

# Utvrđivanje prognostičke valjanosti testa unilateralnih horizontalnih skokova na uspješnost u sprinterskom trčanju

---

Milinović, Ivan

Doctoral thesis / Disertacija

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Kinesiology / Sveučilište u Zagrebu, Kineziološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:117:295396>

Rights / Prava: [Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International/Imenovanje-Nekomercijalno-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-10-03**



Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Kinesiology, University of Zagreb - KIFoREP](#)





Sveučilište u Zagrebu

KINEZIOLOŠKI FAKULTET

Ivan Milinović

**UTVRĐIVANJE PROGNOŠTIČKE  
VALJANOSTI TESTA UNILATERALNIH  
HORIZONTALNIH SKOKOVA NA  
USPJEŠNOST U SPRINTERSKOM  
TRČANJU**

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2020.



University of Zagreb

FACULTY OF KINESIOLOGY

Ivan Milinović

**DETERMINING THE PROGNOSTIC  
VALIDITY OF THE UNILATERAL  
HORIZONTAL JUMP TEST IN SPRINT  
PERFORMANCE**

DOCTORAL THESIS

Zagreb, 2020.



Sveučilište u Zagrebu

KINEZIOLOŠKI FAKULTET

Ivan Milinović

**UTVRĐIVANJE PROGNOŠTIČKE  
VALJANOSTI TESTA UNILATERALNIH  
HORIZONTALNIH SKOKOVA NA  
USPJEŠNOST U SPRINTERSKOM  
TRČANJU**

DOKTORSKI RAD

Mentor:

Prof. dr. sc. Vesna Babić

Zagreb, 2020.



University of Zagreb

FACULTY OF KINESIOLOGY

Ivan Milinović

**DETERMINING THE PROGNOSTIC  
VALIDITY OF THE UNILATERAL  
HORIZONTAL JUMP TEST IN SPRINT  
PERFORMANCE**

DOCTORAL THESIS

Supervisor:

Ph. D. Vesna Babić, Full Tenured Professor

Zagreb, 2020

## **Zahvala**

Veliko hvala mentorici prof. dr. sc. Vesni Babić na nesebično iskazanom vremenu, trudu i savjetima u svim segmentima izrade doktorskog rada bez čije pomoći ovaj projekt zasigurno ne bi bio ostvaren.

Hvala doc. dr. sc. Alešu Dolencu na ukazanom vremenu te potrebnoj opremi i angažmanu prilikom provođenja eksperimenta što je uvelike olakšalo i omogućilo realizaciju eksperimentalnog dijela istraživanja.

Hvala članovima Povjerenstva prof. dr.sc. Dražanu Dizdaru i prof. dr. sc. Ljubi Antekoloviću na savjetima i vrijednim informacijama koje su bile od pomoći prilikom izrade rada.

Hvala kolegi dr. sc. Marku Čuli koji je uvijek bio na raspolaganju prilikom izvođenja eksperimenta.

Hvala svim studentima na izdvojenom vremenu i trudu koji su svojim sudjelovanjem u eksperimentu omogućili izradu doktorskog rada.

## INFORMACIJE O MENTORU

Vesna Babić (Parlov) rođena je 19.11.1964., Hrvatica, državljanka Republike Hrvatske, udana, majka dvoje djece. Osnovnu i srednju školu završila je u Zagrebu. Fakultet za fizičku kulturu upisuje 1983., diplomirala je 1988. godine radom: Prilog poznavanju relacija između intelektualnih i motoričkih sposobnosti kod žena. Na istom je fakultetu upisala poslijediplomski studij za znanstveno usavršavanje iz kineziologije. Magistarski rad pod naslovom: Mogućnosti otkrivanja za sprint nadarenih djevojčica obranila je 10.04.2001. godine. Doktorsku disertaciju pod naslovom: Utjecaj motoričkih sposobnosti i morfoloških obilježja na sprintersko trčanje obranila je 08.12.2005. godine. Od 1988. godine je trener atletike, a od 2002. učitelj skijanja s međunarodnom licencom - ISIA.

Nakon završenog Fakulteta za fizičku kulturu bila je vrhunska sportašica od 1988. do 1989. potom, kao nastavnica TZK, od 1989. do 1991. radi u srednjoj školi u Matematičkom informatičkom centru – XV. Gimnaziji, a od 1991.-1994. godine u Osnovnoj školi "A. B. Šimić" i "A. Mihanović". Od 1994. do 1996. radi u Zagrebačkom športskom savezu kao mentorica sportskih škola atletike te kao vanjska suradnica na predmetu Atletika na Fakultetu za fizičku kulturu Sveučilišta u Zagrebu. Od 1996. radi na Fakultetu za fizičku kulturu, odnosno Kineziološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu na kojem je prošla izbore u sva znanstvena i znanstveno-nastavna zvanja, od 28.09.2018. je u znanstveno-nastavnom zvanju redovite profesorice u trajnom zvanju. Na Medicinskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu sudjeluje u izvedbi nastave na izbornom predmetu, studija medicine na engleskom jeziku, "Measurement and analysis of human locomotion". Prva je na Kineziološkom fakultetu i među prvima na Sveučilištu u Zagrebu implementirala E-učenje u redovitu nastavu.

Aktivno se bavila atletikom. Godine 1988. postiže hrvatski rekord u disciplini 400 m prepone. Međunarodni je atletski sudac i povjerenik HAS-a za atletska natjecanja. Međunarodni je sudac i za sportsko hodanje i nalazi se u panelu evropskih atletske sudaca za sportsko hodanje od 2013. do 2019. Aktivna je sportska i društvena djelatnica u raznim nacionalnim i međunarodnim udrugama (Savez hrvatskih atletske sudaca; Udruge kineziologa Grada Zagreba; Hrvatskog kineziološkog saveza; Zagrebačkom računalnom savezu i dr.). Dobitnica je mnogih nagrada i priznanja kako nacionalnih tako i međunarodnih.

Sudjelovala je na mnogim domaćim i međunarodnim znanstvenim i stručnim skupovima. Objavila je više od 100 znanstvenih i stručnih radova, 1 priručnik i 5 poglavlja u knjizi, sudjelovala u radu četiri nacionalna projekta i bila voditelj jednog međunarodnog za Republiku Hrvatsku.

## SAŽETAK

U gotovo svim momčadskim sportovima i sprinterskim disciplinama dominantne sposobnosti su maksimalna brzina trčanja i startno ubrzanje. Za potrebe prakse pokušavaju se pronaći testovi koji su jednostavni za provođenje, koji mogu omogućiti dobru predikciju rezultata u određenom sportu ili sportskoj disciplini te pomoći pri selekciji sportaša, usmjeravanju, praćenju i evaluaciji trenažnog procesa. Znanost i praksa u tom smislu nude velik broj motoričkih testova koji na to upućuju. U atletskoj praksi koristi se test unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova kao pokazatelj uspješnosti u sprintu. U ovoj disertaciji primarni cilj bio je standardizirati i prikazati interne mjerne karakteristike novog motoričkog testa za procjenu eksplozivne snage nogu pod nazivom unilateralni horizontalni ciklički skokovi na 20 m (MUHCS20m). Pored osnovnog cilja utvrđena je povezanost s rezultatom u trčanju na 100 m kao i s različitim segmentima brzine trčanja te pripadajućim kinematičkim parametrima. U istraživanju je za potrebe utvrđivanja internih metrijskih karakteristika novog motoričkog testa MUHCS20m sudjelovao 31 student sportaš prosječne dobi  $20,61 \pm 1,96$  godina, prosječne tjelesne visine  $185,16 \pm 7,19$  centimetara te prosječne tjelesne mase  $79,48 \pm 9,23$  kilograma. Na uzorku od 118 ispitanika studenata kineziologije prosječne dobi  $20,46 \pm 1,17$  godina, prosječne tjelesne visine  $179,68 \pm 6,42$  centimetra te prosječne tjelesne mase  $75,56 \pm 7,32$  kilograma utvrđivana je povezanost rezultatskih postignuća u izvedbi testa MUHCS20m i rezultatskih postignuća u trčanju na 20 m iz niskog starta (MTNS20m), trčanju na 20 m iz letećeg starta (MTLS20m) te trčanju na 100 m (M100m). Kao kriterij ispravnosti izvedbe unilateralnih horizontalnih skokova u testu definirana je granica prosječnog trajanja kontakta (TK) do 250 ms kod dominantne noge. Rezultati ispitanika koji nisu zadovoljili ovaj kriterij nisu uzeti u obzir. Utvrđivala se povezanost kinematičkih parametara motoričkog testa MUHCS20m i kinematičkih parametara testova MTNS20m te MTLS20m kao i razlika između postignuća i kinematičkih parametara u izvedbi unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova na 20 m kod dominantne i nedominantne noge. Za potrebe utvrđivanja internih metrijskih karakteristika ispitanici su test MUHCS20m izveli tri puta dominantnom nogom. Utvrđena je visoka pouzdanost novog mjernog instrumenta (Chronbach  $\alpha = 0,95$ ), visok koeficijent homogenosti te zadovoljavajuća osjetljivost testa za populaciju studenata zagrebačkog sveučilišta. U glavnom dijelu eksperimenta ispitanici su sve motoričke testove izveli dva puta te se u obzir uzimao bolji rezultat. Regresijskom analizom utvrđena je statistički značajna



povezanost rezultata postignutih u testu MUHCS20m i testovima MTNS20m, MTL20m i M100m. Najviši koeficijent korelacije pokazuje povezanost unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova s trčanjem maksimalnom brzinom ( $R = 0,53$ ), dok je najniži koeficijent povezanosti s rezultatom trčanja na 100 m ( $R = 0,38$ ). Višestruka regresijska analiza pokazuje statistički značajnu povezanost skupa kinematičkih parametara testa MUHCS20m i rezultata u testovima M100m, MTNS20m i MTL20m. I u ovom slučaju najviši koeficijent determinacije skup kinematičkih parametara testa MUHCS20m pokazuje s rezultatom trčanja MTL20m ( $R^2 = 0,56$ ). *Stepwise* regresijskom analizom utvrđen je najvažniji prediktor uspješnosti trčanja startnog ubrzanja, trčanja maksimalnom brzinom i trčanja na 100 m, prosječna brzina kretanja ( $v$ ). U slučaju izuzimanja varijable prosječne brzine ( $v$ ) iz prediktorskog skupa kinematičkih varijabli, *stepwise* regresijskom analizom utvrđene su statistički značajne povezanosti DK i TK s rezultatom trčanja u testovima M100m i MTL20m te statistički negativna povezanost BK s rezultatom u testu MTNS20m. Rezultati u izvedbi testa MUHCS20m dominantnom i nedominantnom nogom ukazuju kako postoje statistički značajne razlike u konačnom rezultatu i promatranim kinematičkim parametrima koje su utvrđivane t- testom za zavisne uzorke i Sign testom za varijable koje statistički značajno odstupaju od normalne distribucije, osim u varijabli „prosječno trajanje leta“ (TL). Rezultati istraživanja pokazuju kako postoji povezanost unilateralnih horizontalnih skokova i sposobnosti sprinterskog trčanja u segmentima startnog ubrzanja, trčanja maksimalnom brzinom i trčanja na 100 m. Iako definiran kao motorički test za procjenu eksplozivne snage nogu, MUHCS20m zbog zahtjeva za što bržom izvedbom ne iziskuje generiranje maksimalne sile prilikom odraza, a samim time otvara prostor sposobnostima brzine i koordinacije koje utječu na sveukupni rezultat. S obzirom na složenost i specifičnost testa MUHCS20m, autor pretpostavlja kako bi prediktivna vrijednost testa na uspješnost u pojedinim segmentima sprinterskog trčanja bila viša kod sprinterske populacije. Ovi podaci sadržavaju dio informacija koje su važne za predikciju rezultata u sprintu, selekciju sprintera i kontrolu treniranosti u trenažnom procesu, ali i svim sportovima i sportskim disciplinama u kojima dominiraju pojedine strukture sprinterskog trčanja.

**Ključne riječi:** sprint, unilateralni horizontalni ciklički skokovi, startno ubrzanje, eksplozivna snaga, brzina, pouzdanost, osjetljivost, homogenost

## ABSTRACT

Maximum running speed and starting acceleration are a dominant capability in nearly all team and sprint-related sports disciplines. In order to be put into practice, attempts are made to find tests that are easy to perform and that can provide a good prediction of results in a particular sport or sports discipline and help with the selection of athletes, guidance, monitoring and evaluation of the training process. In this regard, science and practice offer a large number of motor tests for this purpose. In athletics, the unilateral horizontal cyclic jump test is used as an indicator of sprint performance. The primary objective of this dissertation was to establish and demonstrate the internal measuring features of a new motor skills test for the assessment of explosive power of a jump type called 20-meter unilateral horizontal cyclic jumps (MUHCS20m). In addition to the basic objective, the correlation with 100-meter running results, as well as with different aspects of running speed and the related kinematic parameters was determined. For the purpose of determining the internal metric characteristics of the new MUHCS20m motor skills tests, the research included the participation of 31 students athletes of average age of  $20.61 \pm 1.96$  years, average body height of  $185.16 \pm 7.19$  centimeters and average body weight of  $79.48 \pm 9.23$  kilograms. A sample of 118 Kinesiology students with an average age of  $20.46 \pm 1.17$  years, an average body height of  $179.68 \pm 6.42$  centimeters and an average body weight of  $75.56 \pm 7.32$  kilograms was used to establish correlation between the results of the MUHCS20m test and the results of 20-m sprint start running (MTNS20m), 20-meter three-point start running (MTLS20m), and 100-meter running (M100m). The defined criterion for the correctness of the performance of unilateral horizontal jumps in the test was the limit of average contact duration (CD) up to 250 ms at the dominant leg. The results of the participants who did not meet this criterion were not taken into account. The correlation between kinematic parameters of the MUHCS20m motor skills test and kinematic parameters of the MTNS20m and MTLS20m tests was determined, as well as the difference between achievement and kinematic parameters in the performance of 20-meter unilateral horizontal cyclic jumps at the dominant and non-dominant leg. For the purpose of determining internal metric characteristics, the subjects performed the MUHCS20m test three times using the dominant leg. Apart from other satisfactory parameters, a high reliability rate of the new composite measuring instrument was determined (Chronbach  $\alpha = 0.95$ ). In the main part of the experiment, the subjects performed all motor skills tests twice, and the better result was taken

into consideration. Regression analysis was used to reveal a statistically significant correlation between the results achieved in the MUHCS20m test and the MTNS20m, MTL20m and M100m tests. The highest correlation coefficient indicates the connection between unilateral horizontal cyclic jumps and running at maximum speed ( $R= 0.53$ ), while the lowest correlation coefficient was achieved with running results at 100 m ( $R= 0.38$ ). Multiple regression analysis shows a statistically significant correlation between the set of kinematic parameters of the MUHCS20m test and the results in the M100m, MTNS20m and MTL20m tests. In this case also was the highest coefficient of determination of the set of kinematic parameters of the MUHCS20m test established with the result of the MTL20m test ( $R^2= 0.56$ ). Stepwise regression analysis was used to determine the most important predictor of successful starting acceleration running, maximum speed running and 100-meter running: average velocity ( $v$ ). In the case of excluding the average velocity variable ( $v$ ) from the predictor set of kinematic variables, statistically significant correlations of SL and CD with the running result in the M100m and MTL20m tests and the negative influence of the SN on the result in the MTNS20m test were determined by stepwise regression analysis. Results of the MUHCS20m test performed at the dominant and non-dominant leg indicate that there are statistically significant differences in the final result and observed kinematic parameters determined by the t-test for dependent samples and the Sign test, except in the average flight duration (FD) variable. The results of the study show the existence of a correlation between unilateral horizontal jumps and sprinting ability in the aspects of starting acceleration, running at maximum speed and 100-meter running. Even though the MUHCS20m test is defined as a motor skills test for defining the explosive power of a legs, due to the increased performance requirements, it does not require the generation of maximum force at rebound, which signifies that the capabilities of speed and coordination can certainly affect the overall result. Given the complexity and specificity of the MUHCS20m test, the author supposes that the predictive value of the test on performance in particular aspects of sprinting would be higher among sprinters. This data contains some of the information that is important for the prediction of sprint results, the selection of sprinters and the control of training levels in the training process, but also for all sports and sports disciplines with dominant sprinting elements.

