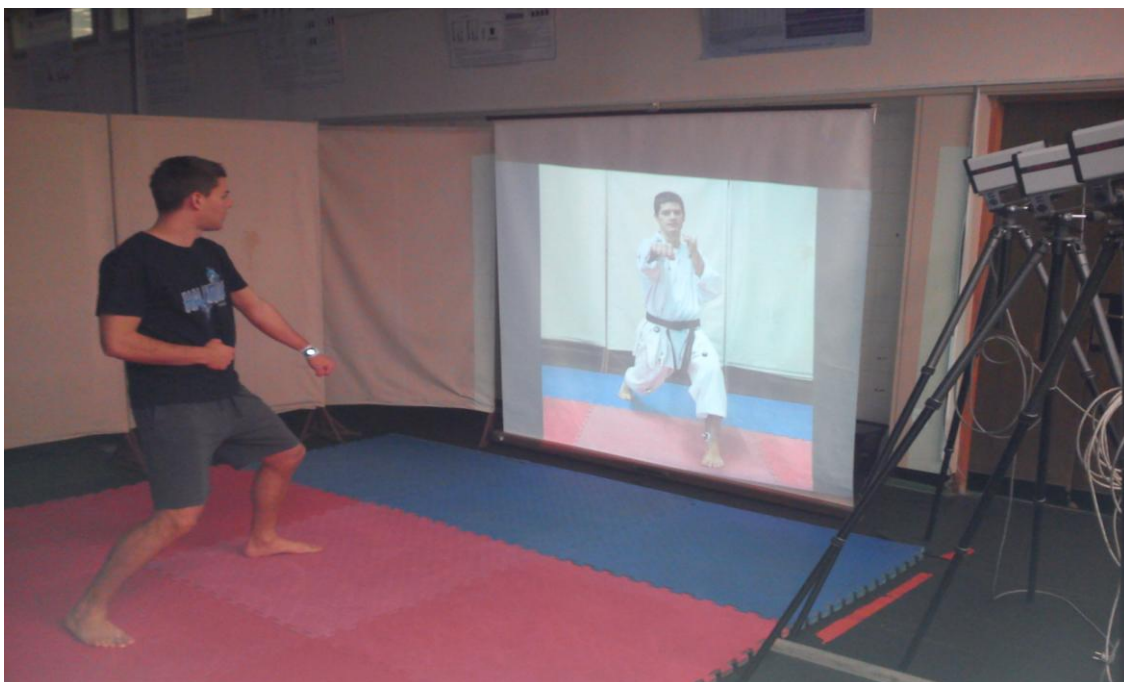
Procedure snimanja ofanzivnih akcija bile su identične kao u prvom eksperimentu (strana 23). U ovom eksperimentu ofanzivne akcije su činila četiri udarca, za razliku od prvog eksperimenta u kom su ofanzivne akcije činili dva udarca. Udarci koji su bili korišćeni u ovom eksperimentu su: udarac „prednjom“ rukom iz garda (*Kizame zuki*), udarac „prednjom“ nogom iz garda (*Mae-aši mavaši geri*), udarac „zadnjom“ rukom iz garda (*Gjaku zuki*) i udarac „zadnjom“ nogom iz garda (*Čudan mavaši geri*).



Slika 8. Ilustracija snimanja ofanzivne akcije

Snimanje defanzivnih akcija

Način snimanja defanzivnih akcija je bio istovetan kao u prvom eksperimentu (strana 24). Novina u ovom eksperimentu je uvođenje dva nova udarca, ali su odbrane (blokovi) ostale ne promenjene. S tim u vezi, kada su bili projektovani *Mae-aši mavaši geri* i *Kizame zuki* ispitanici su morali da reaguju pomoću *Te nagaši uke* (gornji blok). S druge strane, kada su bili projektovani *Gjaku zuki* i *Čudan mavaši geri* primenjivan je *Gedan barai* (donji blok).



Slika 9. Ilustracija snimanja akcija odgovora

6.2.4. Obrada i analiza podataka

Podaci su dobijeni od kamera koje se koriste za 3D kinematičku analizu pokreta i uzorkovani po stopi od 200 Hz i prečišćena korišćenjem Batervortovog filtera sa graničnom frekvencijom od 10 Hz. U laboratoriji napisan softver (National Instruments LabVIEW 2012, Austin, TX, USA) je bio korišćen za izračunavanje početka pokreta (označen kao 5% od maksimalne brzine kretanja). Za udarac *Mae-aši mavaši geri* marker fiksiran na kolenu prednje noge prvi prođe taj prag, za udarac *Kizame zuki* marker na skočnom zglobu „prednje“ noge u stavu, za udarac *Čudan mavaši geri* marker na ramenu „prednje“ ruke u gardu, a za udarac *Gjaku zuki* marker fiksiran na zglobu „prednje“ noge u stavu (treba imati na umu da se taj pokret izvodi sa iskorakom prednje noge). Isti prag (5% od maksimalne brzine) primenili smo za marker na zglobu šake, kao početak defanzivne akcije. Razlika između početka ofanzivne akcije i početka defanzivne reakcije se računalo kao vreme reagovanja. Treba napomenuti da je prilikom projektovanja ofanzivnih akcija i snimanje defanzivnih akcija korišćen isti okidač.

6.2.5. Statistička analiza

Pre primene glavnih statističkih procedura, izračunati su osnovni deskriptivni pokazatelji: srednja vrednost (SV), standardna devijacija (SD), koeficijent varijacije (CV%), minimalne vrednosti (MIN), maksimalne vrednosti (MAX) i intervali pouzdanosti (95%CI).

U ispitivanju razlika u vremenu reagovanja između grupa (faktor „grupa“: borci, kataši i početnici) i uslova (faktor „uslov“: vreme prostog reagovanja, vreme izbornog reagovanja sa dve i sa četiri nepoznate) primenili smo četiri mešovite („between-within“) dvo-faktorske *ANOVA* za svaku ofanzivnu akciju (napad „prednjom“ rukom, „zadnjom“ rukom, „prednjom“ nogom i „zadnjom“ nogom). U slučajevima značajnih glavnih efekata bez interakcije, primenili smo jedno-faktorsku *ANOVU* za poređenje vremena reagovanja dobijenih od različitih grupa (nezavisni uzorci) i uslova (upareni uzorci). Za analizu koristili smo srednje vrednosti izračunate iz 3 različita pokušaja. U slučaju značajnih glavnih efekata i interakcija, primenjen je Bonferroni post-hoc test. Pored toga, primenjena je i jedno-faktorsku *ANOVA* u cilju procene razlika u vremenu reagovanja između grupa u ne-specifičnim uslovima (otpuštanje tastera).

Za sve navedene analize koristili smo srednju vrednost 3 testirana pokušaja. Eta kvadrat (μ^2) je izračunat za *ANOVA* pri čemu su vrednosti veličine 0.01 smatrane malim, 0.06 srednjim i iznad 0.14 velikim (Koen 1992). Nivo statističke značajnosti je bio podešen na $P < 0,05$. Svi statistički testovi su bili urađeni pomoću SPSS19 (IBM, Armonk,NI).

6.3. Rezultati sa diskusijom

U ovom poglavlju izloženi su rezultati statističke obrade podataka dobijenih u primenjenim testovima. Nakon testiranja raspodele konstatovano je da rezultati svih testova imaju normalnu ili aproksimativnu normalnu raspodelu, nakon čega su sprovedene sve predviđene analize na način koji omogućava dobijanje odgovora na postavljene hipoteze.

U tabelama 2, 3, 4, 5, 6 prikazani su osnovni deskriptivni pokazatelji koji se odnose na dobijena vremena prostog i izbornog reagovanja za tri ispitivane grupe i za svaku pojedinačnu ofanzivnu akciju.