**Keywords:** sprint, unilateral horizontal cyclic jumps, starting acceleration, explosive power, speed, reliability, sensitivity, homogeneity

## SADRŽAJ

<b>1. UVOD U PROBLEM</b> .....	1
1.1 Sprint .....	1
1.2. Skokovi.....	4
1.3 Testovi za procjenu brzine trčanja (sprinta) .....	8
1.4 Problem istraživanja.....	13
<b>2. CILJEVI RADA</b> .....	16
<b>3. HIPOTEZE RADA</b> .....	17
<b>4. METODE RADA</b> .....	18
4.1 Uzorak ispitanika.....	18
4.2 Uzorak varijabli .....	18
4.3 Materijal i instrumenti .....	25
4.4 Protokol eksperimenta .....	26
4.5 Metode obrade podataka.....	28
<b>5. REZULTATI</b> .....	29
5.1 Interne metrijske karakteristike motoričkog testa MUHCS20m .....	29
5.2 Povezanost rezultatskih postignuća u testu MUHCS20m s rezultatima u testovima MTNS20m, MTL20m i M100m .....	34
5.3 Povezanost kinematičkih parametara motoričkog testa unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova na 20 m dominantnom nogom (MUHCSD20m) i kinematičkih parametara testova trčanja na 20 m iz niskog starta (MTNS20m) i letećeg starta (MTLS20m) .....	41
5.4 Povezanost kinematičkih parametara motoričkog testa unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova na 20 m dominantnom nogom (MUHCSD20m) i rezultata postignutim u testovima trčanja 100 m (M100m), trčanja 20 m iz niskog starta (MTNS20m) i trčanja 20 m iz letećeg starta (MTLS20m).....	47
5.5 Razlike u postignućima i kinematičkim parametrima u izvedbi unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova na 20 m između dominantne i nedominantne noge.....	57
<b>6. DISKUSIJA</b> .....	61
6.1 Analiza rezultata internih metrijskih karakteristika motoričkog testa unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova na 20 m (MUHCS20m).....	62
6.2 Analiza rezultata povezanosti rezultatskih postignuća u testu unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova na 20 m (MUHCS20m) s rezultatima u testovima trčanja na 20 m iz niskog starta (MTNS20m), trčanja na 20 m iz letećeg starta (MTLS20m) i trčanja na 100 m (M100m) .....	64

6.2.1 Analiza rezultata povezanosti rezultatskih postignuća u testu unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova na 20 m (MUHCS20m) i rezultata u testu trčanja na 100 m (M100m) .....	66
6.2.2 Analiza rezultata povezanosti rezultatskih postignuća u testu unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova na 20 m (MUHCS20m) i rezultata u testu trčanja na 20 m iz niskog starta (MTNS20m) .....	67
6.2.3 Analiza rezultata povezanosti rezultatskih postignuća u testu unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova na 20 m (MUHCS20m) i rezultata u testu trčanja na 20 m iz letećeg starta (MTLS20m) .....	69
6.3 Analiza rezultata povezanosti kinematičkih parametara motoričkog testa unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova na 20 m dominantnom nogom (MUHCSD20m), kinematičkih parametara testova trčanja na 20 m iz niskog starta (MZNS20m) i trčanja na 20 m iz letećeg starta (MTLS20m).....	71
6.3.1 Analiza povezanosti kinematičkih parametara motoričkog testa unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova na 20 m dominantnom nogom (MUHCSD20m) i kinematičkih parametara testa trčanja na 20 m iz niskog starta (MTNS20).....	72
6.3.2 Analiza povezanosti kinematičkih parametara motoričkog testa unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova na 20 m dominantnom nogom (MUHCSD20m) i kinematičkih parametara testa trčanja na 20 m iz letećeg starta (MTLS20).....	73
6.4 Analiza povezanosti kinematičkih parametara motoričkog testa unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova na 20 m dominantnom nogom (MUHCSD20m) i rezultata postignutih u testovima trčanja na 100 m (M100m), trčanja na 20 m iz niskog starta (MTNS20m) i trčanja na 20 m iz letećeg starta (MTLS20m) .....	74
6.5 Razlike u postignućima i kinematičkim parametrima u izvedbi unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova na 20 m (MUHCS20m) između dominantne i nedominantne noge.....	78
<b>7. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>80</b>
<b>8. ZNANSTVENI I PRAKTIČNI DOPRINOS ISTRAŽIVANJA TE OGRANIČENJA</b> 83	
<b>9. LITERATURA .....</b>	<b>85</b>
<b>10. ŽIVOTOPIS I POPIS JAVNO OBJAVLJENIH RADOVA .....</b>	<b>97</b>
10.1 Životopis.....	97
10.2 Popis javno objavljenih radova.....	98



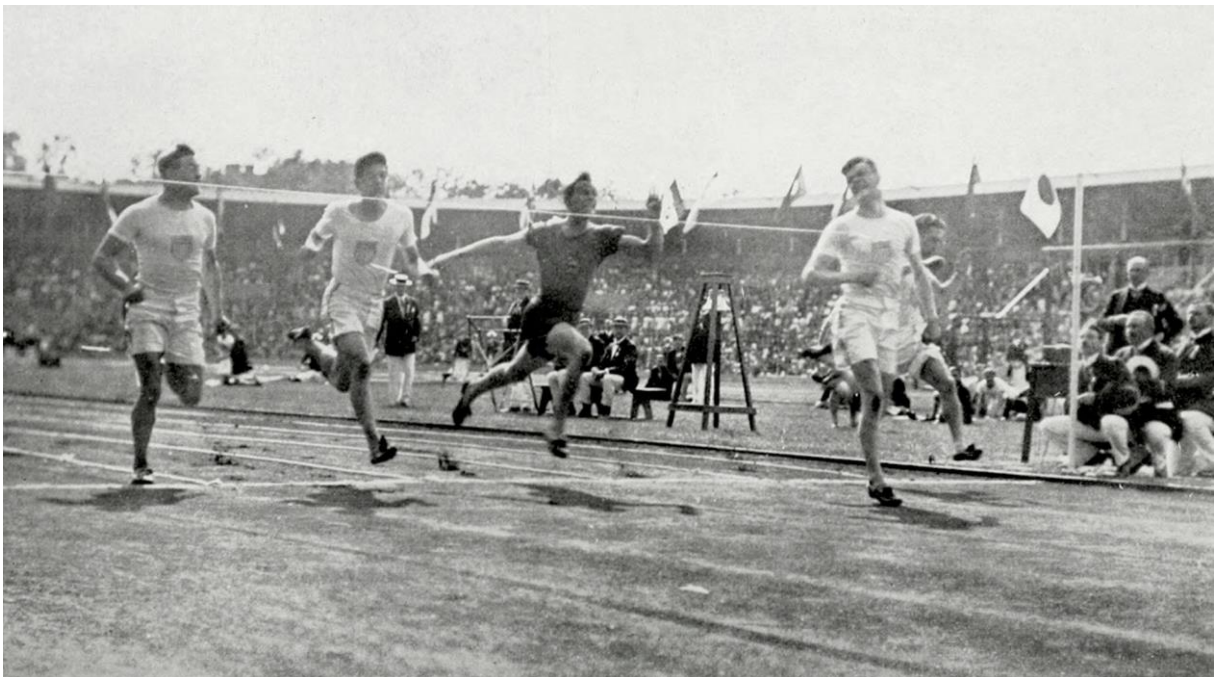
## 1. UVOD U PROBLEM

### 1.1 Sprint

Trčanje poput hodanja, bacanja, puzanja, skakanja, nošenja svrstavamo u prirodna kretanja, odnosno biotička motorička znanja pomoću kojih je moguće savladati prostor, prepreke, otpore različitih vanjskih objekata, manipulirati objektima (Sekulić i Metikoš, 2007), a koja su genetski uvjetovana potreba čovjeka (Finak i Prskalo, 2004) te su mu od davnina osiguravala osnovne uvjete za preživljavanje (Rašidagić, Kajmović i Mirvić, 2014) opstanak i razvoj. Kada govorimo o strukturi trčanja, ono spada u monostrukturalna ciklička gibanja (Milanović, Hofman i Šnajder, 1986), a prelazak iz hodanja u trčanje (Williams, 2000) počinje pri brzini kretanja od oko 2 m/s kada se mijenja uzorak kretanja u kojem više ne postoji dvopotporna faza te se javlja faza leta. Brzina trčanja varira zavisno radi li se o rekreativnom ili natjecateljskom sportu, dužini dionice i sposobnostima trkača da u što kraćem vremenu prijeđe određeni put. Na dužim stazama, npr. 5 km ili 10 km, trkač će se kretati sporije nego kada bi trčao kraće staze, npr. 400 m ili 100 m. Brzina utječe na gotovo sve mjere mehanike kretanja u trčanju (Mero i Komi, 1986; Munro, Miller i Fuglevand, 1987; Williams, 2000) stoga treba promatrati i uspoređivati određene parametre trkača na istim dionicama, odnosno pri istim brzinama trčanja. Brzina trčanja oduvijek je bila intrigantno područje proučavanja u sportu. Dominantna je karakteristika u svim sportovima gdje dominira sprint, poput momčadskih igara i naravno sprinterskih disciplina u atletici. Najveću brzinu kretanja (trčanja) nazivamo sprint, odnosno sprintersko trčanje. Sprintersko trčanje je ciklička motorička aktivnost koja se sastoji od ponavljajućih trkaćih koraka, a predstavlja najbrži oblik čovjekovog kretanja (Babić, Blažević i Vlašić, 2010). Riječ „sprint“ dolazi iz engleskog jezika, a znači: trk; trčati oštro na malu udaljenost; trčati na kratkoj pruzi (Filipović i sur., 1995). Od antičkih vremena i zapisa vezanih za sport trkačke discipline bile su zastupljene na sportskim događanjima, kao i sprinterska utrka na 1 stadij (oko 185 m) 776. g. pr. Kr. na Olimpijskim igrama u antičkoj Grčkoj te su se natjecanja u sprintu održala do danas. U tzv. kraljici sportova – atletici postoji i disciplina koju se naziva kraljevskom, a to je utrka na 100 m. I danas je najpopularnija atletska disciplina te pobjednici uživaju slavu i divljenje među ljubiteljima sporta sloveći za najbrže ljude na svijetu.

Promatrajući razvoj rezultata od pobjednika na ljetnim Olimpijskim igrama 1896. u Ateni Thomasa Burkea s vremenom 11,8 s do današnjeg svjetskog rekorda Usaina Bolta sa Svjetskog prvenstva 2009. održanog u Berlinu s rezultatom 9,58 s, može se uočiti razvoj od 2,22 s, iako

je službeno vođenje svjetskih rekorda počelo 1912. godine s rezultatom od 10,6 s Donalda Lippincotta (Slika 1.). Uspoređujući s ostalim atletskim disciplinama, osobito tehničkim, postotak napretka rezultata je relativno mali (ne uzimajući u obzir rezultat prvih modernih Olimpijskih igara), ali potrebno je uzeti u obzir i način mjerenja jer se do Olimpijskih igara u Meksiku 1968. godine vrijeme štopalo ručno, što je za posljedicu zasigurno imalo odstupanja od realnog rezultata zbog ljudske pogreške. Tek od 1977. godine na nacionalnim i natjecanjima višeg ranga rezultati se mjere elektronskim načinom.



**Slika 1.** Fotografija finalne utrke na 100 m na OI u Stockholmu 1912.

Izvor:

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/77/1912\\_Athletics\\_men%27s\\_100\\_metre\\_final3.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/77/1912_Athletics_men%27s_100_metre_final3.JPG)

Na razvoj rezultata utjecalo je više čimbenika:

- uporaba tenisica za sprint (sprinterica) od Olimpijskih igara 1936. godine u Berlinu kada je Jesse Owens u njima pobijedio na 100 m, 200 m, 400 m i štafeti
- uporaba startnih blokova od 30-ih godina prošlog stoljeća (Babić, 2005), na Olimpijskim igrama od 1948. godine (Haake, 2009)



- uporaba sintetskih staza (tartan) od 60-tih godina prošlog stoljeća, odnosno od Olimpijskih igara 1968. godine u Meksiku
- uvođenje elektronskog mjernog sustava s točnošću od 0,01 s, prvi put na Igrama 1968. godine u Meksiku
- uvođenje novih tehnologija kod izrade sportske odjeće (natjecateljske) (Haake, 2009)
- napredak tehnologije trenažnog procesa, prehrane, selekcije sprintera.

Uz sve nabrojane čimbenike koji su unaprijedili rezultatska postignuća, još uvijek su relativno rijetke utrke na 100 m u kojima sprinteri trče ispod 10 s, a na pitanja koliko brzo čovjek može istrčati ovu dionicu i za koliko popraviti aktualni svjetski rekord, struka i znanost ne mogu ponuditi egzaktno odgovore, nego samo nagađati.

Na oko, sprint je vrlo jednostavna tjelesna aktivnost koja skriva vrlo kompleksne procese i možemo ga promatrati s aspekta biomehanike, strukture, fizioloških procesa. Najjednostavnije maksimalnu brzinu trčanja možemo definirati kao produkt frekvencije i dužine koraka (Weynard i sur., 2000; Čoh, Mihajlovič i Praprotnik, 2001; Mann, 2005), odnosno brzinu trčanja determiniraju elementi trkačke tehnike: frekvencija koraka, dužina koraka, trajanje kontakta stopala s podlogom i trajanje faze leta (Brüggemann i Glad, 1988; Belloti, 1991; Ferro i sur., 1995; Locatelli i Arsac, 1995; Harland i Steele, 1997; Müller i Hommel, 1997; Babić, Čoh i Dizdar, 2011). Rezultat, odnosno uspješnost u sprinterskim disciplinama uvelike determinira trkačeva sposobnost da ubrza svoju masu i generira veliku brzinu trčanja u kretanju prema naprijed (Morin, Edouard i Samozino, 2013). Duljina koraka u velikoj mjeri ovisi o longitudinalnim dimenzijama tijela (tjelesnoj visini i dužini noge) kao i o dimenzijama snage (eksplozivna snaga prilikom odraza), dok frekvencija koraka ovisi o funkcioniranju središnjeg živčanog sustava na kortikalnoj i subkortikalnoj razini te je u velikoj mjeri genetski uvjetovana (Mero, Komi i Gregor, 1992; Donati, 1995; Čoh, Mihajlovič i Prapotnik, 2001; Babić, 2005). Belotti (1991) izdvaja faktore bitne za brzinu trčanja kao što su: vrijeme reakcije, provodljivost živčanih impulsa, eksplozivna snaga, brzinska snaga, elastična snaga, elasticitet mišića, tehničke sposobnosti i usavršavanje specifičnih pokreta i efikasnost anaerobnih bioenergetskih procesa. Važna odlika sprinta je mogućnost korištenja pozitivnih efekata ciklusa istežanja i skraćivanja mišića (SSC) pri svakom koraku (Kryöläinen i Komi, 1995). Prilikom sprintanja, neovisno o dužini sprinterske dionice, smatra se kako trajanje kontakta stopala s podlogom treba biti kraće od 250 milisekundi (Schmidtbleicher, 1992; Hunter, Marshall i McNair, 2005;

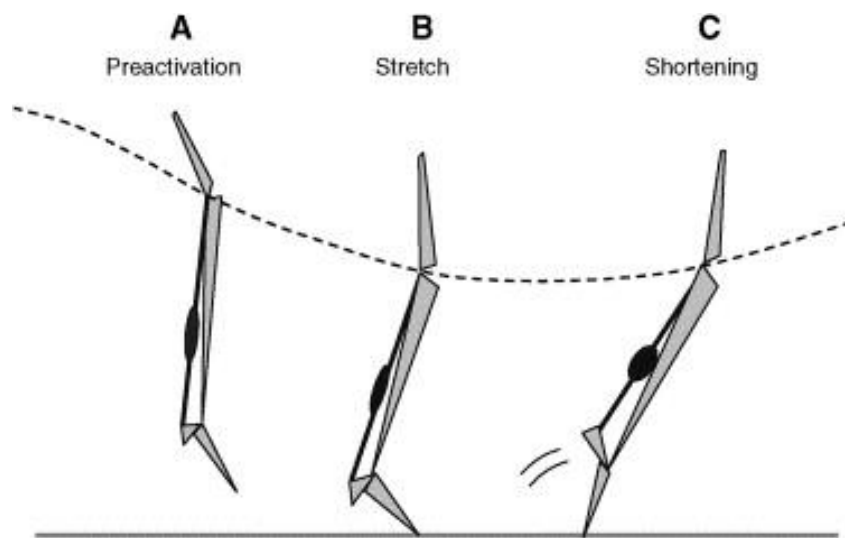
Čoh i Tomažin, 2006), stoga se smatra kako je sposobnost brzih ekscentrično-koncentričnih ciklusa (SSC) važna za sprint (Schuster i Jones, 2016).

U okviru sprinterske dionice na 100 m razlikuju se četiri strukturalno svojstvene etape (Milanović, Hofman i Šnajder, 1986): startni položaj, startno ubrzanje, trčanje maksimalnom brzinom i finiš; pojedini autori navode tri etape: start i startno ubrzanje, trčanje maksimalnom brzinom i deceleracija (Ae, Ito, i Suzuki, 1992; Brüggemann i Glad, 1990; Shen, 2000). Ovu „grubu“ podjelu trčanja dionice na 100 m znanstvenici su segmentirali u više faza koje su izučavali (prema Babić, 2005): *start i startna pozicija* (Dickinson, 1934; Henry, 1952; Stock, 1962; Payne i Blader, 1971; Schot i Knudsen, 1992; Harland i Steele, 1997; Čoh i Dolenc, 1996; Čoh i sur., 1998; Bezodis, Ciacci i sur., 2017; Willwacher i Salo, 2019) *vrijeme reakcije* (Slater-Hammel i Stumpner, 1952; Mero i Komi, 1990; Collet, 2000; Kovacs, Miles i Baweja; 2018; Otsuka i sur., 2019), *izlazak iz startnog bloka* (Mero, 1988; Jacobs i Van Ingen Schenau, 1992; Čoh i Dolenc, 1996; Borysiuk i sur., 2018), *faza akceleracije* (Zatsiorsky i Primakov, 1969; Čoh i sur., 1997; Monte i Zamparo, 2019; Matsuo i sur., 2019), *trčanje maksimalnom brzinom* (Mann, 1981; Ae, Ito i Suzuki, 1992; Paradisis i sur., 2019), *faza deceleracije i ulazak u cilj* (Sprague i Mann, 1983; Mero, Komi i Gregor, 1992; Slawinski i sur., 2017). Svaki od spomenutih segmenata sprinterskog trčanja na 100 m ima svoje posebnosti i predmet je istraživanja kako bi se došlo do spoznaja koje su to karakteristike koje diferenciraju bolje i lošije trkače te pronašli načini kojima će se unaprijediti rezultatska postignuća sprintera u budućnosti. Iako je brzina uvelike genetski uvjetovana i predstavlja jedan od faktora za uspješnost u sprintu, za stvaranje vrhunskog sprintera potreban je dugotrajan kontinuiran i sustavan proces koji se temelji na interdisciplinarnom pristupu stručnjaka i njihovim znanjima kako bi što efikasnije utjecali na razvoj trkača.

## 1.2. Skokovi

S ciljem da se preskoči određena prepreka, dohvati neki predmet i sl. potrebno je skočiti, odraziti se i odvojiti se nakratko od podloge. Kao i spomenuto trčanje, skokove svrstavamo u biotička kretanja koja od najranije dobi djeca koriste spontano tijekom igre. Kako bi se izveo skok potrebna je određena snaga. Snaga je biomotorička sposobnost koju klasificiramo na maksimalnu, eksplozivnu i snažnu izdržljivost (Čoh, 2004) prema akcijskom kriteriju, a prema kriteriju živčano-mišićnog karaktera snaga se može manifestirati u vidu izometrične, koncentrične, ekscentrične i ekscentrično-koncentrične mišićne kontrakcije. Upravo se

ekscentrično-koncentrični tip mišićne kontrakcije javlja u mnogim životnim i sportskim situacijama. Premda se skokovi mogu izvoditi i u koncentričnom režimu rada, u sportovima u kojima dominiraju brzinsko-snažne biomotoričke strukture kretanja od velike je važnosti izvođenje brze snage u ekscentrično-koncentričnom režimu mišićnog rada. Komi (2000) navodi da kod kretanja kod kojih se javlja opterećenje tijekom udarca (kontakta s tлом) kao što su hodanje, trčanje i skakanje, dolazi do predaktivacije mišića ekstenzora nogu kako bi bili spremni oduprijeti se udarcu i aktivnoj fazi kočenja. Nakon faze istežanja slijedi koncentrična faza (Slika 2.).



**Slika 2.** Faze mišićnog režima rada kod hodanja, trčanja i skakanja (izvor: Komi, 2010)

Skokovi se mogu izvoditi na različite načine i s različitim ciljevima, stoga se mogu klasificirati prema različitim kriterijima. Jedan od kriterija je smjer izvođenja skokova te ih u načelu možemo podijeliti na skokove s mjesta i skokove u kretanju. Skokovi s mjesta i u kretanju mogu biti jednokratni ili ponavljajući. Smjer kretanja (odraza) je sljedeći kriterij te odraz može biti usmjeren horizontalno, vertikalno, lateralno i kombinirano. Skokovi se mogu svrstati i prema kriteriju rada ruku prilikom izvođenja skokova, pa se mogu podijeliti na skokove bez zamaha i sa zamahom ruku, a zamah može biti suručan ili raznoručan (naizmjeničan). S obzirom na izvođenje skokova odrazom jednom ili objema nogama, možemo ih klasificirati na unilateralne (jednonožne) i bilateralne (dvonožne – često u literaturi spominjane kao sunožni skokovi). S obzirom na aktivaciju mišićno-zglobnih sustava donjih ekstremiteta, skokovi se mogu izvoditi ograničavanjem na aktivaciju mišića potkoljenica i

stopala – skokovi iz stopala i aktivaciju svih mišića i zglobova nogu – skokovi iz koljena. Prema živčano-mišićnom kriteriju, kako je već u tekstu navedeno, skokove možemo grupirati na izvođenje skokova u koncentričnom i ekscentrično-koncentričnom režimu mišićnog rada. Ekscentrično-koncentrični mišićni režim rada u kojem je prisutan ciklus istezanja i skraćivanja, u literaturi obično pod nazivom SSC (engl. *stretch-shortening cycle*), razlikuje spore skokove kod kojih je vrijeme SSC-a veće od 250 milisekundi od brzih skokova gdje trajanje ciklusa SSC-a iznosi ispod 250 milisekundi (Schmidtbleicher, 1992; Marković, 2007; Komi i Bosco, 1978; Wiemann i Tidow, 1995; Newton i Dugan, 2003). Ponegdje se u literaturi može pronaći nešto viša granica koja razlučuje brze i spore skokove koja iznosi 260 milisekundi (Čoh, 2004; Bosco i sur., 1982; Zatsiorsky, 1995). Predistezanje mišića povećava njegov potencijal za većom manifestacijom izlazne sile i mišićnim radom u koncentričnoj fazi (Komi, 2003; Marković i Mikulić, 2010). Za dobar i brzi skok od izuzetne važnosti je faza predaktivacije (Antekolović, Kasović i Marelić, 2006) u neposrednom trenutku prije kontakta stopala s podlogom. Prema svim navedenim kriterijima i klasifikacijama, koje se mogu susresti u kineziološkoj i fizioterapijskoj praksi te dječjoj igri, možemo razlikovati oko 200 različitih vrsta skokova (Baković, 2016).

Prema ciljevima koji se žele postići bilo u trenažnom procesu kao akutni, produženi i kumulativni efekti izazvani trenažnim podražajima (skokovima), bilo prilikom procjene određenih motoričkih sposobnosti koristeći skokove kao motoričke testove, odnosno prediktore uspješnosti u pojedinim motoričkim zadacima, potrebno je odrediti vrstu skokova. Skokovi kao trenažni operatori prikladni su za primjenu u trenažnom procesu od ranije dječje dobi, što dokazuju mala djeca koja u igri spontano koriste različite vrste skokova i poskoka. Spominjući ciljeve, važno je odabrati upravo one trenažne operatore koji su prikladni za pojedinog sportaša, poštujući principe takvog treninga. Na trenerskom je kadru odabrati odgovarajuće vježbe skokova oslanjajući se na određena metodičko-didaktička načela osobito vodeći računa o dobi, spolu, biološkom razvoju, konstituciji i trenažnom stažu sportaša. Za razvoj motoričkih sposobnosti kao što su brzina, eksplozivnost, agilnost sastavni dio trenažnog procesa su pliometrijski skokovi, odnosno brzi skokovi koji su spomenuti u tekstu. Kod skokova, posebice visokointenzivnih i dubinskih, postoji osobita potreba za poštivanjem metodičkih principa zbog opasnosti od ozljeda te pojedini autori navode neke od principa za učinkovito i sigurno izvođenje pliometrijskih trenažnih operatora (Antekolović, 2002; Čoh, 2004; Marković, 2013; Baković, 2016):

- Pliometrijski trening preporučuje se nakon 14. godine, ali i tada pod određenim uvjetima.
- Uporaba pliometrijskog treninga i sadržaja ovisi o specifičnostima sportske discipline, dobi, spolu, biološkom razvoju, konstituciji i trenažnom stažu sportaša.
- Pliometrijski trening može izvoditi odmorni sportaš nakon temeljitog zagrijavanja osobito onih topoloških regija koje će najviše biti pod opterećenjem.
- Poštivanje vremena oporavka između vježbi i treninga pliometrijskog tipa (preporučuju se 2 – 4 dana odmora između dva pliometrijska treninga).
- Doziranje opterećenja u pliometrijskom treningu. U jednom treningu preporučuje se 80 do 100 skokova (kontakta stopala s podlogom) za početnike, 100 do 120 skokova za sportaše srednje razine i 120 do 140 skokova za vrhunske sportaše.
- Intenzitet pliometrijskog treninga određuju: način doskoka (sunožan ili jednonožan), smjer odraza (vertikalni ili horizontalni), dubina skokova, horizontalna brzina skokova, vanjska opterećenja.
- Za pliometrijski trening važno je imati odgovarajuću sportsku obuću (koja smanjuje intenzitet udarca prilikom doskoka) te odgovarajuću podlogu koja nije niti pretvrda niti previše mekana.
- Progresivnost u pliometrijskom treningu je dugoročan proces (4 – 6 godina) te fazu učenja tehnike izvedbe skokova treba započeti prije puberteta zbog intenzivnih vježbi koje zahtijevaju visok stupanj koncentracije.
- Trening pliometrije od sportaša zahtijeva apsolutnu mentalnu koncentraciju u svakom ponavljanju.

U praksi velik broj trenera zazire od intenzivnijih skokova zbog mogućnosti ozljede sportaša, a benefite treninga takvog tipa kompenziraju vježbama snage s vanjskim opterećenjem.

Pravilnim programiranjem treninga i odabirom odgovarajućih skokova, pritom vodeći se gore spomenutim načelima, moguće je utjecati na razvoj određenih motoričkih sposobnosti (eksplozivne snage, brzine, brzine reakcije) s ciljem ostvarivanja što boljih postignuća sportaša u sportskim disciplinama.

### 1.3 Testovi za procjenu brzine trčanja (sprinta)

Prilikom selekcije djece i sportaša u sportskim disciplinama treneri i struka nerijetko se služe određenim testovima u svrhu što boljeg usmjeravanja, odnosno odabira sportaša. Skup testova ili mjerenja pojedinih obilježja omogućavaju selekciju kandidata za određeni sport ili sportsku disciplinu, usmjeravanje, praćenje (Metikoš i sur., 1989) i evaluaciju trenažnog procesa. Funkcionalno-dijagnostički postupak kod sportaša uglavnom se sastoji od: morfološko-antropometrijskog mjerenja, testiranja funkcionalnih sposobnosti, testiranja motoričkih sposobnosti i psihološkog testiranja (Mišigoj-Duraković, Matković i Medved, 1995).