Tabela 2. Deskriptivni pokazatelji za vreme prostog reagovanja mereno standardnim testom

Grupa	SV	SD	CV%	Min	Max	95%CI
Početnici	0.174	0.013	7.8	0.157	0.199	0.165 ÷ 0.182
Borbaši	0.169	0.012	6.9	0.155	0.194	0.162 ÷ 0.177
Kataši	0.171	0.012	7.1	0.150	0.193	0.163 ÷ 0.178

SV- srednja vrednost; *SD*- standardna devijacija; *CV*- koeficijent varijacije; *Min*- minimalne vrednosti; *Max*- maksimalne vrednosti; *95%CI*- intervali pouzdanosti

Tabela 3. Deskriptivni pokazatelji za ofanzivnu akciju izvedenu udarcem *Mae-aši mavaši geri*

Podsticaj	Uslov	Grupa	SV	SD	CV%	Min	Max	95%CI
<i>Mae-aši mavaši geri</i>	Vreme	Početnici	0,250	0,013	5,3	0,236	0,262	0.242 ÷ 0.258
	prostog	Borbaši	0,170	0,01	3,3	0,160	0,170	0.164 ÷ 0.176
	reagovanja	Kataši	0,195	0,004	2,3	0,190	0,199	0.192 ÷ 0.198
	Vreme	Početnici	0,355	0,032	9,1	0,327	0,297	0.335 ÷ 0.375
	izbornog	Borbaši	0,260	0,004	1,5	0,250	0,260	0.258 ÷ 0.262
	reagovanja 1	Kataši	0,289	0,018	6,2	0,269	0,305	0.277 ÷ 0.300
	Vreme	Početnici	0,373	0,019	5,0	0,355	0,392	0.362 ÷ 0.385
	izbornog	Borbaši	0,260	0,02	5,9	0,250	0,280	0.248 ÷ 0.272
	reagovanja 2	Kataši	0,326	0,014	4,3	0,312	0,340	0.317 ÷ 0.335

SV- srednja vrednost; SD- standardna devijacija; CV- koeficijent varijacije; Min- minimalne vrednosti; Max- maksimalne vrednosti; 95%CI- intervali pouzdanosti

Tabela 4. Deskriptivni pokazatelji za ofanzivnu akciju izvedenu udarcem *Kizame zuki*

Podsticaj	Uslov	Grupa	SV	SD	CV%	Min	Max	95%CI
<i>Kizame zuki</i>	Vreme	Početnici	0,230	0,015	6,7	0,217	0,262	0.221 ÷ 0.24
	prostog	Borbaši	0,160	0,010	6,1	0,150	0,170	0.154 ÷ 0.166
	reagovanja	Kataši	0,185	0,009	5,0	0,178	0,196	0.179 ÷ 0.191
	Vreme	Početnici	0,362	0,025	6,9	0,342	0,389	0.346 ÷ 0.377
	izbornog	Borbaši	0,280	0,020	6,5	0,260	0,290	0.268 ÷ 0.292
	reagovanja 1	Kataši	0,289	0,031	10,6	0,258	0,319	0.27 ÷ 0.308
	Vreme	Početnici	0,358	0,009	2,6	0,350	0,369	0.352 ÷ 0.364
	izbornog	Borbaši	0,260	0,020	8,4	0,230	0,270	0.248 ÷ 0.272
	reagovanja 2	Kataši	0,298	0,009	3,0	0,312	0,308	0.292 ÷ 0.303

SV- srednja vrednost; SD- standardna devijacija; CV- koeficijent varijacije; Min- minimalne vrednosti; Max- maksimalne vrednosti; 95%CI- intervali pouzdanosti

Tabela 5. Deskriptivni pokazatelji za ofanzivnu akciju izvedenu udarcem *Čudan mavaši geri*

Podsticaj	Uslov	Grupa	SV	SD	CV%	Min	Max	95%CI
	Vreme	Početnici	0.327	0.067	20.64	0.242	0.447	0.285 ÷ 0.369
	prostog	Borbaši	0.245	0.055	22.39	0.218	0.269	0.211 ÷ 0.279
	reagovanja	Kataši	0.254	0.023	9.11	0.219	0.285	0.24 ÷ 0.268
<i>Čudan mavaši geri</i>	Vreme	Početnici	0.441	0.093	21.01	0.343	0.578	0.383 ÷ 0.498
	izbornog	Borbaši	0.293	0.045	15.31	0.270	0.326	0.265 ÷ 0.321
	reagovanja 1	Kataši	0.343	0.065	19.02	0.238	0.475	0.302 ÷ 0.383
	Vreme	Početnici	0.424	0.087	20.58	0.335	0.604	0.37 ÷ 0.478
	izbornog	Borbaši	0.334	0.051	15.25	0.276	0.379	0.303 ÷ 0.366
	reagovanja 2	Kataši	0.363	0.075	20.68	0.282	0.514	0.317 ÷ 0.41

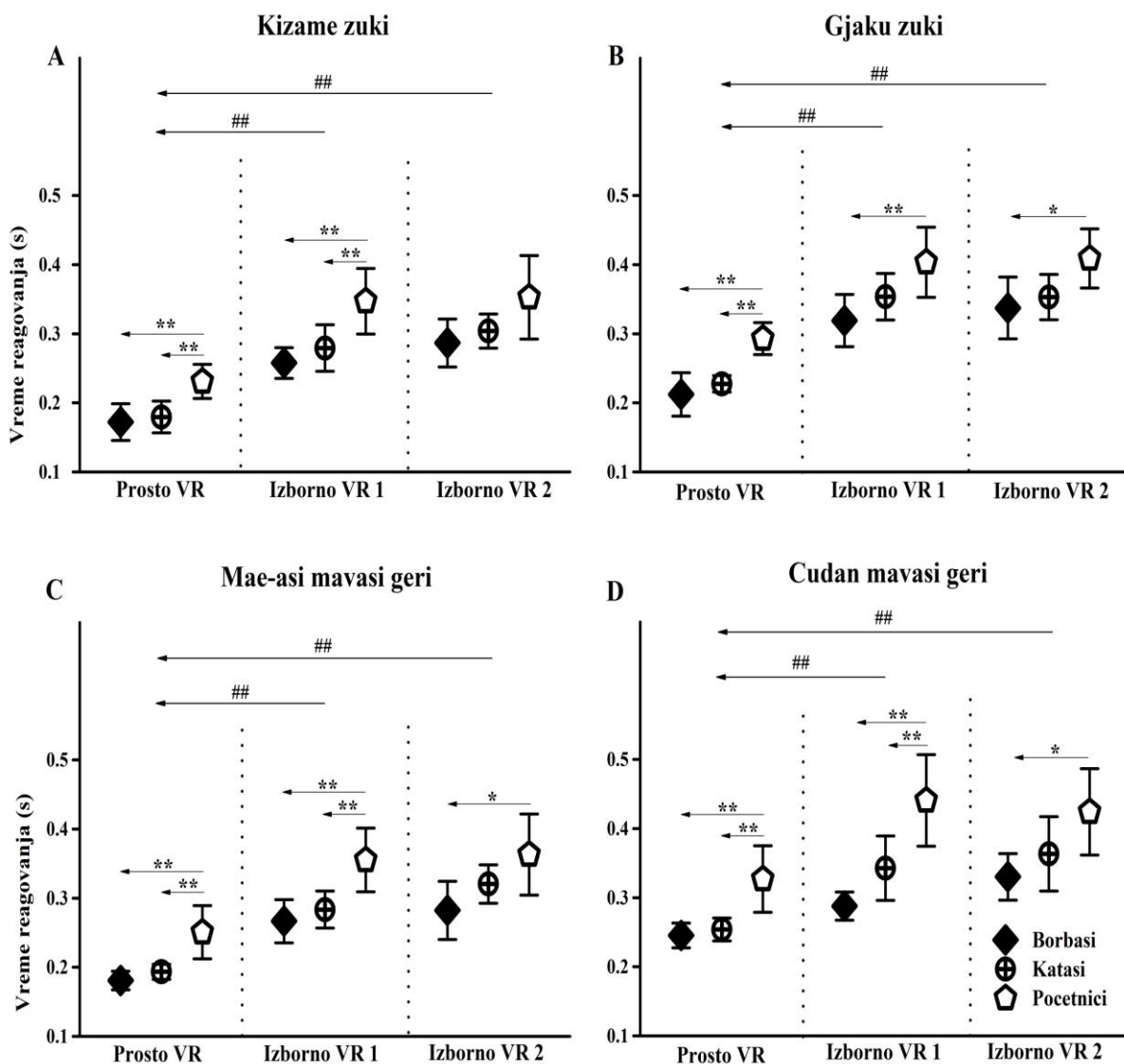
SV- srednja vrednost; SD- standardna devijacija; CV- koeficijent varijacije; Min- minimalne vrednosti; Max- maksimalne vrednosti; 95%CI- intervali pouzdanosti

Tabela 6. Deskriptivni pokazatelji za ofanzivnu akciju izvedenu udarcem *Gjaku zuki*

Podsticaj	Uslov	Grupa	SV	SD	CV%	Min	Max	95%CI
	Vreme	Početnici	0,290	0,010	3,5	0,279	0,298	0.284 ÷ 0.297
	prostog	Borbaši	0,210	0,010	3,2	0,200	0,210	0.204 ÷ 0.216
	reagovanja	Kataši	0,231	0,008	3,4	0,222	0,238	0.226 ÷ 0.236
<i>Gjaku zuki</i>	Vreme	Početnici	0,413	0,012	2,8	0,404	0,427	0.406 ÷ 0.421
	izbornog	Borbaši	0,340	0,030	9,2	0,310	0,370	0.321 ÷ 0.359
	reagovanja 1	Kataši	0,348	0,008	2,3	0,340	0,355	0.343 ÷ 0.353
	Vreme	Početnici	0,411	0,020	5,0	0,388	0,427	0.398 ÷ 0.423
	izbornog	Borbaši	0,320	0,010	3,9	0,310	0,330	0.314 ÷ 0.326
	reagovanja 2	Kataši	0,351	0,016	4,6	0,333	0,364	0.341 ÷ 0.361

SV- srednja vrednost; SD- standardna devijacija; CV- koeficijent varijacije; Min- minimalne vrednosti; Max- maksimalne vrednosti; 95%CI- intervali pouzdanosti

Primenjene dvo-faktorske ANOVE korišćene su za dobijanje glavnih efekata faktora „grupa“ i faktora „uslov“, kao i njihovu interakciju odvojeno za svaku ofanzivnu akciju (napad *Kizame zuki*, *Gjaku zuki*, *Mae-aši mavaši geri*, *Čudan mavaši geri*). Dobijeni rezultati vremena reagovanja za različite grupe ispitanika kao i za eksperimentalne uslove koji se odnose na četiri različite ofanzivne akcije, prikazani su na slici 10.