U praksi i znanosti često se koriste mjere antropometrijsko-morfoloških obilježja, funkcionalnih i motoričkih testova u pojedinoj sportskoj disciplini na osnovu kojih se procjenjuje uspješnost trenažnog procesa, postignuća u pojedinoj disciplini ili služe prilikom usmjeravanja djece i mladih u pojedine sportske grane te kao selekcija sportaša. Velik broj publikacija bavi se istraživanjem povezanosti morfoloških obilježja s uspješnosti u sprintu. Prema morfološkim mjerama pokušale su se odrediti modelne karakteristike sprintera, odnosno koje su to vrijednosti određenih mjera bitne za uspješnost u sprintu. Tako neka od istraživanja tvrde da razliku između postignuća vrhunskih i lošije rangiranih sprintera čine sastav, longitudinalne i transverzalne mjere tijela. Prema istraživanjima na vrhunskim atletičarima iz 1929. godine prema Kohrlaucshu (1984) dobivene vrijednosti mjera tijela 22 najbolja sprintera koja su nastupila na OI u Amsterdamu su: prosječna visina 172,5 cm, težina 65 kg te BMI (indeks tjelesne težine) 22. Sprinteri manje ektomorfnii s većom nemasnom masom tijela i većom snagom postižu bolje rezultate u sprintu (Barbieri i sur., 2017; Valle, 2019). Veći faktor potkožnog masnog tkiva kojeg definiraju kožni nabori negativno utječe na predikciju efikasnosti u sprinterskom trčanju (Babić, 2005). Dokazana je povezanost uspješnosti u sprintu s antropometrijskim mjerama: tjelesnom visinom, duljinom noge, duljinom natkoljenice, širinom ramena, opsegom grudnog koša (Abraham, 2016; Kalayci, Guleroglu i Eroglu, 2016), dijametrom skočnog zgloba, opsegom natkoljenice, opsegom potkoljenice (Singh i Malik, 2015; Vučetić, i sur.), opsegom nadlaktice (Kalayci, Guleroglu i Eroglu, 2016). Iz navedenog vidljivo je kako postoje određeni antropometrijski i morfološki modeli koji definiraju uspješnost sprintera te kakav bi sprinter trebao biti. Na neke od dimenzija ne može se utjecati (tjelesna visina, dijametri zglobova, duljina ekstremiteta), ali trenažnim procesom, uključujući aspekt prehrane i suplementacije s pravilno odabranim trenažnim podražajima, možemo utjecati na velik broj antropološko-morfoloških dimenzija (opsezi ekstremiteta, povećanje mišićne

mase, smanjenje masnog tkiva, tjelesna težina). Uspoređujući vrhunske sprintere s netreniranom populacijom može se zaključiti kako sprinteri imaju manju tjelesnu težinu, da su viši od netrenirane populacije te da postoji manja varijabilnost u mjerama indeksa tjelesne mase, tjelesne težine i visine (Uth, 2005). Autor je uspoređivao na populaciji u SAD-u, no bez obzira na to, moguće je rezultate projicirati na ostatak svjetske populacije. Iz ovih podataka također je razvidno kako pojedine antropometrijske mjere mogu pozitivno ili negativno utjecati na razinu uspješnosti u brzom trčanju ili sprintu te da sprint zahtijeva određene konstitucijske parametre.

U fokusu zanimanja vezanih za sprint, osim morfološko-antropometrijskih mjerenja i povezanosti pojedinih dimenzija s uspješnosti u sprinterskom trčanju, je područje motoričkih testova i njihova primjena pri predikciji uspjeha u sprintu. Velik broj dostupnih publikacija proučavao je povezanost postignuća u različitim motoričkim testovima i uspješnost u sprinterskom trčanju ponajviše onih testova koji procjenjuju područje brzine, eksplozivnosti, snage.

Motorički testovi za procjenu trenutnog stanja sportaša mogu se provoditi u laboratorijskim i terenskim uvjetima (Vučetić i sur., 2013) prema kriterijima specifičnosti, standardiziranosti, pouzdanosti i valjanosti (Fernandez-Garcia i sur., 2000; Perez-Landaluce i sur., 1998). Svaka od navedenih vrsta testiranja ima prednosti i nedostatke. Laboratorijski motorički testovi ili baterije testova česti su u primjeni prilikom dijagnosticiranja stanja sportaša zbog neovisnosti o vremenskim uvjetima, visoke pouzdanosti, ali i nerijetko zahtjevni u organizacijskom, financijskom i tehničkom smislu. Terenski testovi često su manje pouzdani i precizni, ali je njihova primjena u praksi jednostavnija, dostupnija i jeftinija (Sekulić, 2016).

U dosadašnjim istraživanjima utvrđena je visoka povezanost rezultata u testovima snage i eksplozivne snage s postignućima u sprintu. Skokove kao motoričke testove možemo koristiti u predikciji pojedinih faza sprinterskog trčanja: startnog ubrzanja, trčanja maksimalnom brzinom i agilnosti (Meylan i sur., 2010; Cronin i Hansen, 2005; Little i Williams, 2005; Young, James i Montgomery, 2002; Young, McLean i Ardagna, 1995). U praksi se prilikom dijagnostike u sprintera najčešće koriste bilateralni i unilateralni skokovi horizontalne i vertikalne usmjerenosti s ciljem selekcije, usmjeravanja i kontrole trenažnog procesa. Autori su istraživali povezanost rezultata u motoričkim testovima skokova s pojedinim segmentima sprinterskog trčanja ne samo vezanim za atletiku i sprinterske discipline, već i sportove gdje dominiraju spomenute strukture sprinta (nogomet, ragbi, košarka i dr.).

Relativno velik broj znanstvenih publikacija proučavao je bilateralne vertikalne skokove i njihovu povezanost s rezultatima u sprinterskom trčanju. Najčešće korišteni testovi za procjenu eksplozivne snage nogu su skok iz čučnja (engl. *squat jump* – SJ), skok s pripremom (engl. *counter movement jump* – CMJ), skok u dalj s mjesta (engl. *standing long jump*) i dr. Na grupi novozelandskih ragbijaša Cronin i Hansen (2005) između ostalih testova za procjenu eksplozivne snage nogu koristili su SJ i CMJ kako bi uvidjeli njihovu povezanost s brzinom trčanja na 5 m, 10 m i 30 m. Kao statistički značajnu povezanost s tri mjere brzine trčanja izdvojili su kod oba skoka mjeru visine skoka i relativne izlazne snage ( $r = -0,43$  do  $r = -0,66$ ) te su one značajno veće kod brzih igrača. Predlažu povećanje snage u odnosu na masu, pliometrijske treninge uključujući navedene skokove kako bi povećali brzinu trčanja kod elitnih igrača ragbija. Mjereći povezanost mjera snage vertikalnog skoka i sprinta na 5 m na treniranim sportašima, grupa autora (Marques i sur., 2011) slično je zaključila kako postoji relativno visoka povezanost mjera snage CMJ-a na Smithovoj mašini i sprinta na 5 m ( $r = -0,66$  do  $r = -0,80$ ). Rezultati, kako navode autori, upućuju na visoku povezanost sprinta na 5 m i maksimalne snage donjih ekstremiteta procijenjenih silom, snagom i brzinom pomicanja šipke na Smithovoj mašini. Rezultati sugeriraju da se na brzinu trčanja može utjecati režimom treninga kojima se poboljšavaju navedene kvalitete sportaša. Kao test za procjenu uspješnosti u sprintu Vescovi i Mcguigan (2008) su na populaciji srednjoškolaca i studenata nogometaša i igrača lakrosa između više testova koristili test skočnosti CMJ. Za testove kojima su mjerili brzinu trčanja koristili su dionice od 9,1 m, 18,3 m, 27,4 m i 36,6 m. Rezultati mjerenja pokazali su statistički veću povezanost visine skoka CMJ i dužih dionica (27,4 m i 36,6 m) nego s kraćim dionicama. Koeficijent korelacije kretao se od  $r = -0,658$  do  $r = -0,788$ . Zanimljiv podatak je da je ta povezanost manja kod srednjoškolaca nego kod studenata ( $r = -0,49$  do  $r = -0,80$ ).

Osim bilateralnih vertikalnih skokova u predikciji uspješnosti u sprintu autori su koristili i horizontalne bilateralne i unilateralne skokove. Istraživanja koja su proučavala povezanost između eksplozivne snage nogu i trčanja ili sprinta često su provedena uzimajući različite izvedenice bilateralnih vertikalnih skokova za procjenu eksplozivne snage, pokušavajući njima objasniti povezanost sa sprintom (Golomer i Fery, 2002; Mero, Luhtanen i Komi, 1983; Nesser i sur., 1996; Young, 1995). U istraživanjima prevladavaju radovi koji proučavaju mogućnosti predikcije acikličnim vrstama pokreta (skok iz mjesta, CMJ i drugi vertikalni skokovi) na cikličke kretnje (sprint) (Maulder i Cronin, 2005). To bi moglo objasniti relativno umjerenu povezanost ( $r = -0,46$  do  $r = -0,77$ ) između acikličkih i cikličkih zadataka (Kukulj i sur., 1999; Nesser i sur., 1996; Young, 1995). Na kanadskim ragbi igračicama provedeno je istraživanje



(Agar-Newman i Klimstra, 2015) s ciljem utvrđivanja povezanosti horizontalnih skokova (skok u dalj s mjesta i troskok iz mjesta) i akceleracije (trčanje na 10 m) te trčanja maksimalnom brzinom (trčanje na 40 m). Rezultati su pokazali da testovi horizontalnih skokova mogu koristiti kao vrijedan test za utvrđivanje razlika sposobnosti u sprintu među vrhunskim ragbi igračicama. Veću sposobnost predikcije u sposobnosti trčanja maksimalnom brzinom i fazi akceleracije pokazao je test troskoka iz mjesta ( $r = 0,76$  i  $r = 0,61$ ) nego test skoka u dalj s mjesta. Autori su zaključili da je potrebno prikupljati podatke samo testa troskoka iz mjesta kako bi identificirali potencijalne brze talente u ženskom ragbiju. Do sličnih saznanja došli su Maulder i Cronin (2005) promatrajući povezanost testova vertikalnih (SJ, CMJ i repetitivni skokovi iz čučnja) i horizontalnih skokova (horizontalni skok iz čučnja, horizontalni CMJ i horizontalni repetitivni skokovi) s testom brzine trčanja (trčanje na 20 m). Istraživanje je provedeno na 18 sportaša različitih sportova u kojima dominiraju donji ekstremiteti. Iako sve vrste skokova u istraživanju pokazuju relativno visoku povezanost s testom brzine trčanja, bolji prediktori u testu trčanja na 20 m su testovi horizontalnih skokova ( $r = -0,73$  do  $r = -0,86$ ) od testova vertikalne skočnosti ( $r = -0,52$  do  $r = -0,73$ ), dok je najveću povezanost pokazao ciklički horizontalni skok ( $r = -0,86$ ). Autori nisu dobili statistički značajne razlike u skokovima dominantnom i nedominantnom nogom. Na populaciji nogometaša Lockie i sur. (2016) utvrdili su povezanost bilateralnog vertikalnog testa skočnosti (skok iz čučnja) i horizontalnog (skok u dalj s mjesta) te unilateralnog horizontalnog testa skočnosti (troskok iz mjesta) s testom trčanja na 30 m mjerenim u intervalima 0 – 5 m, 0 – 10 m i 0 – 30 m ( $r = -0,65$  do  $r = -0,90$ ).

U ovom istraživanju najveću korelaciju s uspješnosti u sprinterskom trčanju pokazuje horizontalni unilateralni test skočnosti (troskok iz mjesta). Mačkala, Fostiak i Kowalski (2015) proučavali su povezanost određenih antropometrijskih i motoričkih mjera, a među njima i horizontalnih skokova (skok u dalj s mjesta, peteroskok iz mjesta i deseteroskok iz mjesta) s kinematičkim parametrima i vremenima trčanja na pojedinim fazama dionice od 100 m (10 m, 30 m i 100 m) na populaciji sprintera natjecatelja i populaciji studenata sportaša. Rezultati istraživanja pokazali su visoku korelaciju između sva tri testa s brzinom trčanja na 10 m (startom i startnim ubrzanjem), 30 m (akceleracijom) i 100 m (maksimalnom brzinom trčanja). Koeficijenti korelacije kreću se od  $r = -0,66$  do  $r = -0,88$ , pri tome autori navode kako su ove povezanosti karakteristične samo za grupu sprintera, a ne za drugu grupu koju ne čine atletičari. Najveću povezanost s brzinom i rezultatom trčanja na 100 m pokazao je test deseteroskoka iz mjesta ( $r = -0,83$ ). Od tri horizontalna testa skočnosti, skok u dalj s mjesta ima najveću povezanost s brzinom i rezultatom trčanja na 10 m i 30 m. Autori iznose mišljenje kako su

strukture kretanja kod horizontalnih skokova slične strukturama kretanja kod trčanja startnog ubrzanja te bi ove spoznaje trebalo uvažiti kod programiranja trenažnog procesa. Još jedno istraživanje na populaciji ragbijaša Dobbs i sur. (2105) proveli su razmatrajući povezanost kinetičkih i kinematičkih parametara bilateralnih, unilateralnih, vertikalnih i horizontalnih skokova CMJ, SJ, dubinskog skoka (svi su skokovi izvedeni bilateralno i unilateralno u horizontalnom i vertikalnom smjeru) s rezultatom trčanja na 30 m. Vrijednosti kinetičke mjere ispoljavanja horizontalne sile kod unilateralnih i bilateralnih skokova pokazuju umjerenu do visoku povezanost sa sprintom ( $R^2 = 0,13 - 0,8$ ), višu nego što to pokazuju iste mjere vertikalne sile kod vertikalno usmjerenih skokova ( $R^2 = 0,008 - 0,50$ ). Kinetičke mjere brzine kod izvođenja unilateralnih skokova pokazuju višu razinu korelacije sa sprintom, nego isti ti skokovi izvedeni u bilateralnoj verziji. Preporuka autora trenerima i znanstvenicima je da koriste prognostičke vrijednosti kinetičkih varijabli za funkcionalne kretnje kao što je sprint, također da koriste horizontalne skokove uz vertikalne prilikom testiranja i treninga. Više koeficijente povezanosti horizontalnog dubinskog skoka s 20 cm od vertikalnog dubinskog skoka s brzinom trčanja na 20 m na studentskoj populaciji utvrdili su Schuster i Jones (2016) te zaključili da bi dubinski horizontalni skokovi trebali sačinjavati baterije testova za praćenje trenažnog procesa i rehabilitacije sportaša u sportovima u kojima dominiraju strukture sprinterskog trčanja. Koristeći unilateralni dubinski horizontalni skok Holm i sur. (2008) istraživali su njegovu povezanost s rezultatom trčanja na 25 m i sekvencama dionice (5 m, 10 m i 25 m) te došli do istog zaključka kao i autori u prethodno navedenom istraživanju. Kao najbolji prediktor uspješnosti u sprintu je mjera dužine skoka normalizirana u odnosu na visinu ispitanika. Najvišu korelaciju dužina skoka ima s rezultatom trčanja na prvih 10 m ( $r = -0,65$ ). U istom smjeru idu rezultati i drugih autora koji su istraživali područje povezanosti skokova i sprinta. U bateriji specifičnih motoričkih testova kojom je grupa autora (Babić i sur., 2010) na velikom uzorku djevojčica testirala razlike između nadarenih i nenadarenih učenica u sprinterskom trčanju na 60 m, između ostalih testova koristili su i test unilateralnih cikličkih horizontalnih skokova na 30 m. Vrijeme i broj skokova potrebnih za prijeći dionicu od 30 m lijevom i desnom nogom, doprinose razlikovanju nadarenih od nenadarenih učenica u trčanju na 60 m. Autori navode da bi za taj uzrast test skokova na 30 m trebalo prilagoditi, s obzirom na psihofizička obilježja djece tog uzrasta, te skratiti dionicu na kojoj bi se test provodio.