Slika 10. Podaci dobijenih razlika između grupa (takmičari u borbama, takmičari u katama i početnici), podsticaja (*Mae-aši mavaši geri*, *Kizame zuki*, *Čudan mavaši geri* i *Gjaku zuki*) i uslova (Vreme prostog reagovanja, Vreme izbornog reagovanja sa dve nepoznate i Vreme izbornog reagovanja sa četiri nepoznate), prikazani zajedno koji odgovara 95% pouzdanosti.

Ukupan broj neadekvatnih odbrambenih reakcija kod borbaša u uslovima prostog reagovanja je bio 1, u uslovima izbornog reagovanja sa dve nepoznate ih je bilo 13 i u uslovima izbornog reagovanja sa četiri nepoznate ih je bilo 13. Kod kataša nije bilo neadekvatnih odbrambenih reakcija u uslovima prostog reagovanja, u uslovima izbornog reagovanja sa dve nepoznate je bilo 1 i u uslovima izbornog reagovanja sa četiri nepoznate ih je bilo 11. Kod početnika ukupan broj neadekvatnih odbrambenih reakcija u uslovima prostog reagovanja je iznosio 3, u uslovima izbornog reagovanja sa dve nepoznate je bilo 12 i u uslovima izbornog reagovanja sa četiri nepoznate je bilo 16.

Kada je u pitanju napad *Kizame zuki* (Slika 10; panel A), dobijeni su značajni glavni efekti za faktor „grupa“ [$F_{(2,27)} = 9.70, \eta^2 = 0.16, P < 0.01$] i za faktor „uslov“ [$F_{(2,27)} = 85.4, \eta^2 = 0.47, P < 0.01$], dok njihova interakcija nije bila značajna [$F_{(2,27)} = 0.47, \eta^2 = 0.01, P = 0.76$]. Naime, i u uslovima prostog reagovanja i u uslovima izbornog reagovanja sa dve nepoznate i borci i kataši su reagovali brže nego početnici ($p < 0,05$).

Kod napada *Gjaku zuki* (slika 10; panel B), dobijeni glavni efekti su pokazali značajnost i za faktor „grupa“ [$F_{(2,27)} = 11.3, \eta^2 = 0.17, P < 0.01$] i za faktor „uslov“ [$F_{(2,27)} = 87.1, \eta^2 = 0.48, P < 0.01$], dok njihova interakcija nije bila značajna [$F_{(2,27)} = 0.23, \eta^2 < 0.01, P = 0.92$]. Posebno, u uslovima prostog reagovanja, i borci i kataši su reagovali brže u odnosu na početnike ($P < 0,01$), dok su u uslovima izbornog reagovanja sa dve i četiri nepoznate samo borci reagovali brže u odnosu na početnike ($P < 0,05$).

Što se tiče napada *Mae-aši mavaši geri* (slika 10; panel C), dobijeni su značajni glavni efekti i za faktor „grupa“ [$F_{(2,27)} = 10.6, \eta^2 = 0.19, P < 0.01$] i za faktor „uslov“ [$F_{(2,27)} = 79.7, \eta^2 = 0.42, P < 0.01$], ali njihova interakcija nije bila značajna [$F_{(2,27)} = 0.60, \eta^2 = 0.01, P = 0.67$]. Naime, u uslovima prostog reagovanja i izbornog reagovanja sa dve nepoznate i borci i kataši su reagovali brže nego početnici ($p < 0,01$), dok su u uslovima izbornog reagovanja sa četiri nepoznate samo borci reagovali brže od početnika ($P < 0,05$).

Pri napadu *Čudan mavaši geri* (slika 10; panel D), dobijeni su značajni glavni efekti i za faktor „grupa“ [$F_{(2,27)} = 14.3$, $\eta^2 = 0.28$, $P < 0.01$] i za faktor „uslov“ [$F_{(2,27)} = 32.8$, $\eta^2 = 0.24$, $P < 0.01$], dok se njihove interakcije nisu pokazale značajne [$F_{(2,27)} = 1.58$, $\eta^2 = 0.02$, $P = 0.19$]. Posebno, u uslovima prostog reagovanja i izbornog reagovanja sa dve nepoznate u kojima su i borci i kataši reagovali brže u odnosu na početnike ($p < 0,01$), dok su u uslovima izbornog reagovanja sa četiri nepoznate samo borci reagovali brže od početnika ($P < 0,05$).

Treba napomenuti da su svi ispitanici reagovali brže u uslovima prostog reagovanja u odnosu na uslove izbornog reagovanja sa dve i četiri nepoznate za sve četiri ofanzivne akcije ($p < 0,01$). Pored toga, nisu pronađene statistički značajne razlike između eksperimentalnih uslova u okviru faktora „uslov“: izbornog reagovanja sa dve nepoznate i izbornog reagovanja sa četiri nepoznate. Međutim, u 10 od 12 situacijama (3 uslova unutar svake ofanzivne akcije) ispitanici su reagovali brže u uslovima izbornog reagovanja sa dve nepoznate u odnosu na uslove izbornog reagovanja sa četiri nepoznate ($p < 0.01$).

Iako nije bilo individualnih razlika u vremenu reagovanja između karatista različitih specijalizacija (borci i kataši), u svim uslovima unutar svake ofanzivne akcije (12 situacija) borci su reagovali brže nego kataši ($p < 0,01$).

Posmatrano za uzorak u celini dobijeni rezultati pokazuju različite vrednosti vremena reagovanja u zavisnosti od stepena složenosti primenjenih stimulusa. Konkretno, sa promenom uslova testiranja, iz prostog u izbornog reagovanje, dobijena su duža vremena (slika 10). Ovakvi rezultati su u skladu sa Hikovim zakonom (Hick, 1952) po kome se povećavanjem broja izbornih opcija (alternativa) produžava vreme reagovanja. Međutim, donekle neočekivano, u istraživanju su dobijeni rezultati koji pokazuju veoma male razlike u vremenima izbornog reagovanja u testovima sa dva i četiri nepoznata podsticaja. Objašnjenje za ovu pojavu nalazimo jedino u izboru ofanzivnih akcija kao podsticaja za reagovanje, kao i ponuđenih vrsti odgovora. Naime, za podsticaje: udarac „prednjom“ rukom (*Kizame zuki*) i udarac „prednjom“ nogom (*Mae-aši mavaši geri*) ispitanici su reagovali jednom vrstom bloka (*Te nagaši uke*), a za podsticaje: udarac „zadnjom“ rukom (*Gjaku zuki*) i udarac „zadnjom“ nogom (*Čudan*

mavaši geri), drugom vrstom bloka (*Gedan barai*). Praćenjem pokretanja markera na referentnim tačkama pojedinih segmenata tela izvođača ofanzivnih akcija otkrivene su veoma približne vrste prvih pokretanja markera kod udaraca *Kizame zuki* i *Mae-aši mavaši geri* (pokreti skočnog zgloba i kolena u y osi), a za udarce *Gjaku zuki* i *Čudan mavaši geri*, prvi pokreti skočnog zgloba i ramena u x osi. Ovi nagoveštavajući pokreti, s obzirom na odgovor sa samo dve vrste odgovora, utiče na veoma sličnu anticipaciju dve i četiri tehnike. Ovaj podatak je od velikog značaja za planiranje budućih istraživanja ove vrste, a prevashodno u smislu postavljanja drugačijih i diskriminativnijih testova u ispitivanju situacionog reagovanja na različite vrste ofanzivnih akcija po osnovu broja i vrsta tehnika.