Horizontalni skokovi pokazuju veću povezanost od vertikalnih s pojedinim segmentima sprinterskog trčanja (Asadi, 2016; Holm i sur., 2008; Schuster i Jones; Meylan i sur., 2009; Habibi i sur., 2010; Maćkala, Fostiak i Kowalski, 2015; Dobbs i sur., 2015 i dr.) iako postoje

publikacije koje pokazuju povezanost pojedinih kinematičkih parametara vertikalnih skokova CMJ i SJ (sile i snage) sa startom i startnim ubrzanjem (sprint na 10 m), dok rezultati testova horizontalne skočnosti nisu pokazali statistički značajnu povezanost (Maulder, Bradshaw i Keogh, 2006). Više o području i problemu zanimanja ovog istraživanja bit će rečeno u sljedećem poglavlju.

#### **1.4 Problem istraživanja**

Problem ovog istraživanja je proučavanje povezanosti unilateralnih horizontalnih skokova i brzine trčanja (sprinta). Svrha je usporediti kinematičke parametre i rezultate testa unilateralnih skokova na 20 m s kinematičkim parametrima i rezultatima testova trčanja na 20 m iz niskog i visokog starta, što će predstavljati startno ubrzanje, odnosno trčanje maksimalnom brzinom, te rezultatom trčanja na 100 m. Iako se test koristi u atletskoj praksi, nije standardiziran, stoga je potrebno izvršiti standardizaciju i validaciju mjernog instrumenta (mjerne karakteristike) motoričkog testa unilateralnih horizontalnih skokova na 20 m. Prije samog eksperimenta na prigodnom uzorku od 31 ispitanika (sportaša) potrebno je izmjeriti njihova postignuća u novo standardiziranom motoričkom testu kako bi se utvrdile interne mjerne karakteristike testa (pouzdanost, homogenost i osjetljivost). Populacija na kojoj će se istraživati fenomen povezanosti unilateralnih horizontalnih skokova s pojedinim segmentima sprinterskog trčanja ne pripada atletskom (sprinterskom) području, već ispitanici dolaze iz široke lepeze sportskih disciplina. Do sada su se u publikacijama znanstveno-istraživačkog rada koje su proučavale spomenuti problem analizirale povezanosti skokova (bilateralnih, unilateralnih, vertikalnih i horizontalnih) s brzinom trčanja u pojedinim segmentima sprinterskog trčanja na studentskoj populaciji, nogometašima, košarkašima, ragbijašima, sprinterima i drugim sportašima u sportovima u kojima dominiraju sprinterske i skakačke strukture. Unilateralni skokovi u sve tri ravnine (vertikalni, horizontalni i lateralni) mogu biti od velike prognostičke/dijagnostičke vrijednosti trenerima i medicinarima te mogu pružiti bolje informacije o trenažnom ili rehabilitacijskom procesu (Meylan i sur., 2010). Istraživanje u ovom radu provodit će se na studentima kineziologije koji su prošli osnove trčanja i hodanja iz područja atletike. Uglavnom su se istraživanja bazirala na povezanosti uspješnosti u sprintu s vertikalnim (CMJ i SJ) i horizontalnim (skok u dalj s mjesta, troskok iz mjesta i peteroskok iz mjesta) skokovima. Kod svih motoričkih testova za procjenu eksplozivne snage tipa skočnosti izlazne vrijednosti (krajnji rezultat) mjere se u visini i dužini skoka te kinematičkim

parametrima skoka. Kod spomenutog testa (UHCS20m) specifično je što se uz kinematičke parametre kao krajnji rezultat testa mjeri vrijeme potrebno za prelazak dionice od 20 m unilateralnim cikličkim skokovima. Pretraživanjem publikacija pronađeni motorički testovi sličnog tipa spominjani u znanstvenoj literaturi, čiji se krajnji rezultati izražavaju u jedinici vremena, jesu test unilateralnih cikličkih skokova na 6 m (engl. *6 m timed hop test*) (Gokeler i sur. 2017; Ebert i sur., 2018; Kise i sur., 2019.) i motorički test unilateralnih cikličkih horizontalnih skokova na 30 m (Babić i sur., 2010). Unilateralni ciklički skokovi na 6 m najčešće se primjenjuju u području medicine i fizikalne terapije pri procjeni stanja oporavka pacijenata nakon operacije koljenog zgloba, osobito prednjih križnih ligamenata. Osim rezultata u testu mjerenog u vremenu, trenutni status pacijenata odražava i simetrija lijeve i desne noge, odnosno rezultat u testu lijevim i desnim donjim ekstremitetom. Drugi test unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova koji je spominjan u literaturi je onaj koji se izvodi na dionici od 30 m. Vrijednosti dobivene u tom motoričkom testu (vrijeme postignuto na testu i broj koraka) pokazuju kako se na osnovu testa mogu diferencirati nadarene od nenadarenih djevojčica za sprint (Babić i sur., 2010).

S obzirom na zahtjevnost skokova, osobito onih koji se ciklički ponavljaju na jednoj nozi (unilateralni), postavlja se i pitanje njihove opravdanosti u praksi (motoričkim testovima, trenajnim operatorima). Treneri i autori svrstavaju unilateralne horizontalne cikličke skokove u vrlo riskantne, odmah do dubinskih skokova, zbog velikog opterećenja na lokomotorni i živčano-mišićni sustav, stoga postoji veća mogućnost od ozljeda. U stranoj literaturi ovakva vrsta skokova u kojoj se mjeri vrijeme nazivana je „one leg hop for speed“ iz razloga što je potrebno postići što veću brzinu i prijeći dionicu u što kraćem vremenskom intervalu. Unilateralne horizontalne cikličke skokove mogu izvoditi samo sportaši koji su sazreli u sportskom smislu i koji posjeduju superiornu tehniku izvođenja skokova (Valle, 2017).

U znanstvenoj i stručnoj literaturi nema podataka o unilateralnim horizontalnim cikličkim skokovima na 20 m, uglavnom se za procjenu eksplozivne snage i povezanosti s pojedinim segmentima sprinterskog trčanja upotrebljavaju baterije motoričkih testova koji sadržavaju unilateralne horizontalne skokove od jednog do pet koraka, osim spomenutog testa na 30 m. Prema rezultatima dosadašnjih istraživanja najbolji prediktori za uspješnost u sprintu, osvrćući se samo na skokove, su testovi unilateralnih horizontalnih skokova (Maulder i Cronin, 2005; Habibi i sur., 2010; Mačkala, 2015). Spomenuti test unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova (MUHCS20m) koristi se u atletskoj praksi prilikom selekcije sportaša i kontrole sportske forme, ali nema znanstvenih spoznaja koje će potvrditi povezanost rezultata i

kinematičkih parametara skokova u predikciji brzine trčanja, odnosno pojedinih segmenata sprinterskog trčanja (startnog ubrzanja, trčanja maksimalnom brzinom i rezultata trčanja na 100 m). Ovi podaci mogli bi sadržavati i dio informacija koje su važne za predikciju rezultata u sprintu, selekciju sprintera i kontrolu treniranosti u trenažnom procesu.

## 2. CILJEVI RADA

Prema navedenom problemu istraživanja postavljeni su sljedeći ciljevi ovog istraživanja:

1. Standardizirati i validirati (utvrditi interne metrijske karakteristike: pouzdanost, homogenost i osjetljivost) motorički test pod nazivom unilateralni horizontalni ciklički skokovi 20 m.
2. Utvrditi povezanost (prognostičku valjanost) testa unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova 20 m u odnosu na startno ubrzanje (trčanje 20 m iz niskog starta), maksimalnu brzinu trčanja (trčanje 20 m iz letećeg starta) i trčanja na 100 m.
3. Utvrditi povezanost kinematičkih parametara motoričkog testa unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova 20 m i kinematičkih parametara testova trčanja 20 m iz niskog starta i trčanja 20 m iz visokog starta.
4. Utvrditi povezanost kinematičkih parametara u izvedbi motoričkog testa unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova 20 m i postignuća trčanja startnog ubrzanja (trčanje 20 m iz niskog starta), maksimalnom brzinom trčanja (trčanje 20 m iz letećeg starta) i trčanja na 100 m.
5. Utvrditi razlike između postignuća i kinematičkih parametara u izvedbi testa unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova 20 m kod dominantne i nedominantne noge.

### 3. HIPOTEZE RADA

Sukladno navedenim ciljevima ovog istraživanje postavljene su slijedeće hipoteze:

H1: Motorički test unilateralni horizontalni ciklički skokovi 20 m ima zadovoljavajuće interne metrijske karakteristike (pouzdanost, homogenost, osjetljivost)

H2: Postoji statistički značajna povezanost rezultata (prognostička valjanost) u izvedbi motoričkog testa unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova 20 m s rezultatima testova startnog ubrzanja (trčanje 20 m iz niskog starta), maksimalne brzine trčanja (trčanje 20 m iz letećeg starta) i trčanja na 100 m.

H3: Postoji statistički značajna povezanost kinematičkih parametara motoričkog testa unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova 20 m i kinematičkih parametara testova startnog ubrzanja (trčanje 20 m iz niskog starta) i maksimalne brzine trčanja (trčanje 20 m iz letećeg starta).

H4: Postoji statistički značajna povezanost kinematičkih parametara motoričkog testa unilateralnih horizontalni cikličkih skokova 20 m i postignuća u trčanju startnog ubrzanja (20 m niski start), trčanju maksimalnom brzinom (20 m visoki start) i trčanju na 100 m.

H5: Postoji statistički značajna razlika između postignuća i kinematičkih parametara u izvedbi unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova 20 m kod dominantne i nedominantne noge.

Navedene hipoteze biti će testirane na razini značajnosti  $p \leq 0,05$ .

## 4. METODE RADA

### 4.1 Uzorak ispitanika

U prvoj fazi za potrebe izračunavanja internih metrijskih karakteristika novo standardiziranog motoričkog testa unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova na 20 m prigodni uzorak ispitanika sačinjavao je 31 studenta zagrebačkog sveučilišta prosječne dobi od  $20,68 \pm 1,96$  godina, dobrog zdravstvenog statusa. Ispitanici su aktivni sportaši koji pripadaju različitim sportskim granama te ne pripadaju sprinterskoj populaciji.

U drugoj fazi istraživanja sudjelovao je prigodni uzorak kojeg je činilo 139 studenata Kineziološkog fakulteta u Zagrebu, ali zbog ranije postavljenog kriterija ispravnosti izvođenja motoričkog testa (prosječno trajanje kontakta  $\leq 250$  ms), jedan dio ispitanika i njihovi rezultati nisu uzeti u daljnju obradu. Konačni uzorak sveden je na 118 ispitanika prosječne dobi  $20,46 \pm 1,17$  godina. Uzorak ispitanika definiran je populacijom redovitih studenata muškog spola Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Ispitanici su pozitivno selekcionirani za studij s obzirom na motorička znanja i zdravstveni status, dolaze iz različitih sportskih disciplina te ne pripadaju sprinterskoj populaciji.

### 4.2 Uzorak varijabli

Uzorak varijabli sačinjavaju:

- **Morfološke mjere:**
  1. tjelesna visina – **ATV**, mjera longitudinalne dimenzionalnosti tijela
  2. tjelesna masa – **ATT**, mjera mase i voluminoznosti tijela.

**Tjelesna visina (ATV)** – mjeri se antropometrom dok ispitanik bos stoji na ravnoj podlozi s težinom raspoređenom jednako na obje noge. Ramena su opuštena, pete skupljene, a glava je postavljena u položaju frankfurtske horizontale. Vodoravni krak antropometra spušta se na točku *vertex* tako da pranja na tjeme, ali ne pritišće (Mišigoj-Duraković, Matković i Medved, 1995). Rezultat se izražava u centimetrima s točnošću očitavanja od 0,1 cm.

**Tjelesna masa (ATT)** – mjeri se medicinskom (decimalnom vagon s pomičnim utegom), u ovom istraživanju digitalnom vagon OMRON BF-511. Vaga se postavlja na tvrdi i ravni



podlogu. Ispitanici bosi i u kratkim hlačicama staju na vagu, uspravnog držanja. Rezultat se izražava u kilogramima s točnošću očitavanja od 0,1 kg.

- **Motorički testovi za procjenu brzine trčanja:**
  1. trčanje na 100 m – **M100m**
  2. trčanje na 20 m iz niskog starta – **MTNS20m**
  3. trčanje na 20 m iz letećeg starta – **MTLS20m**.

### **Trčanje na 100 m (M100m)**

Opis testa: motorički test služi za procjenu brzine trčanja. Test se provodi na atletskoj stazi koja zadovoljava atletska pravila prema Međunarodnoj atletskoj federaciji (IAAF). Staza ima iscrtane startnu i ciljnu liniju u dužini od 100 metara. Na ciljnu ravninu postavlja se jedan par fotočelija BROWER Timing System, dok se iza startne linije postavlja elektronski startni blok (OMEGA) koji se spaja na startni pištolj. Sustav se sastoji od baze elektronskog mjernog instrumenta i osobnog računala.

Ispitanik na zapovijedi (na mjesta, pozor) startera zauzima startnu poziciju te kreće na zvuk pucnja startnog pištolja. Maksimalnom brzinom pretrčava dionicu od 100 m. Elektronski mjerni instrument bilježi rezultat ispitanika. Zadatak se ponavlja dva puta s razmakom mjerenja od jednog dana. Rezultat se registrira u stotinkama sekunde, a bilježi se bolji postignut rezultat. Ispitanici su mjereni u danima bez kiše i jakog vjetera ( $\pm 2\text{m/s}$ ). Mjerenja su proveli osposobljeni i stručni mjeritelji. U ovom testu bit će razmatran samo krajnji rezultat, odnosno vrijeme potrebno za istrčati dionicu od 100 m. Ispitanik trči u sportskoj obući i odjeći (kratke hlače ili tajice i kratka majica).