Iako u definisanju ciljeva i hipoteza ove studije nije fokusirana pažnja na očekivane razlike u vremenima izbornog reagovanja u zavisnosti od vrste tehnike koja se pojavljuje u okviru 2 ili 4 nepoznata podsticaja, dobijeni rezultati u ovom istraživanju u navedenom smislu daju posebnu vrednost ove studije. Naime, detaljnijom analizom deskriptivnih pokazatelja vremena reagovanja ispitanika u primenjenim testovima dolazi se do podataka da su u izbornom reagovanju u proseku iskazana najduža vremena u odgovoru na tehnike *Gjaku zuki* i *Čudan mavaši geri*. Ove vrednosti produženog vremena naročito su ispoljena u grupi početnika i, nešto manje, u preferentnoj grupi za kate. Ovi rezultati u velikoj meri daju doprinos objašnjenju rezultata koji su dobijeni u većem broju ranije obavljenih istraživanja u kojima je dobijeno da ručna tehnika *Gjaku zuki* i nožna tehnika *Čudan mavaši geri* spadaju u poentirajuće tehnike sa najvećim procentom primene u sportskoj borbi (Gužvica, 2000; Mudrić, Jovanović i Gužvica, 2001; Koropanovski, Jovanović i Dopsaj, 2007). Konkretno, dobijena duža vremena reagovanja na ove tehnike govore o kinematičkim šemama ovih tehnika koje su teže za anticipiranje i samim tim traže duže vreme za formiranje programa odgovora. Naše posebno interesovanje odnosilo se na utvrđivanje razlika u vremenima reagovanja karatista različite specijalizacije i ispitanika koji su prošli samo početnu obuku u karateu i nisu imali takmičarsko iskustvo.

Dobijeni rezultati koji se odnose na vreme prostog reagovanja korišćenjem standardnog testa nisu pokazali razlike između ispitivanih grupa s obzirom da ovaj oblik

reagovanja nije povezan sa uticajem trenažnog procesa, čime je potvrđena hipoteza H₂₋₁. Ovakvi rezultati su u velikoj saglasnosti sa rezultatima dobijenih u prethodnim istraživanjima (Cojocariu, 2011; Ando i Shingo, 2001; Dane i Erzurumluoglu, 2003; Foroghipour i sar.,2013; Nakamoto i Mori, 2008).

Ovo istraživanje je pokazalo da su u svim primenjenim testovima simuliranih ofanzivnih akcija su dobijene značajne razlike u vremenima reagovanja, kako između sportista različitog nivoa obučenosti, tako i između karatista različite specijalizacije. Konkretno, pokazalo se da ispitanici u borbama i katama značajno brže reaguju u odnosu na grupu početnika u zadacima u kojima su unapred poznati i podsticaj i odgovor (vreme prostog reagovanja), čime je potvrđena hipoteza H₂₋₂. Dobijeni rezultati se mogu pripisati uticaju dogovorenog sparinga koji se primenjuje kao metod treninga u okviru bazične obuke obe grupe karatista. Naime, kroz ovaj metod treninga, razvija se sposobnost pravovremenog reagovanja na unapred poznat udarac, verovatno najviše na osnovu uočavanja i anticipacije pripremljenih pokreta i položaja pojedinih segmenata tela, koji prethode određenom udarcu. Slične razlike su dobijene i u ranijim istraživanjima u kojima su primenjivani realni stimulansi (Mori i sar., 2002).

Rezultati vremena izbornog reagovanja takođe pokazuju da postoje značajne razlike u vremenima reagovanja, kako između sportista različitog nivoa obučenosti, tako i između karatista različite specijalizacije. Konkretnije, ispitanici u borbama i katama imaju značajno kraće vreme reagovanja u odnosu na grupu početnika što nedvosmisleno govori u prilog teze da primenjeni metodi treninga u karateu imaju značajan uticaj na razvoj perceptivnih sposobnosti za situaciono reagovanje. Ovo se na najbolji način potvrđuje i nalazom ove studije da ispitanici koji se takmiče u borbama u svim testovima statistički značajno razlikuju od grupe početnika. Pored toga, ispitanici u borbama pokazuju u proseku kraća vremena reagovanja u odnosu na takmičare u katama. Iako ove razlike nemaju izraženu statističku značajnost, iskazana dosledna tendencija razlika u svim testovima govori u prilog značajnog uticaja posebnog treninga takmičara u borbama koji se odvija kroz metod poludirigovanog i slobodnog sparinga, čime se kod ove preferentne takmičarske grupe razvijanju posebne sposobnosti za pravovremeno uočavanje pokreta i položaja protivnika u toku pripreme pokušaja

poentirajućih akcija i na taj način se skraćuje vreme izbornog reagovanja na različite ofanzivne tehnike. Ovi rezultati u potpunosti potvrđuju hipotezu H₂₋₃.

7. ZAKLJUČAK

Na osnovu postavljenih ciljeva, u ovom radu realizovano je istraživanje kroz dva eksperimenta:

- Evaluacija nove metode za procenu brzine reagovanja zasnovana na korišćenju savremene video tehnologije i
- Ispitivanje brzine reagovanja kod vrhunskih karatista različite specijalizacije korišćenjem savremene video tehnologije.

Vreme reagovanja ispitivalo se u nekoliko uslova: korišćenjem standardnog testa i korišćenjem testova koji simuliraju realne situacije u sportskoj borbi. Na osnovu dobijenih rezultata u oba eksperimenta, a u skladu sa postavljenim ciljevima, može se zaključiti:

1. Evaluirani video metod može biti veoma pouzdan i osetljiv u merenjima vremena reagovanja u specifičnim sportskim situacijama:
 - dobijeni su izuzetno visoki indeksi pouzdanosti rezultata vremena reagovanja kod pojedinaca različitih nivoa znanja i pod specifičnim uslovima;
 - izmereno vreme reagovanja je bilo dovoljno osetljivo da detektuje razlike između grupa pojedinaca različitih nivoa znanja, kao i između uslova vremena prostog i izbornog reagovanja.
2. Dobijena su kraća vremena reagovanja kod takmičara u katama i borbama, nego kod početnika.
3. Trajanje vremena reagovanja se produžava sa povećanjem broja alternativa stimulusa.
4. Nisu dobijene razlike u vremenima prostog reagovanja između grupa ispitanika korišćenjem standardnog testa.

5. Dobijene su razlike u vremenima reagovanja između dve grupe karatista različite specijalizacije koje nisu na nivou zadate statističke značajnosti, ali ispoljavaju tendenciju razlika u svim testovima u korist takmičara u borbama.

7.1. Potencijalni značaj istraživanja

Istraživanja vremena reagovanja u borilačkim sportovima, posebno u karateu, teže ka konstantnom unapređivanju uslova za ispitivanje perceptivnih sposobnosti koje u značajnoj meri utiču na uspešnost u takmičenju.

Potencijalno glavni značaj ovog istraživanja ogleda se u dobijanju novih saznanja o perceptivnim sposobnostima karatista korišćenjem nove video metode, kao i napredak u osmišljavanju situacionih testova za procenu ovih sposobnosti.

U skladu sa dobijenim rezultatima u ovom istraživanju pokazalo se da evaluirani video metod može biti veoma pouzdan i osetljiv metod za merenje vremena prostog i izbornog reagovanja u specifičnim sportskim situacijama. S obzirom na očiglednu validnost, verujemo da merenja svojstava podsticaj-odgovor mogu imati koristi od upotrebe novog video metoda evaluiranog u ovoj studiji. Zbog relativne jednostavnosti i jeftine opreme ovog metoda treba težiti njegovom razvoju sa ciljem da postane rutinski test za merenje odgovora na spoljašnji stimulans u različitim situacijama u sportu, kao i u drugim ljudskim aktivnostima a gde su osobine podsticaj-odgovor važne za uspeh.

Evaluirani metod svakako predstavlja značajan kvalitativni korak u testiranju specifičnih sposobnosti karatista na bazi video simulacije tipičnih situacija u sportskoj borbi, jer se nakon primene testova došlo do veoma korisnih ideja koje mogu biti iskorišćene za uvođenje novih testova koji realnije simuliraju zadatke napada i odgovora u odnosu na situaciono ponašanje takmičara u sportskoj borbi.

Nalazi dobijeni u ovom istraživanju bi mogli da doprinesu unapređenju metodike obučavanja karatista u borbama i katama i ukupne trenazne tehnologije u ovom sportu, a posebnu u poboljšanju perceptivnih sposobnosti koje se odnose na

brzinu reagovanja u promenljivim takmičarskim situacijama. Takođe, primerena baterija testova za ispitivanje prostog i izbornog reagovanja u fazi osnovne obuke karatista može u značajnoj meri da pomogne u selekciji i usmeravanju mladih sportista prema konkretnoj takmičarskoj disciplini (kate ili borbe) na osnovu njihovih perceptivnih predispozicija.

Na kraju, novi metod primenjen u istraživanju brzine reagovanja karatista može da posluži kao osnova za unapređenje metodologije istraživanja perceptivnih sposobnosti i drugih takmičara u sportovima sa sličnim takmičarskim uslovima sa aspekta uticaja okruženja.

7.2. Smernice za buduća istraživanja

Nekoliko ograničenja ovog ispitivanja treba uzeti u obzir u pogledu budućih istraživanja. Prvo, fiksirani centralni položaj ispitanika u odnosu na video projekciju ne dozvoljava realno praćenje promena položaja projektovanih objekata. Uzimajući u obzir i sposobnost dobijanja stereoskopskih informacija o dvodimenzionalnom okruženju, može se uticati na nadogradnju osnovne video metode u 3D virtuelnu tehnologiju. Međutim, takva metodologija zahteva dosta skupu i složenu tehnologiju koja bi mogla da ograniči njenu rutinsku upotrebu umerenjima vremena reagovanja. Drugo, procenu nove metode izvršili smo samo na osnovu dve grupe ispitanika različitih nivoa specifičnog sportskog umeća. Tako, u cilju evaluacije eksterne validnosti posmatranih ishoda trebalo bi testirati kako različite tipove odnosa podsticaj-odgovor, tako i različite populacije, uključujući čak i osobe sa smanjenim svojstvima podsticaj-odgovor.

Iz teorijske perspektive, buduće studije trebalo bi da sadrže složeniji niz uslova koji bi trebali da pruže detaljnije modeliranje svojstava podsticaj-odgovor kod različitih populacija kroz procenu standardnih parametara Hikovog zakona.

U sprovođenju ovog istraživanja konstatovani su izvesni nedostaci primenjenih testova koji se odnose na broj i vrste ponuđenih ofanzivnih akcija i odgovora, što je verovatno rezultiralo izostajanjem očekivano većih razlika u vremenima izbornih reagovanja u okviru testova sa različitim brojem nepoznatih podsticaja. Zbog toga,

jedan od glavnih ciljeva u narednim istraživanjima vremena izbornog reagovanja bi trebao da bude dodatno usložnjavanje uslova testiranja po tom osnovu. Konkretno, buduća istraživanja trebalo bi da se sastoje od većeg broja napadačkih tehnika, kao i od većeg broja ponuđenih defanzivnih odgovora. Na taj način bi se stvorili uslovi koji su još približniji realnim takmičarskim situacijama, a samim tim i veća osetljivost samih testova za detektovanje razlika u vremenima reagovanja ispitanika različitog nivoa znanja, iskustva i takmičarskog usmerenja. Time bi se pokazalo da li posmatrane razlike u perceptivnim sposobnostima nastaju pod uticajem posebnog treninga takmičara u borbama koji se odvija kroz metod poludirigovanog i slobodnog sparringa, čime se kod ove preferentne takmičarske grupe razvijanju posebne sposobnosti za pravovremeno uočavanje pokreta i položaja protivnika u toku pripreme pokušaja poentirajućih akcija i na taj način se skraćuje vreme izbornog reagovanja na različite ofanzivne tehnike.

Detaljnou analizom dobijenih vrednosti vremena izbornog reagovanja u ovom istraživanju zaključeno je da pojedine tehnike koje su predstavljale podsticaj za reagovanje imale slične karakteristike po osnovu prvih pokretanja markera postavljenih na pojedinim referentnim tačkama, što je uticalo na ispoljavanje približne brzine reagovanja u zadacima različite složenosti po osnovu vrste i broja tehnika. Zbog toga, unapređenje primenjene metode, a posebno izbor adekvatnih testova za merenje prostog i izbornog reagovanja, podrazumeva i nova istraživanja koja, pored tretirane problematike, obuhvataju i istraživanja kinematičkih i dinamičkih karakteristika kompletne tehnike karatea.

8. LITERATURA

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., Thomas, K.T., & Thomas, J.T. (1993). Strategies for improving understanding of motor expertise (or mistakes we have made and things we have learned!!). In J. L. Starkes & F. Allard (Eds.), *Advances in psychology – Cognitive issues in motorexperitise* (pp. 317–356). Amsterdam, Netherlands: Elsevier Science Publishers.
4. Abernethy, B. (1990). Expertise, visual search and information pick-up in squash, *Perception*, vol. 19, pp. 63–77.
5. 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.
6. Ando, S. & Shingo, O. (2001). Central and peripheral visual reaction time of soccer players and nonathletes, *Perceptual and Motor Skills*, 92, 786-794.
7. Baker, J.S., Davies, B. (2006). Variation in resistive force selection during brief high intensity cycle ergometry: Implications for power assessment and production in elite karate practitioners. *Journal of Sports Science And Medicine*, 5 (CSSI): 42-46.
8. Bačanac, Lj. (1984). Intelektualne sposobnosti kao faktor uspeha u sportu, Studija, JZFKMZ, Beograd.
9. Bideau, B., Multon, F., Kulpa, R., Fradet, L., Arnaldi, B. and Delamarche, P. (2004). Using virtual reality to analyze links between handball thrower kinematics and goalkeeper's reactions, *Neuroscience Letters*, 372, 119-122.
10. 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.

11. Blažević S, Katić R, Popović D. (2006). The effect of motor abilities on karate performance. *Coll Antropol*, 30 (2): 327-33.
12. Cavanagh, P.R., & Landa, J. (1976). A biomechanical analysis of the karate chop. *The Research Quarterly*, 47, 610–618.
13. Cañal-Bruland, R., & Schmidt, M. (2009). Response bias in judging deceptive movements. *Acta Psychologica*, 130, 235–240.
14. Cañal-Bruland, R., van der Kamp, J., & van Kesteren, J. (2010). An examination of motor and perceptual contributions to the recognition of deception from others' actions. *Human Movement Science*, 29, 94–102.
15. Chaabène, H., Hachana, Y., Franchini, E., Mkaouer, B. and Chamari, K. (2012). Physical and physiological profile of elite karate athletes, *Sports Medicine*, 42, 829-843.
16. Czajkowski Z. (2001). About the specificity of energy and coordination abilities. *Sport Wyczyn*. 11/12:37-43 (in Polish; English abstract).
17. Cohen, J. (1992). Statistical power analysis, *Current directions in psychological science*, 1, 98-101.
18. Cojocariu, A. (2011). Measurement of reaction time I Qwan ki do, *Biol. Sport* 2011; 28: 139-143.
19. Collet, C. (1999). Strategic aspects of reaction time in world-class sprinters. *Perceptual and Motor Skills*, 88(1), 65-75.
20. Craig, C. (2013). Understanding perception and action in sport: how can virtual reality technology help?, *Sports Technology*, 6, 161-169.
21. Dane, S., Erzurumluoglu, A. (2003). Sex and handedness differences in eye-hand visual reaction times in handball players. *Intern. J. Neuroscience*, 113:923–929.
22. Doder, D., Babjak, J. (2007). Povezanost eksplozivne snage sa rezultatima u karateu. Podgorica: *Sport mont*, 12,13,14 (B), 784-791.
23. 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).

24. Drenovac, M. (2010). *Kronometrija dinamike mentalnog procesiranja (Chronometry of dynamics of mental processing)*. Osijek, HR: Filozofski fakultet.
25. Englert, C. and Bertrams, A. (2014). The effect of ego depletion on sprint start reaction time, *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 36, 506-515.
26. Farrow, D., & Abernethy, B. (2003). Do expertise and the degree of perception-action coupling affect natural anticipatory performance? *Perception*, 32, 1127–1140.
27. 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.
28. Fitts, P.M., & Seeger, C.M. (1953). S-R compatibility: Spatial characteristics of stimulus and response codes. *Journal of Experimental Psychology*, 46, 199-210.
29. 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.
30. Foroghiour, H., Monfared, O.M., Pirmohammadi, M., Saboonchi, R. (2013). Comparison of Simple and Choice Reaction Time in Tennis and Volleyball Players. *International Journal of Sport Studies*. Vol., 3 (1), 74-79.
31. Fritzsche, J., Raschka, C. (2007). Sports anthropological investigations on somatotypology of elite karateka. *Anthropol Anz*, 65 (3), 317-329.
32. Fukuhara, K., Ida, H., Kusubori, S. and Ishii, M. (2009). Anticipatory judgment of tennis serve: a comparison between video images and computer graphics animations, *International Journal of Sport and Health Science*, 7, 12-22.
33. 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.
34. 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*.
35. Gould, D., Jackson, S., & Finch, L. (1993). Sources of stress in national champion figure skaters. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 15, 134-159.