### **Trčanje na 20 metara iz niskog starta (MTNS20m)**

Opis testa: motorički test služi za procjenu brzine trčanja starta i startnog ubrzanja. Test se provodio u sportskoj dvorani duljine 46 metara, na ravnoj i tvrdoj podlozi (parketu). Dionica je duljine 20 metara, omeđena startnom i ciljnom linijom, a za provedbu testa potrebno je minimalno 35 metara. Startni blok je postavljen iza startne linije, a postavljali su ga ispitanici u za njih povoljan položaj (postavljanje papučica startnog bloka). Na startnoj liniji postavljena je startna čelija koja aktivira početak mjerenja onog trenutka u kojem ispitanik rukama napušta podlogu na startu. Par fotočelija BROWER Timing System postavljen na ciljnoj liniji bilježi

krajnji rezultat u testu. Uzduž cijele dionice postavljen je optički sustav OPTO JUMP, koji daje informacije pripadajućem softveru na računalu o kinematičkim mjerama u testu.

Ispitanik stoji iza startnog bloka te na znak startera „na mjesta“ ulazi u startni blok u položaj niskog starta tako da je palac desne ruke postavljen na snop startne fotoćelije koja se aktivira nakon podizanja palca (ruke) od podloge. Nakon startne zapovijedi „pozor“ i startnog znaka ispitanik ima zadatak pretrčati zadanu dionicu najbrže što može. Zadatak se ponavlja dva puta s najkraćim intervalom odmora između izvođenja od 15 minuta. U obzir se uzima bolji postignut rezultat u testu. Ispitanik trči u sportskoj obući i odjeći (kratke hlače ili tajice i kratka majica).

Uz konačan rezultat postignut u testu, za potrebe istraživanja utvrđeni su sljedeći parametri (vremenski i kinematički):

### **MTNS20m**

**T** – vrijeme, rezultat trčanja na 20 m izražen u sekundama (s)

**v** – prosječna brzina kretanja izražena u metrima u sekundi (m/s)

**DK** – prosječna dužina koraka izražena u metrima (m)

**FK** – prosječna frekvencija koraka izražena u koracima u sekundi (k/s)

**TK** – prosječno trajanje kontakata izraženo u milisekundama (ms)

**TL** – prosječno trajanje leta izraženo u milisekundama (ms)

**BR** – broj koraka (n).

### **Trčanje na 20 metara iz letećeg starta (MTLS20m)**

Opis testa: motorički test služi za procjenu brzine trčanja. Test se provodio u sportskoj dvorani duljine 55 metara (dijagonala), na ravnoj i tvrdoj podlozi (parketu). Dionica je duljine 20 metara, omeđena startnom i ciljnom linijom, a prije startne linije nalazi se dionica od 25 metara koja služi za start i startno ubrzanje (ukupno 45 metara). Za provedbu testa potrebna je duljina od minimalno 55 metara. Na startnoj i ciljnoj liniji postavljen je par fotoćelija BROWER Timing System koje mjere početak i kraj trčanja na obilježenoj dionici od 20 metara. Uzduž cijele dionice (obilježenih 20 m) postavljen je optički sustav OPTO JUMP, koji daje informacije pripadajućem softveru na računalu o kinematičkim mjerama.

Ispitanik stoji 25 metara udaljen od startne linije u poziciji visokog starta. Proizvoljno starta te pokušava maksimalno brzo pretrčati dionicu od 45 metara. Presijecanjem snopa fotoćelija bilježi početak vremena te na ciljnoj liniji kraj vremena. Zadatak se ponavlja dva puta s najkraćim intervalom odmora između izvođenja od 15 minuta. U obzir se uzima bolji postignut rezultat u testu. Ispitanik trči u sportskoj obući i odjeći (kratke hlače ili tajice i kratka majica).

Uz konačan rezultat postignut u testu, za potrebe istraživanja utvrđeni su sljedeći parametri (vremenski i kinematički):

### **MTNS20m**

**T** – vrijeme, rezultat trčanja na 20 m izražen u sekundama (s)

**v** – prosječna brzina kretanja izražena u metrima u sekundi (m/s)

**DK** – prosječna dužina koraka izražena u metrima (m)

**FK** – prosječna frekvencija koraka izražena u koracima u sekundi (k/s)

**TK** – prosječno trajanje kontakata izraženo u milisekundama (ms)

**TL** – prosječno trajanje leta izraženo u milisekundama (ms)

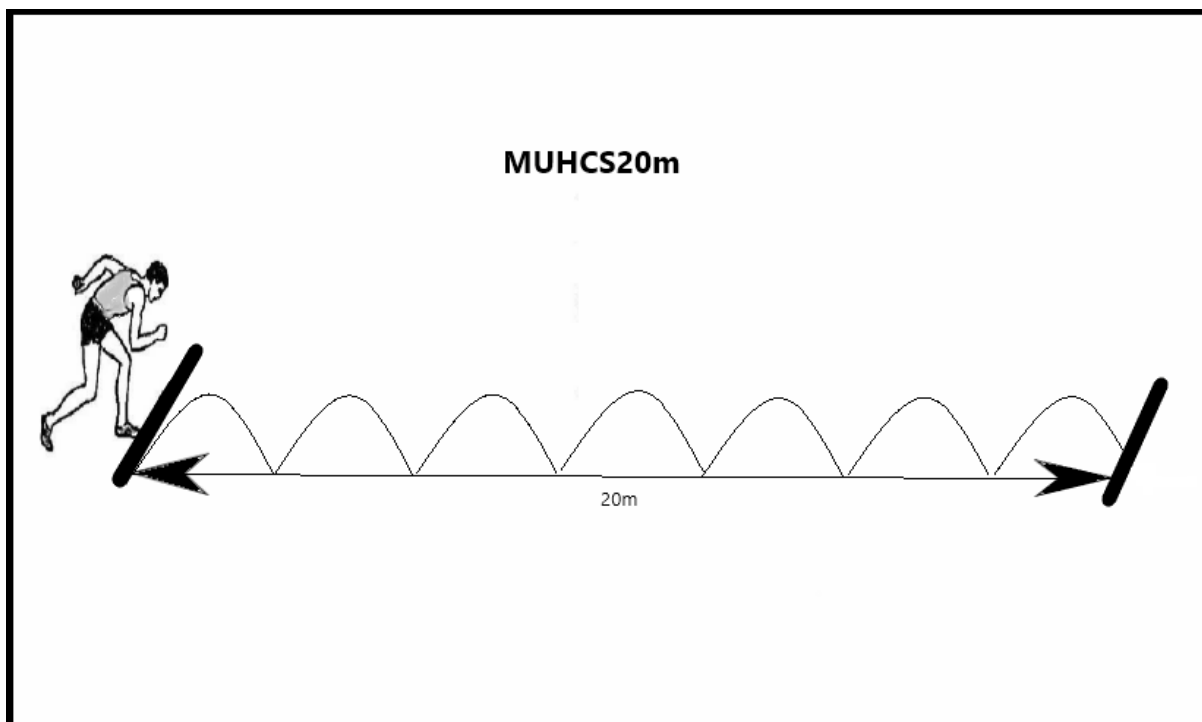
**BR** – broj koraka (n).

### **Unilateralni horizontalni ciklički skokovi na 20 m (MUHCS20m)**

S obzirom da u stručnoj i znanstvenoj publikaciji nije pronađen podatak o korištenju ovog motoričkog testa za procjenu eksplozivne jakosti nogu, test je potrebno standardizirati te se opis testa nalazi u Tablici 1. Navedene su mogućnosti mjerenja terenskog i laboratorijskog načina. Jednostavan način je uz uporabu ravne i tvrde podloge u dužini od 30 m te označene dionice od 20 m, štoperice i bilo kojeg pomagala za označavanje starta. U drugoj, kompleksnijoj varijanti koriste se pomagala poput optičkih sustava OPTO JUMP ili kontaktnih sagova, fotoćelija i računala s pripadajućim softverima, koji omogućuju smanjenu pogrešku mjerenja te uvid u određene kinematičke parametre prilikom izvođenja zadatka. U jednom od sljedećih poglavlja bit će prikazane interne metrijske karakteristike (pouzdanost, homogenost, osjetljivost) novo standardiziranog mjernog instrumenta.

Tablica 1. Prikaz standardizacije motoričkog testa MUHCS20m

<b>Test: unilateralni horizontalni ciklički skokovi 20 m</b>	
<b>ŠIFRA TESTA</b>	MUHCS20m
<b>PREDMET MJERENJA</b>	Eksplozivna jakost nogu (elastična snaga)
<b>POTREBNA OPREMA</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Laboratorijski: Ravna i tvrda staza minimalne duljine 30 m i širine 1 m, označena startnom i ciljnom linijom u dužini od 20 metara, fotočelije BROWER Timing System, OPTOJUMP- Microgate optički sustav postavljen uz cijelu dužinu dionice 20 m te računalo i pripadajući softverski programi, startni uređaj.</li> <li>2. Terenski: Ravna i tvrda staza minimalne duljine 30 m i širine 1 m, označena startnom i ciljnom linijom u dužini od 20 metara, štoperica, startni uređaj.</li> </ol>
<b>OPIS IZVEDBE TESTA</b>	Ispitanik stoji u poziciji visokog starta odraznom nogom bliže startnoj liniji. Zadatak počinje odrazom prednje noge i naizmjeničnim zamahom rukama (ne suručnim) nakon znaka mjeritelja „pripremi“ i znaka za start. Zadana dionica prelazi se skokovima na jednoj nozi u što kraćem vremenu. Kriterij za ispravnost izvedenih skokova je prelazak zadane dionice do ciljne linije skaćući samo na odraznoj nozi, nakon startnog znaka uz naizmjenični zamah rukama. Test se izvodi tri puta dominantnom nogom uz potpuni oporavak između ponavljanja u trajanju od 15 minuta.
<b>UPUTA ISPITANIKU</b>	Zadatak se demonstrira i objašnjava: „Ovo je test kojim se procjenjuje eksplozivna jakost nogu. Vaš zadatak je prijeći dionicu od 20 m unilateralnim skokovima (ista noga) u što kraćem vremenu iz pozicije visokog starta, odražavajući se samo prednjom nogom u startnoj poziciji nakon zapovijedi „na mjesta“ i znaka za start, tako da koristite naizmjenični zamah rukama (kao kod trčanja) te pokušate naći najpovoljniji omjer između dužine i frekvencije skoka u cilju postizanja što veće brzine kretanja.
<b>ODREĐIVANJE REZULTATA</b>	Rezultat predstavlja vrijeme potrebno za prijeći dionicu 20 m unilateralnim horizontalnim cikličkim skokovima. Zadatak se izvodi tri puta. U varijanti kada se koristi dodatna oprema, uz krajnji rezultat izražavaju se kinematičke mjere poput dužine i frekvencije koraka, brzine kretanja, broj koraka i dr.) Rezultat se izražava u desetinkama sekunde.



**Slika 3.** Prikaz izvođenja motoričkog testa MUHCS20m

Za potrebe istraživanja u radu upotrijebljen je optički sustav za mjerenje OPTOJUMP – Microgate Italy, zbog uvida u kinematičke parametre u izvedbi unilateranih horizontalnih cikličkih skokova na 20 m.

**Opis testa:** test je proveden u sportskoj dvorani na tvrdoj i ravnoj podlozi (parket) duljine 46 metara na kojoj je označena dionica od 20 metara startnom i ciljnom linijom širine 1,2 metra. Na ciljnoj liniji postavljen je par fotočelija BROWER Timing System koje mjere kraj vremena potrebnog za izvršenje zadatka kada ispitanik prođe svjetlosni snop. Uz stazu od 20 metara postavljen je optički sustav OPTOJUMP koji mjeri kinematičke parametre skokova te ih prenosi na softver računala.

Ispitanik stoji u poziciji visokog starta iza startne linije. Zadatak počinje odrazom prednje noge i naizmjeničnim zamahom rukama (ne suručnim) nakon znaka mjeritelja „pripremi“ i znaka za start te dionicu prelazi skokovima na jednoj nozi u što kraćem vremenu (Slika 4.). Početak mjerenja počinje nakon startnog znaka mjeritelja koji ručno pokreće vrijeme pritiskom odgovarajuće tipke na tipkovnici računala. Ispravnost izvedenih skokova treba zadovoljiti osnovne kriterije: krenuti nakon startnog znaka i završiti zadatak do ciljne linije skačući samo na jednoj nozi uz naizmjenični zamah rukama. Test se izvodi lijevom i desnom, onosno

dominatnom i nedominatnom nogom. Zadatak se ponavlja 2 puta lijevom i desnom nogom te s minimalnim intervalom odmora od 15 min. U obzir se uzima bolji postignut rezultat u testu. Ispitanik izvodi zadatak u odgovarajućoj sportskoj obući i odjeći (kratke hlače ili tajice i kratka majica).



**Slika 4.** Prikaz izvođenja testa MUHCS20m

Kasnije u obradi podatka za daljnju analizu u obzir su uzeti samo rezultati ispitanika koji su zadovoljili unaprijed postavljen kriterij. Kriterij za ispravnost izvršenog motoričkog zadatka bio je vezan za kinematičku mjeru prosječnog trajanja kontakta (TK) stopala prilikom skokova. Svi oni ispitanici (rezultati) koji su imali vrijednost prosječnog trajanja kontakta stopala s podlogom  $\leq 250$  milisekundi u motoričkom testu, zadovoljili su osnovni kriterij te su njihovi rezultati podvrgnuti daljnjoj obradi i interpretaciji.

Uz konačan rezultat postignut u testu, za potrebe istraživanja utvrđeni su sljedeći parametri (vremenski i kinematički):

**MUHCS20m**

**T** – vrijeme, rezultat trčanja na 20 m izražen u sekundama (s)

**v** – prosječna brzina kretanja izražena u metrima u sekundi (m/s)

**DK** – prosječna dužina koraka izražena u metrima (m)

**FK** – prosječna frekvencija koraka izražena u koracima u sekundi (k/s)

**TK** – prosječno trajanje kontakata izraženo u milisekundama (ms)

**TL** – prosječno trajanje leta izraženo u milisekundama (ms)

**BR** – broj koraka (n).

### 4.3 Materijal i instrumenti

Za potrebe provođenja eksperimenta korišteni su:

- atletska staza – stadion „Mladost“ u dužini dionice od 100 metara, označenu prema pravilima IAAF-a
- elektronski startni blok OMEGA
- startni pištolj
- fotoćelije BROWER Timing Systems, USA – 2 para
- optički mjerni sustav OPTOJUMP, Microgate, Italy – u dužini od 22 metra
- startna ćelija
- trake za označavanje startne i ciljne linije širine 5 centimetara
- antropometar
- digitalna vaga OMRON BF-511, Omron Corporation, Japan
- sportska dvorana Ekonomskog fakulteta u duljini od 55 metara (dijagonala)
- računalo s pripadajućim softverima – BRZ i OPTOJUMP.

#### 4.4 Protokol eksperimenta

Prije provedbe osnovnog istraživanja bilo je potrebno standardizirati motorički test i utvrditi njegove interne metrijske karakteristike. Na nastavi na Kineziološkom i Ekonomskom fakultetu prikupljen je uzorak od 31 ispitanika (sportaša) kojima je objašnjen protokol i svrha istraživanja te dogovoren termin za provođenje mjerenja u sportskoj dvorani Ekonomskog fakulteta u Zagrebu. U prijepodnevnim satima mjeritelji i pomoćnici postavili su potrebnu opremu (OPTOJUMP optički sustav s elektronskim fotočelijama, računalo, digitalna vaga i antropometar) te označili dionicu od 20 metara. Ispitanicima je u dvorani ponovo objašnjen zadatak te podijeljen obrazac koji su ispitanici potpisali kao suglasnost za sudjelovanje u eksperimentu. Najprije su im izmjerene tjelesna visina i tjelesna masa te su ispitanici napravili pripremu koja se sastojala od cikličkog zagrijavanja, vježbi istezanja i razgibavanja. Nakon toga, dva puta je demonstriran zadatak koji su ispitanici trebali izvršiti. Mjerio se krajnji rezultat izvedbe u motoričkom testu unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova na 20 m, po tri puta. Razmak između mjerenja iznosio je oko 20 minuta u kojem su ispitanici održavali spremnost vježbama istezanja i laganim trčanjem. Prikupljeni podaci obrađeni su statističkim postupcima koji su pokazali zadovoljavajuće interne mjerne karakteristike motoričkog testa (pouzdanost, osjetljivost, homogenost), što je omogućilo pretpostavku za nastavak istraživanja problema ovog rada.

Nakon završene prve faze, pristupilo se prikupljanju ispitanika, održano je nekoliko kratkih sastanaka s potencijalnim ispitanicima kojima je objašnjena svrha eksperimenta te što se očekuje od ispitanika. Ispitanici koji su pristali sudjelovati u eksperimentu potpisali su suglasnost te su grupirani u tri grupe po četrdesetak studenata radi lakše provedbe mjerenja. Zbog vremenskih prilika najprije se pristupilo mjerenju motoričkog testa trčanja na 100 m. Mjerenje je realizirano na atletskom stadionu „Mladost“ u trajanju od tjedan dana. Mjeritelji i pomoćnici pripremili su potrebne instrumente (startni blok, fotočelije, startni uređaj, računalo i dr.) prije nego su ispitanici došli na mjesto testiranja. Prije samog provođenja testa ispitanici su napravili pripremu zagrijavanjem, laganim trčanjem u dužini od 1200 metara (3 kruga na atletskoj stazi), vježbama razgibavanja i istezanja, vježbama škole trčanja te ubrzanjima. Tada im je još jednom objašnjen protokol testa. Svaki od studenta dobio je naljepnicu s brojem pod kojim su se bilježili postignuti rezultati radi kasnije obrade i analize podataka. Ispitanici su na zapovijedi startera ulazili u blok te na startni znak startali maksimalno brzo (protokol testa opisan je u ovom poglavlju). Nakon uspješno istrčane dionice od 100 m ispitanici su bili gotovi za taj dan. S obzirom da zadatak treba ponoviti dva puta s minimalnim razmakom od jednog



dana, ispitanici su sljedeći dan ponovili zadatak prema istom protokolu. Ispitanici su mjereni u danima bez kiše i jakog vjetrova ( $\pm 2\text{m/s}$ ). Mjerenja su proveli osposobljeni i stručni mjeritelji.

Kroz sljedeće tjedne postupci mjerenja motoričkih testova **MTNS20m**, **MTLS20m**, **MUHCS20m** održavali su se u sportskoj dvorani Ekonomskog fakulteta u Zagrebu u prijednevima. Prema ranije formiranim grupama (30-ak ispitanika), za ovaj dio eksperimenta ispitanici su u istom danu odradili sve preostale motoričke testove, svaka grupa jedan vikend. Prije izvođenja motoričkih testova studentima je izmjerena tjelesna visina antropometrom i tjelesna masa digitalnom vagom. Po završetku uzimanja morfoloških mjera ispitanici su odlazili na pripremu, odnosno zagrijavanje laganim trčanjem, vježbama istezanja, razgibavanja, vježbama škole trčanja i ubrzanjima. Osposobljeni mjerioci i pomoćnici pripremili su sve potrebno za provedbu mjerenja u motoričkim zadacima (dionice označene linijama, postavljen optički sustav OPTOJUMP, računalo, fotoćelije i dr.) Prije izvođenja svakog motoričkog testa, ispitanicima je zadatak demonstriran uz detaljne upute. Unilateralni horizontalni ciklički skokovi na 20 m bili su prvi zadatak koji su ispitanici izvodili dva puta lijevom i dva puta desnom nogom, a najkraći interval odmora bio je 15-tak minuta između ponavljanja. Zatim su prema prethodno objašnjenim protokolima realizirani motorički testovi trčanja na 20 m iz niskog starta i trčanja na 20 m iz letećeg starta koji su također ponavljani 2 puta. U fazi čekanja na izvođenje zadatka, ispitanici su aktivno odmarali uz vježbe istezanja i laganog trčanja, održavajući spremnost organizma na zahtjeve testiranja.

U obzir su uzimani samo bolji rezultati postignuti u pojedinim motoričkim zadacima, a naknadno su kao rezultati u testu MUHCS20m postavljeni skokovi dominantnom i nedominantnom nogom, uz pretpostavku da je bolji rezultat ujedno značio izvođenje zadatka dominantnom nogom. Kako je već ranije u uvodu spomenuto, postoje brzi i spori skokovi, a sprintersko trčanje zapravo čine brzi skokovi kod kojih faza (vrijeme) kontakta s podlogom traje manje od 250 milisekundi. Upravo iz tog razloga kao kriterij koji je razlikovao ispravnost izvođenja unilateralnih skokova postavljeno je prosječno vrijeme trajanja kontakta s podlogom (TK) manje ili jednako 250 ms kod izvođenja zadatka dominantnom nogom. Iz daljnjih analiza izuzeti su svi ispitanici i njihovi rezultati koji u testu MUHCS20m nisu zadovoljili kriterij prosječnog trajanja kontakta između stopala i podloge manje ili jednako 250 milisekundi. Rezultate ispitanika u svim testovima prikupili su educirani mjeritelji s Fakulteta za šport iz Ljubljane te educirani kineziolozi, koji su kasnije filtrirani, obrađeni i analizirani od strane autora istraživanja.

#### 4.5 Metode obrade podataka

Za sve rezultate u istraživanju izračunati su osnovni deskriptivni parametri, a normalnost distribucije testirana je Kolmogorov-Smirnovljevim testom na razini značajnosti  $p \leq 0,05$ . Interne metrijske karakteristike testa unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova na 20 m prikazane su Cronbachorovim, Spearman-Brownovim i Kaiser-Caffreyevim koeficijentom pouzdanosti, homogenost prosječnom korelacijom među česticama, a osjetljivost putem standardne devijacije, varijance, Skewnes i Kurtosis vrijednosti. Prognostička valjanost motoričkog testa unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova na 20 m u odnosu na testove za procjenu startnog ubrzanja i maksimalne brzine trčanja te rezultata na 100 m utvrđena je jednostavnom regresijskom analizom. Za utvrđivanje relacija između kinematičkih parametara unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova na 20 m i kinematičkih parametara te postignuća trčanja na 20 m iz niskog starta, trčanja na 20 m iz letećeg starta i trčanja na 100 m korištena je višestruka regresijska analiza. Za utvrđivanje razlika u postignućima i kinematičkim parametrima unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova na 20 m u izvedbi dominantnom i nedominantnom nogom korišten je Studentov t-test za zavisne uzorke normalno distribuiranih varijabli te Sign test za zavisne uzorke varijabli čiji su rezultati značajno odstupali od normalne distribucije. Rezultati su obrađeni programskim paketom Statistica 13.0 na razini značajnosti  $p \leq 0,05$ .

Prilikom istraživanja poštivani su svi bioetički standardi i principi prema utemeljenim znanstvenim standardima odobrenim od Etičkog povjerenstva Kineziološkog fakulteta u Zagrebu.

## 5. REZULTATI

### 5.1 Interne metrijske karakteristike motoričkog testa MUHCS20m

Za potrebe analize te uvida u interne metrijske karakteristike novog motoričkog testa unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova 20 m izračunati su deskriptivni pokazatelji varijabli na uzorku od 31 muškog ispitanika prosječne dobi  $20,61 \pm 1,96$  godina, prosječne tjelesne visine  $185,16 \pm 7,19$  centimetara te prosječne tjelesne mase  $79,48 \pm 9,23$  kilograma. Prikazani su sljedeći parametri: aritmetička sredina (AS), standardna devijacija (SD), minimum i maksimum rezultata (Min i Max), skewness (Skew), kurtosis (Kurt), varijanca (V), Kolmogorov-Smirnovljev test normalnosti distribucije rezultata na razini  $p \leq 0,05$  (max D) (tablica 2 te grafovi 1, 2, 3 i 4).

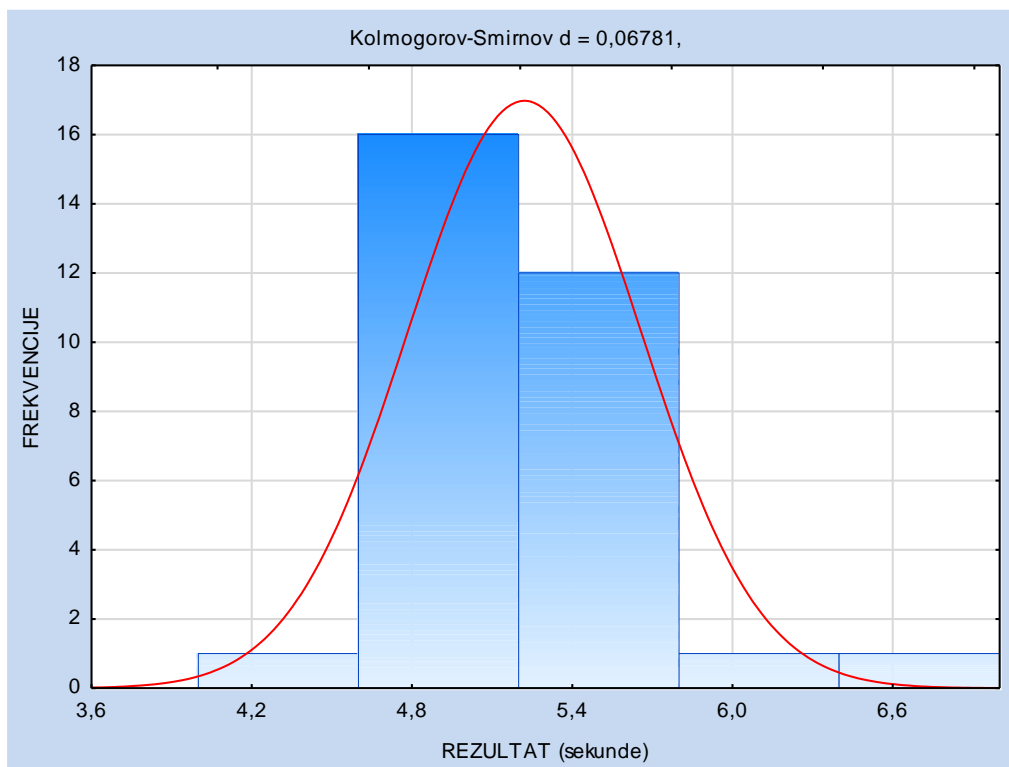
**Tablica 2.** Deskriptivni pokazatelji čestica testa MUHCS20m

N=31	AS	Min	Max	V	SD	Skew	Kurt	max D
MUHCS20m1(s)	5,22	4,39	6,63	0,19	0,44	1,13	2,62	0,07
MUHCS20m2 (s)	5,08	4,38	6,35	0,16	0,40	0,84	2,42	0,05
MUHCS20m3 (s)	5,10	4,19	6,52	0,20	0,44	0,83	2,74	0,04
MUHCS20m AS	5,14	4,32	6,50	0,17	0,41	1,09	3,35	0,10

**K-S<sub>0,05</sub>=0,24**

**Legenda:** N- broj ispitanika, AS- aritmetička sredina, Min- minimalni rezultat, Max- maksimalni rezultat, V- varijanca, SD- standardna devijacija, Skew- skewness (koeficijent asimetričnosti), Kurt- kurtosis (koeficijent zakrivljenosti), MUHCS20m1- 1. mjerenje unilateralni horizontalni ciklički skokovi 20m, MUHCS20m2 - 2. mjerenje unilateralni horizontalni ciklički skokovi 20m, MUHCS20m3- 3. mjerenje unilateralni horizontalni ciklički skokovi 20m, MUHCS20m AS- aritmetička sredina 3 mjerenja testa unilateralni horizontalni ciklički skokovi 20m, max D- maksimalno odstupanje relativne kumulativne empirijske frekvencije od relativne teoretske frekvencije

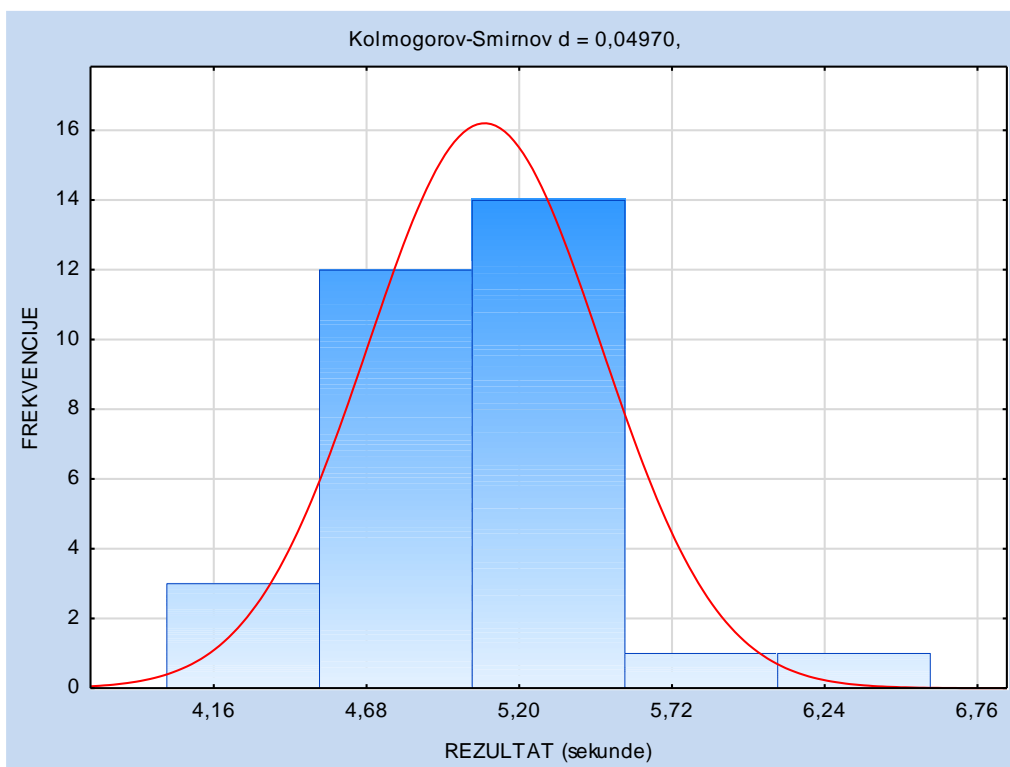
Prosječan rezultat ispitanika na testu MUHCS20m za 1. mjerenje iznosi  $AS = 5,22 \pm 0,44$  sekunde. Najbrži rezultat ispitanika na testu MUHCS20m za 1. mjerenje je 4,39 sekundi, a najsporiji 6,63 sekunde. Asimetričnost distribucije je pozitivna (Skew= 1,13). Ispitanici koji imaju iznadprosječni rezultat su udaljeniji od prosjeka uzorka od ispitanika koji imaju ispodprosječni rezultat. Distribucija rezultata je homogena (Kurt= 2,62, Varijanca= 0,19). Distribucija rezultata na testu unilateralni horizontalni ciklički skokovi 20 m za prvo mjerenje ne odstupa značajno od normalne distribucije (max D= 0,07) na što ukazuje i grafički prikaz (Graf 1).