36. Gužvica, M. (2000). Tehničko-taktičke karakteristike težinskih kategorija u jugoslovenskom karateu (*Magistarski rad*), Fakultet Fizičke Kulture Univerziteta u Beogradu, Beograd.
37. Gutiérrez-Dávila, M., Rojas, F.J., Antonio, R. and Navarro, E. (2013). Effect of uncertainty on the reaction response in fencing, *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 84, 16-23.
38. Haywood, K.M., & Getchell, N. (2001). Life Span Motor Development. *Human Kinetics*, Champaign, IL., 390 pp.
39. Hick, W.E. (1952), On the rate of gain of information, *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 4, 11-26.
40. Hopkins, W.G. (2000), Measures of reliability in sports medicine and science, *Sports Medicine*, 30, 1-15.
41. 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.
42. Hyman, R. (1953). Stimulus information as a determinant of reaction time. *Journal of Experimental Psychology*, 45, 188-196.
43. Imamura, H., Yoshitaka Y, Uchida, K., Nishimura, S., Nakazawa, A.T. (1998). Maximal oxygen uptake, body composition and strength of highly competitive and novice karate practitioners. *Appl Human Sci*, 17 (5), 215-218.
44. Imamura, H., Yoshimura, Y., Nishimura, S., Nakazawa, A.T. (2002). Physiological responses during and following karate training in women. *J Sports Med Phys Fitness*, 42, 431-437.
45. Jaric, S. (2003). Role of body size in the relation between muscle strength and movement performance. *Exercise and Sport Science Reviews*, 31(1), 8-12.
46. Jaric, S., Mirkov, D., Markovic, G. (2005). Normalizing physical performance tests for body size: a proposal for standardization. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19 (2), 467-74.
47. Jovanović, S. (1988). Uticaj osnovnih psihomotornih faktora na ispoljavanje specifičnih sposobnosti karate sportista za rešavanje simuliranih tipičnih zadataka sportske borbe (*Doktorska disertacija*), Fakultet fizičke kulture, Beograd.

48. Jovanović, S. (1992). Karate 1 – Teorijska polazišta. *Sports World*. Novi Sad.
49. Jovanović, S., Mudrić, R. (1995). Characteristic traits of modern sports karate. *Annual of Faculty of Sport and Physical Culture in Belgrade*, 7: 25-33 (in Serbian).
50. Jovanović, S., Ćirković, Z., Kasum, G. (2001): Savremene tendencije u borilačkim sportovima, *Godišnjak, FFK, Beograd*, 67-73.
51. Kahrović, I. (2014). Prediktori takmičarske selekcije u karateu (*neobjavljena doktorska disertacija*), Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, Niš.
52. Katic, R., Blazevic, S., Krstulovic, S., Mulic, R. (2005). Morphological structures of elite Karateka and their impact on technical and fighting efficiency. *Faculty of Natural and Mathematical Sciences and Education University of Split*, 29, (1), 79-84.
53. Katic, R., Jukic, J., Glavan, I., Ivanisevic, S., Gudelj, I. (2009). The Impact of Specific Motoricity on Karate Performance in Young Karateka. *Collegium Antropologicum*, 33 (1), 123-130.
54. Kato, Y. (1958). Motion analysis of karate. *Japan Journal of Physical Education, Health and Sport Sciences*, 4, 135 (in Japanese).
55. Knapp, B. (1963). *Skill in sport: The attainment of proficiency*. London: Routledge & K.Paul.
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, 709-716.
57. Koropanovski, N., Jovanović, S. i Dopsaj, M. (2007). Kvantitativni pokazatelji zastupljenosti poentirajućih tehnika kod vrhunskih karatista. *Analytics and diagnostics of physical activity*, Beograd, 109-116.
58. Koropanovski, N., Berjan B., Bozic R.P., Pazin N., Sanader A., Jovanovic S., Jaric, S. (2011). Anthropometric and Physical Performance Profiles of Elite Karate Kumite and Kata Competitors. *Journal of Human Kinetics*, 30, 107- 114.
59. Layton, C. (1993). Blocking and countering in traditional shotokan karate kata, *Perceptual and Motor Skills*, 76, 641-642.

60. Lemmink, K.A. and Visscher, C. (2005). Effect of intermittent exercise on multiple-choice reaction times of soccer players, *Perceptual and Motor Skills*, 100, 85-95.
61. 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.
62. MacDougall, D.J., Wenger, H.A., Green, H.J. (1991). Physiological Testing of High-performance Athlete (2nd ed.). Champaign, Illinois: *Human Kinetics*.
63. Mann, D. T., Williams, A. M., Ward, P., & Janelle, C. M. (2007). Perceptual-cognitive expertise in sport: a meta-analysis. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 29 (4), 457- 478.
64. Mazyn, L.I.N., Lenoir, M., Montagne, G., & Savelsbergh, G.J.P. (2004). The contribution of stereo vision to one-handed catching. *Experimental Brain Research*, 157, 383–390.
65. McKenna, F.P., & Horswill, M.S. (1999). Hazard perception and its relevance for driver licensing. *Journal of International Association of Traffic and Safety Sciences*, 23, 36–41.
66. Miles, H.C., Pop, S.R., Watt, S.J., Lawrence, G.P. & John, N.W. (2012). A review of virtual environments for training in ball sports, *Computers and Graphics*, 36, 714-726.
67. Mori, S., Ohtani, Y., Imanaka, K. (2002). Reaction times and anticipatory skills of karate athletes. *Human Movement Science*, 21 (2), 213-230.
68. Mowrer, O.H. (1940). Preparatory set (expectancy): Some methods of measurement. *Psychological Monographs*, 52, No. 233.
69. Mroczek, D., Kawczyński, 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.
70. Mroczek, D., Kawczyński, A., Superlak, E. and Chmura, J. (2013). Psychomotor performance of elite volleyball players during a game, *Perceptual & Motor Skills*, 117, 801-810.
71. Mudrić, R. (1997). Varijabilitet vremenskih parametara napada u karateu (*Doktorska disertacija*), Fakultet fizičke kulture, Beograd.

72. Mudrić, R., Jovanović, S., Gužvica, M. (2001). Rezultati istraživanja tehničko taktičkih karakteristika jugoslovenskih takmičara u sportskim borbama, *Nauka i karate sport, Zrenjanin*, 55-64.
73. Mudrić, R., Milošević, M., Jovanović, S. (2004). Napad u karateu – edukacija i trening. *Viša škola unutrašnjih poslova. Zemun*.
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. Nakamoto, H., Mori, Sh. (2008). Sport-specific decision-making in a go/nogo reaction task: difference among nonathletes and baseball and basketball players. *Perceptual and Motor Skills*, 106, 163-170.
76. Nedeljkovic, A., Mirkov, D.M., Bozic, P., Jaric, S. (2009). Tests of muscle power output: the role of body size. *International Journal of Sports Medicine*, 30 (2), 100-6.
77. Neto, O.P., Pacheco, M.T.T., Bolander, R. & Bir, C. (2009). Force, reaction time, and precision of kung fu strikes, *Perceptual and Motor Skills*, 109, 295-303.
78. Nuri, L., Shadmehr, A., Ghotbi, N. & Attarbashi Moghadam, B. (2013). Reaction time and anticipatory skill of athletes in open and closed skill-dominated sport, *European Journal of Sport Science*, 13, 431-436.
79. Peiyong, Z. and Inomata, K. (2012). Cognitive strategies for goalkeeper responding to soccer penalty kick, *Perceptual & Motor Skills*, 115, 969-983.
80. Posner, M.I. (1978). *Chronometric explorations of mind*, Lawrence Erlbaum.
81. Probst, M.M., Fletcher, R., Seeling, D.S. (2007). A comparison of lower-body flexibility, strength, and knee stability between karate athletes and active controls. *J Strength Coun Res*, 21(2), 451-455.
82. Quesada, 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.
83. Ravier, G., Grappe, F., Rouillon, J.D. (2004). Application of force-velocity cycle ergometer test and vertical jump tests in the functional assessment of

- karate competitor. *Journal of Sports and Medicine Physiological Fitness*, 44:349-355.
84. Ravier, G., Dugué, B., Grappe, F., Rouillon, J.D. (2006). Maximal accumulated oxygen deficit and blood responses of ammonia, lactate and pH after anaerobic test: a comparison between international and national elite karate athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 27 (10), 810-817.
 85. Rasch, P.J., & Pierson, W.R. (1963). Reaction and movement time of experienced karateka. *The Research Quarterly*, 34, 242–243.
 86. 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.
 87. 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, 325-349.
 88. Roschel, H., Batista, M., Monteiro, R., Bertuzzi, R.C., Barroso, R., Loturco, I., Ugrinowitsch, C., Tricoli, V., Franchini, E. (2009). Association between neuromuscular tests and kumite performance on the Brazilian Karate National Team. *Journal of Sports Science and Medicine*, 8 (CSSI 3), 20-24.
 89. Savelsbergh, G.J.P., Van der Kamp, J., Williams, A.M., & Ward, P. (2005). Anticipation and visual search behaviour in expert soccer goalkeepers. *Ergonomics*, 48, 1686–1697.
 90. Scott, M.A., Williams, A.M., & Davids, K. (1993). Perception–action coupling in karate kumite. *Studies in perception and action II: Posters presented at the VIIth International conference on event perception and action*, Erlbaum Hillsdale, NJ, 217-221.
 91. Schmidt R., Wrisberg, C. (2004). *Motor Learning and Performance*. 3rd Ed. Human Kinetics, Champaign, IL. J. Shim, L. Carlton, J. Chow and W. Chae. (2005). The use of anticipatory visual cues by highly skilled tennis players, *Journal of Motor Behaviour*, vol. 37, no. 2, pp. 164–75.
 92. Schmidt, R.A. & Lee, T. (2011), *Motor control and learning*, Human Kinetics.

93. 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.
94. Starkes J.L., Ericsson, K.A. (2003). Expert Performance in Sports. *Human Kinetics*, Champaign, IL.
95. Tanaka, K., Hasegawa, M., Kataoka, T., & Katz, L. (2011). The effect of self-position and posture information on reaction time. *Int. J. of Computer Sci in Sport*. **9** (3), 4-14.
96. Tønnessen, E., Haugen, T., & Shalfawi, S.A. (2013), Reaction time aspects of elite sprinters in athletic world championships, *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *27*, 885-892.
97. Vaeyens, R., Lenoir, M., Williams, A.M., Philippaerts, R.M. (2008). Talent identification and development programmes in sport: current models and future directions. *Sports Med*, *38* (9), 703-14.
98. 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.
99. 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.
100. Vos, J.A., & Binkhorst, R.A. (1966). Velocity and force of some karate arm-movements. *Nature*, *211*, 89–90.
101. 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.
102. Williams, A., & Davids, K. (1998). Visual search strategy, selective attention, and expertise in soccer. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, *69*, 111.
103. Williams, M., & Elliott, D. (1999), Anxiety, expertise, and visual search strategy in karate, *Journal of Sport & Exercise Psychology*, *21*, 362-375.
104. Williams, A.M., Davids, K., & Williams, J.G.P. (1999). Visual perception and action in sport. *Oxford, England: Taylor & Francis*.

105. Williams, A. M. (2002). Perceptual and cognitive expertise in sport. *The Psychologist*, 15 (1), 416-417.
106. 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.
107. Wilk, S.R., McNair, R.E., & Feld, M.S. (1983). The physics of karate. *American Journal of Physics*, 51, 783–790.
108. 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*, 06, pp. 017-024.
109. Woodworth, R. S., & Schlosberg, H. (1954). *Experimental psychology* (re. ed.). New York: Holt, Rinehart & Winston.
110. Yeh, Y.-Y., & Silverstein, L.D. (1992), Spatial judgments with monoscopic and stereoscopic presentation of perspective displays, *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 34, 583-600.
111. Zemkova E., & Dzurenkova D. (2004). Functional diagnostics of karate athletes. *KinSl*; 10, 57-70.
112. Zemkova E., & Hamar D. (1998). Agility abilities in martial arts. In: *Proceedings of the Scientific Conference Kosice: Technicka univerzita*; pp.112-117.

Prilog 1. Kopija odobrenja Etičkog komiteta Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja za realizaciju predloženih eksperimenata

UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET SPORTA I FIZIČKOG VASPITANJA
ETIČKA KOMISIJA

Република Србија
УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ФАКУЛТЕТ СПОРТА И ФИЗИЧКОГ ВАСПИТАЊА
02 Бр. 2815-1
12.11. 2015. год.
БЕОГРАД, Блага Паровића 156

Predmet - Na zahtev zaveden pod brojem 02-2815-1 od 29. 10. 2015. godine, koji je podneo Miloš Mudrić, Etička komisija Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja Univerziteta u Beogradu daje

S A G L A S N O S T

Za realizaciju istraživanja u cilju izrade doktorske disertacije pod nazivom „Brzina reagovanja vrhunskih karatista različite specijalizacije merene korišćenjem savremene video tehnologije“ (mentor van. prof. dr Aleksandar Nedeljković) koje se realizuje u okviru projekta pod nazivom „Mišićni i neuralni faktori humane lokomocije i njihove adaptivne promene“ (broj IO175037, rukovodilac van. prof. dr Aleksandar Nedeljković) odobrenog i finansiranog od Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

O b r a z l o ž e n j e

Na osnovu uvida u nacrt istraživanja koje se realizuje u okviru navedenog projekta (broj IO175037) Etička komisija Fakulteta 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 psiho-socijalne i fizičke dobrobiti.

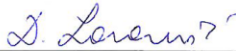
U skladu sa iznetim mišljenjem Etička komisija Fakulteta daje saglasnost za realizaciju planiranog istraživanja.

U Beogradu 12. 11. 2015.

Za Etičku komisiju

Članovi

1. red. prof. dr Dušanka Lazarević



red. prof. dr Dušan Ugarković



3. red. prof. dr Vladimir Koprivica





Prilog 2. Forumular za saglasnost sa eksperimentalnom procedurom

FORMULAR ZA SAGLASNOST SA EKSPERIMENTALNOM PROCEDUROM

Istraživački projekat: „**Brzina vremena reagovanja kod vrhunskih karatista različite specijalizacije merena savremenom video tehnologijom**”

Istraživači: dr. Aleksandar Nedeljković
ass. Miloš Mudrić

IME I PREZIME ISPITANIKA: _____

1. NAMENA I OPIS ISTRAŽIVANJA

Vi ste zamoljeni da učestvujete u istraživačkom projektu Univerziteta u Beogradu. Cilj projekta je da ispita karakteristike vremena reagovanja kod vrhunskih karatista različite specijalizacije. Kao učesniku eksperimentu, mi ćemo meriti vreme reagovanja pomoću četiri testa. Ti testovi će biti bazirani na pokretima gornjih ekstremiteta tj. ruku (modifikovani karate blokovi).

Vi ćete biti jedan od 30 zdravih i fizički aktivnih učesnika starih 18-30 godina. Mi ćemo ispitivati vašu brzinu reagovanja. Testovi će se obaviti tako što ćete stajati na tenziometrijskim platformama na udaljenosti od 2m u odnosu na platno ispred vas na kojem će biti prikazivani određeni karate udarci. Merićemo vašu brzinu reagovanja na zadate vizualne stimulse tj. udarce.

Vaše učešće u ovom projektu obuhvata jedan eksperiment koji će se obaviti u dve sesije:

1. Sesija 1: Testiranje će se obaviti kao jedna celina u toku jednog dana. Testiranje će trajati oko 45-60minuta. U ovoj sesiji ćemo meriti vreme prostog reagovanja primenom standardizovanog testa kao i prosto i izborno vreme reagoavnja u specifičnim karate uslovima.

2. Sesija 2: Testiranje će se obaviti kao jedna celina u toku jednog dana. Testiranje će trajati oko 45-60minuta. U ovoj sesiji ćemo meriti prosto i izborno vreme reagoavnja u specifičnim karate uslovima.

2. USLOVI UČEŠĆA U EKSPERIMENTU

Svi dobijeni rezultati i informacije ove studije biće tretirane kao poverljivi. Vi lično nećete moći da budete identifikovani kao učesnik, izuzev po vašem broju/šifri kojaće biti poznata samo istraživačima. U slučaju povrede primićete prvu pomoć. Ako vam bude potrebna dodatna

medicinska pomoć, vi ćete biti za nju odgovorni. Imaćete pravo da prekinete vaše učešće u eksperimentu bilo u kom trenutku.

3. KRITERIJUMI ZA UČEŠĆE U STUDIJI

Nećete moći da učestvujete kao ispitanik u studiji ukoliko patite od bilo kakvih kardiovaskularnih ili neuroloških oboljenja, ili bilo kakvih povreda koje mogu da utiču na rezultat eksperimenta ili mogu da budu pogoršane vašim učešćem.

4. RIZIK I BENEFICIJE

MOGUĆI RIZIK:Kao kod bilo kakvog vežbanja, postoji rizik mišićnog zamora i upale. Međutim, oba faktora su prolazna i bez posledica.

5. KONTAKTI

Uslučaju da imate bilo kakvo pitanje u vezi sa studijom, pozovite asistenta Miloša Mudrića, Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, Univerziteta u Beogradu (011-3555466). Pitanja u vezi vaših prava kao učesnika eksperimenta možete postaviti šefu Etičke komisije Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja, Univerziteta u Beogradu (011-3531100).

6. POTVRDA ISPITANIKA

Pročitao sam ovaj dokument i priroda svog učešća, i zahtevi, rizici i beneficije su mi objašnjeni. Svestan sam rizika i razumem da mogu da povučem svoj pristanak za učešće u eksperimentu u svakom trenutku i bez ikakvih konsekvenci i gubitka beneficija. Kopija ovog dokumenta mi je data.

7. POTPISI

Potpis ispitanika: _____

Ime ispitanika (štampanim slovima) _____ Datum: _____

Evaluation of Video-based method for the measurement of reaction time in specific sport situation

Milos Mudric¹, Ivan Cuk¹, Aleksandar Nedeljkovic¹, Srecko Jovanovic¹ and Slobodan Jaric²

¹ The Research Center, Faculty of Sports and Physical Education, University of Belgrade, Blagoja Parovica 156, 11 030, Belgrade, Serbia

² Department of Kinesiology and Applied Physiology & Biomechanics and Movement Science Graduate Program, University of Delaware, 541 S College Ave, Newark, DE 19716, US (jaric@udel.edu; [corresponding author](#))

Abstract

The aim of the study was to evaluate a novel Video-based method for testing the reaction time (RT) in specific sport situations. The participants were elite karate kumite competitors and beginners. Two realistic responses (upper and lower blocks) under the conditions of known in advance (Simple RT condition) or unknown (Choice RT condition) realistic stimuli (video recordings of either a karate kick or punch presented in front of the subject) were recorded by a 3D motion analysis system. The tested RT proved to be highly reliable in both groups, for both responses, and under both conditions, although the indices of reliability could be higher in elite competitors. Moreover, the RT was consistently and markedly shorter in elite competitors than in beginners, as well as under the Simple RT than under the Choice RT conditions, independently of the stimulus. Together with the apparent face validity and relative simplicity, these findings strongly suggest that the evaluated method could both be used in future research and in routine testing of stimulus-response.

Keywords: karate; simple RT; choice RT; stimulus; response.

1. Introduction

A high level of athletic performance is often determined by a skillful response to different types of stimuli. The stimulus–response properties mainly depend on the time required to process the relevant stimulus information in order to select the proper response (Schmidt and Lee 2011). The timing aspect of the applied stimulus–response paradigm is assessed through the measurement of reaction time (RT). RT is considered to be a variable of apparent logical validity for the assessment of skills in sports and other human movement activities, since it often represents a crucial requirement for successful movement performance (Ripoll et al. 1995; Mori et al. 2002; Kokubu et al. 2006; Mroczek et al. 2011; Gutiérrez-

Prilog 4. Kopija izjave o autorstvu

Прилог 1.

Изјава о ауторству

Потписани - Милош Р. Мудрић

број уписа 01-ДС/2010

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

**“БРЗИНА РЕАГОВАЊА ВРХУНСКИХ КАРАТИСТА
РАЗЛИЧИТЕ СПЕЦИЈАЛИЗАЦИЈЕ МЕРЕНА КОРИШЋЕЊЕМ
САВРЕМЕНЕ ВИДЕО ТЕХНОЛОГИЈЕ”**

- 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.

У Београду, 10.12.2015.

Потпис докторанта



Prilog 5. Kopija izjave o istovetnosti štampane i elektronske verzije doktorskog rada

Прилог 2.

**Изјава о истоветности штампане и електронске
верзије докторског рада**

Име и презиме аутора - Милош Р. Мудрић

Број уписа 01-ДС/2010

Студијски програм Експерименталне методе истраживања хумане локомоције

Наслов рада

**“Брзина реаговања врхунских каратиста различите специјализације
мерена коришћењем савремене видео технологије”**

Ментор: ванредни професор др Александар Недељковић

Потписани - Милош Р. Мудрић

изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла за објављивање на порталу **Дигиталног репозиторијума Универзитета у Београду**.

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

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

Потпис докторанта

У Београду, 10.12.2015.



Prilog 6. Kopija izjave o korišćenju

Прилог 3.

Изјава о коришћењу

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

“Брзина реаговања врхунских каратиста различите специјализације мерена коришћењем савремене видео технологије”

која је моје ауторско дело.

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

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

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

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

Потпис докторанта

У Београду, 10.12.2015.



Biografija autora

Miloš Mudrić je rođen 20.06.1981 godine u Beogradu, država Srbija. Osnovnu i srednju školu završio je u Beogradu. Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja Univerziteta u Beogradu upisao je školske 2000/2001. godine, odsek fizičko vaspitanje. Diplomirao je na istom fakultetu 2007. godine položivši sve ispite predviđene planom i programom studija sa prosečnom ocenom 8,31. Diplomski rad na temu „Inovacija programa obuke dece u karateu“ ocenjen je sa najvišom ocenom 10. Master studije je upisao 2008. godine na istom fakultetu. Završni master rad je odbranio 2010. godine na temu „Teorijsko-metodološke osnove programiranja tehničko-taktičke obuke u karateu“ sa ocenom 10. Master studije, nakon položenih svih ispita, je završio sa prosečnom ocenom 9,75. Od 2007. do 2010. godine je učestvovao u projektu „Modelne karakteristike borilačkih sportova“, Katedra borenja na Fakultetu sporta i fizičkog vaspitanja u Beogradu. Iz ovog projekta proizašli su radovi: „Inovacija programa obuke dece u karateu“ (diplomski rad) i „Teorijsko metodološke osnove programiranja tehničko-taktičke obuke u karateu“ (master rad).

Doktorske akademske studije na Fakultetu sporta i fizičkog vaspitanja upisao je školske 2010/2011. godine - studijski program „Eksperimentalne metode istraživanja humane lokomocije“ pod mentorstvom prof. dr Aleksandra Nedeljkovića. Od januara 2011. godine zaposlen je na Fakultetu sporta i fizičkog vaspitanja kao saradnik u nastavi (asistent) na predmetima Teorija i metodika Borenja, Borenja 1, Borenja 2 i Samoodbrana.

U periodu 2008.- 2010. godine radio je kao nastavnik fizičkog vaspitanja na određeno vreme u Osnovnoj školi „Filip Višnjić“ na Karaburmi i u Centru za smeštaj i dnevni boravak dece i omladine ometene u razvoju (deca sa autizmom).

Miloš Mudrić bio je istaknuti takmičar u karateu. U ovom sportu, osvojio je veći broj medalja na domaćim i međunarodnim takmičenjima (3.mesto na svetskom kupu, 1.mesto u borbama ekipno sa reprezentacijom SCG na Prvenstvu Balkana, višegodišnji prvak države u karate sportu u pojedinačnoj i ekipnoj konkurenciji u disciplini borbe). Član je Upravnog odbora Beogradskog karate saveza.

Stručno-naučne aktivnosti

Od 2012. godine je sekretar Veća strukovnih studija. Godine 2012. i 2014. bio je član Organizacionog odbora, a 2015. godine generalni sekretar Međunarodne naučne konferencije „EFFECTS OF PHYSICAL ACTIVITY APPLICATION TO ANTHROPOLOGICAL STATUS WITH CHILDREN, YOUTH AND ADULTS“ na Fakultetu sporta i fizičkog vaspitanja u Beogradu. Učestvovao je kao član komisija za pripremu i odbranu u nekoliko diplomskih radova na akademskim i strukovnim studijama.

Spisak objavljenih radova:

1. Dejan Gavrilović, **Miloš Mudrić**, Marko Ćirković (2010). „Merenje srčanog odgovora nakon trenaznog i takmičarskog opterećenja kod boraca u savateu”, Međunarodna naučna konferencija „Fizička aktivnost za svakog”, Zbornik radova, Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, Beograd, 10-11 decembar, 354-358.
2. Srđan Jovović, **Miloš Mudrić**, Marko Ćirković, Goran Kasum (2010). „Korištena suplementacija u četvoromesečnom ciklusu pripreme slabovidog bacača koplja za Svetsko prvenstvo-Novu Zeland, Januar 2011.godine”, Međunarodna naučna konferencija „Fizička aktivnost za svakog”, Zbornik radova, Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, Beograd, 10-11 decembar, 269-274.
3. Kosta Pamac, **Miloš Mudrić**, Marko Ćirković (2011). „Segmenti takmičarske aktivnosti srpskih karate reprezentativaca na Svetskom prvenstvu u Beogradu 2010“. Međunarodna naučna konferencija „Efekti primene fizičke aktivnosti na antropološki status dece, omladine i odraslih”, Zbornik radova, Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, Beograd, 10-11 decembar, 190-195.

4. Srećko Jovanović, **Miloš Mudrić** (2011). „Faze tehničko-taktičke obuke u karateu”. Nauka i karate sport. Zbornik radova, Novi Sad, 47-63.
5. Vladimir Ilić, **Miloš Mudrić**, Goran Kasum, Marko Ćirković, Dejan Gavrilović (2012). „Morfološke i motoričke karakteristike džudista mlađeg školskog uzrasta”. Fizička kultura. Vol.66. N02, 110-119. Beograd, novembar 2012.
6. **Miloš Mudrić**, Sanja Mandarić, Srećko Jovanović (2013). „*Prevention lumbar syndrome in martial arts*”. 3rd *International Scientific Conference „Exercise and Quality of life”*, Zbornik radova, Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, Novi Sad, 12-13 april, 447-453.
7. Milošević, M., Mudrić, R., **Mudrić, M.** (2012). *The biomechanical analysis of the karate kick (mae geri) in the function of defining educational training aims and methods*, Sport-Science & Practice, Vol.2, No.4.
8. Milošević, M., Mudrić, R., **Mudrić, M.**, (2012). Upotreba uma pri reprogramiranju granica mišićne sile u procesu stvaranja šampiona, Sport-Science & Practice, Vol.2, No.5.