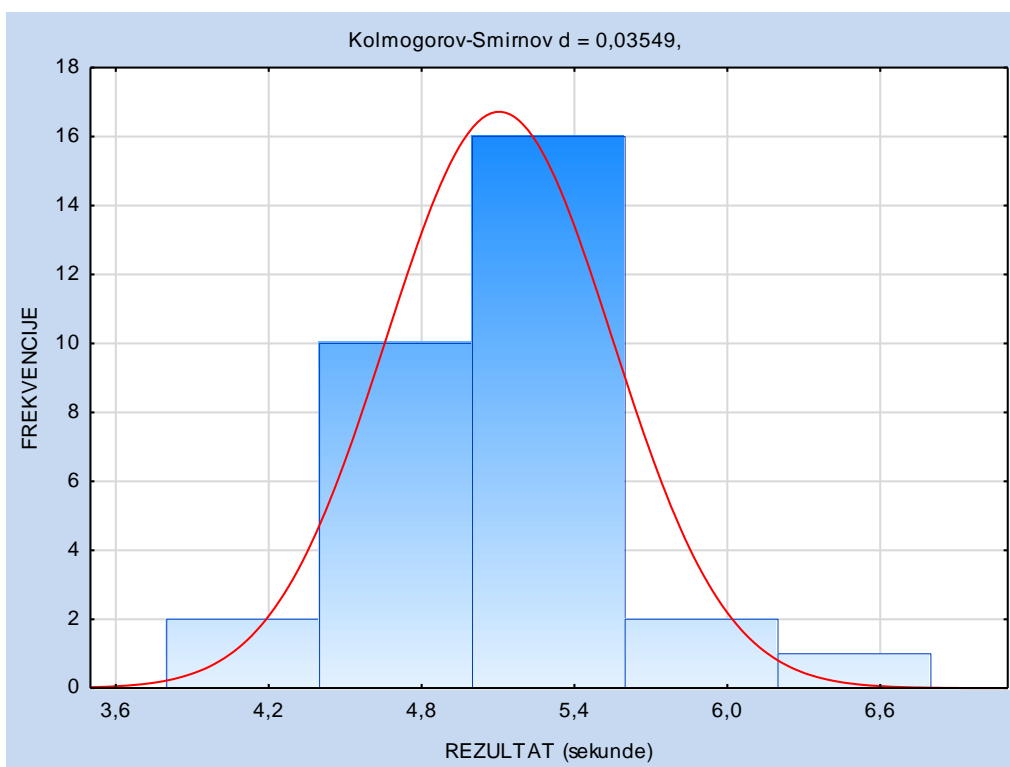
**Graf 1.** Distribucija rezultata 1. mjerenja u testu MUHCS20m

Prosječan rezultat ispitanika na MUHCS20m za 2. mjerenje je  $AS = 5,08 \pm 0,40$  sekundi. Najbrži rezultat ispitanika na testu unilateralni horizontalni ciklički skokovi na 20 m za 2. mjerenje je 4,38 sekundi, a najsporiji 6,35 sekundi. Asimetričnost distribucije je pozitivna (Skew= 0,84). Ispitanici koji imaju iznadprosječni rezultat su udaljeniji od prosjeka uzorka od ispitanika koji imaju ispodprosječni rezultat. Distribucija je homogena (Kurt= 2,62, Varijanca= 0,16). Distribucija rezultata na testu MUHCS20m u 2. mjerenju ne odstupa značajno od normalne distribucije (max D= 0,05), prikaz na Grafu 2.

Prosječan rezultat ispitanika na testu MUHCS20m na 20 m za 3. mjerenje je  $AS = 5,10 \pm 0,44$  sekunde. Najbrži rezultat ispitanika na testu unilateralni horizontalni ciklički skokovi na 20 m za 3. mjerenje je 4,19 sekundi, a najsporiji 6,52 sekunde. Asimetričnost distribucije je pozitivna (Skew= 0,83). Ispitanici koji imaju iznadprosječni rezultat su udaljeniji od prosjeka uzorka od ispitanika koji imaju ispodprosječni rezultat. Distribucija je homogena (Kurt= 2,74, Varijanca= 0,20). Graf 3 i Tablica 2 prikazuju distribuciju rezultata na testu MUHCS20m za 3. mjerenje koja ne odstupa značajno od normalne distribucije (max D= 0,04).

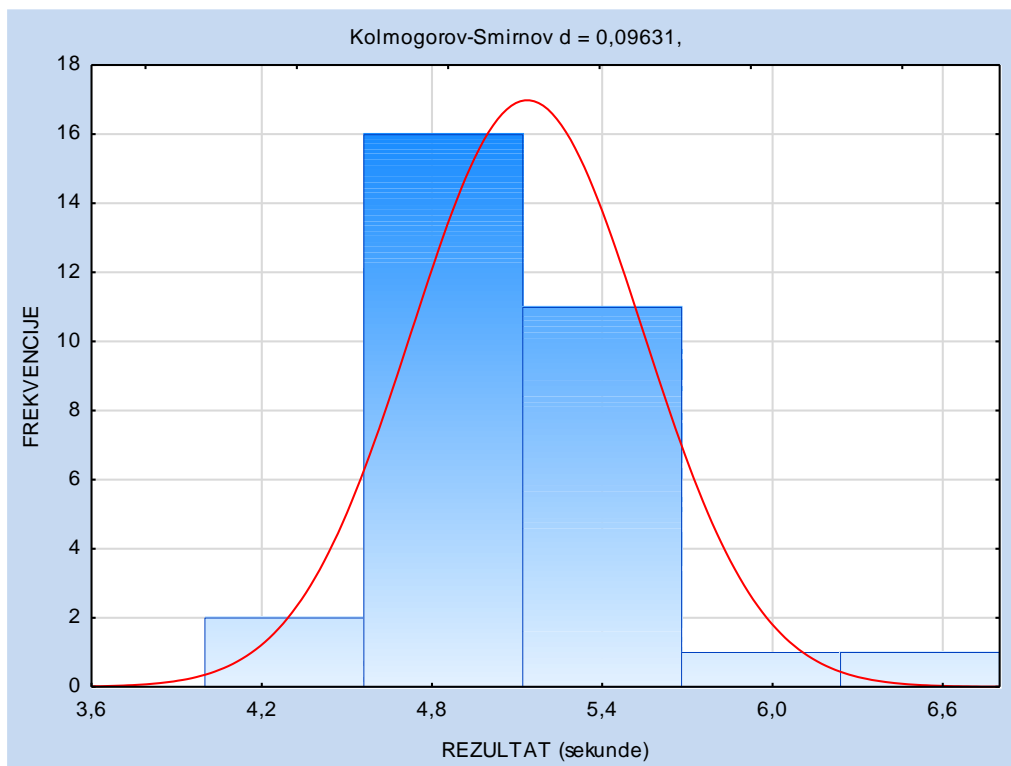


**Graf 2.** Distribucija rezultata 2. mjerenja u testu MUHCS20m



**Graf 3.** Distribucija rezultata 3. mjerenja na testu MUHCS20m

Prosječan rezultat ispitanika na testu MUHCS20m AS 20 m u sva tri mjerenja iznosi  $AS = 5,14 \pm 0,41$  sekundi. Najbrži prosječni rezultat sva tri mjerenja je 4,32 sekunde, a najsporiji 6,50 sekundi. Asimetričnost distribucije je pozitivna (Skew= 1,09). Ispitanici koji imaju iznadprosječni rezultat su udaljeniji od prosjeka uzorka od ispitanika koji imaju ispodprosječni rezultat. Distribucija rezultata je homogena (Kurt= 3,35, Varijanca= 0,17). Grafički prikaz (Graf 4) i vrijednosti K-S testa ukazuju da prosječne vrijednosti rezultata u sve tri čestice mjerenja ne odstupaju značajno od normalne distribucije (max D= 0,10).



**Graf 4.** Distribucija rezultata aritmetičke sredine sva tri mjerenja na testu MUHCS20m

U tablici 3 prikazani su koeficijenti matrice korelacija. Iz prikaza rezultata može se zaključiti kako postoji statistički značajna snažna pozitivna korelacija ( $r = 0,874$ ) između rezultata prvog i drugog mjerenja unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova 20 m, kao što postoji statistički značajna snažna pozitivna korelacija ( $r = 0,848$ ) između rezultata prvog i trećeg mjerenja unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova 20 m te najviša pozitivna korelacija drugog i trećeg mjerenja ( $r = 0,906$ ).

**Tablica 3.** Matrica korelacija ponovljenih mjerenja motoričkog testa MUHCS20m

VAR	MUHCS20m1 (s)	MUHCS20m2 (s)	MUHCS20m3 (s)
MUHCS20m1 (s)	1,000		
MUHCS20m2 (s)	<b>0,874</b>	1,000	
MUHCS20m3 (s)	<b>0,848</b>	<b>0,906</b>	1,000

**Legenda:** MUHCS20m1- 1. mjerenje unilateralni horizontalni ciklički skokovi 20m, MUHCS20m2 - 2. mjerenje unilateralni horizontalni ciklički skokovi 20m, MUHCS20m3- 3. mjerenje unilateralni horizontalni ciklički skokovi 20m, statistički značajne vrijednosti na razini značajnosti  $p \leq 0,05$  otisnute su crvenim masnim brojevima

**Tablica 4.** Koeficijenti pouzdanosti kompozitnog mjernog instrumenta unilateralni horizontalni cikličkih skokovi 20 m

N=31	AS= 15,41 SD= 1,22 Cronbach $\alpha$ = 0,953 Spearman-Brown= 0,955 Kaiser- Cafferey $\alpha$ = 0,955 $\bar{r}$ = 0,878				
	Mean if deleted	Var. if deleted	SD. if deleted	Itm-Totl Correl.	Alpha if deleted
MUHCS20m1	10,19	0,65	0,81	0,88	0,95
MUHCS20m2	10,33	0,69	0,83	0,93	0,92
MUHCS20m3	10,30	0,63	0,79	0,90	0,93

**Legenda:** MUHCS20m1- 1. mjerenje unilateralni horizontalni ciklički skokovi 20m, MUHCS20m2 - 2. mjerenje unilateralni horizontalni ciklički skokovi 20m, MUHCS20m3- 3. mjerenje unilateralni horizontalni ciklički skokovi 20m, Cronbach  $\alpha$ -Cronbachov koeficijent pouzdanosti, Spearman-Brown- Spearman-Brownov koeficijent pouzdanosti, Kaiser-Cafferey  $\alpha$ -Kaiser-Caffereyev koeficijent pouzdanosti, AS- aritmetička sredina, SD- standardna devijacija,  $\bar{r}$ - prosječna korelacija između čestica, Mean if deleted- prosječni rezultat u testu ako se izuzme navedena čestica, Var. if deleted- varijanca u testu ako se izuzme navedena čestica, SD- standardna devijacija u testu ako se izuzme navedena čestica, Itm-Totl Correl.-, Alpha if deleted- koeficijent pouzdanosti testa nakon izostavljanja navedene čestice

Pouzdanost 3 ponovljena mjerenja unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova 20 metara utvrđena je kondenzacijom rezultata na tri načina: jednostavnom linearnom kombinacijom originalnih rezultata (Chronbach  $\alpha$ ), jednostavnom linearnom kombinacijom standardiziranih rezultata (Spearman-Brown) te kondenzacijom rezultata prvom glavnom komponentom (Kaiser-Cafferey  $\alpha$ ). S obzirom da programski paket Statistica automatski ne izračunava Kaiser-Cafferey koeficijent pouzdanosti, potrebno je izračunati prvu svojstvenu vrijednost (eigenvalue) kondenzacijom čestica na prvu glavnu komponentu te ju uvrstiti u formulu za izračunavanje Kaiser-Cafferey  $\alpha$  (Dizdar, 2006). Prosječan rezultat tri ponovljena mjerenja iznosi AS= 15,41  $\pm$  1,22 sekunde, dok rezultati pouzdanosti (Tablica 4) ukazuju kako kompozitni mjerni instrument ima visoku pouzdanost (Chronbach  $\alpha$  = 0,953, Spearman-Brown = 0,955 i Kaiser-Cafferey  $\alpha$  = 0,955). Ispitanici koji su imali natprosječan rezultat u jednom

mjerenju imali su natprosječan rezultat i u ostala 2 mjerenja. Prosječna korelacija među česticama iznosi  $\bar{r}= 0,88$  što ukazuje na homogenost mjernog instrumenta. U donjem dijelu tablice nalaze se rezultati pouzdanosti po česticama te vrijednosti aritmetičke sredine, varijance, standardne devijacije, korelacija navedene čestice s jednostavnom linearnom kombinacijom svih ostalih čestica, koeficijent pouzdanosti testa nakon izostavljanja pojedine čestice testa. Kako drugo i treće mjerenje ima višu korelaciju stoga i koeficijent pouzdanosti ima najvišu vrijednost kada se izuzme prva čestica mjerenja (Alpha if deleted= 0,95).

## 5.2 Povezanost rezultatskih postignuća u testu MUHCS20m s rezultatima u testovima MTNS20m, MTLN20m i M100m

Izračunati su osnovni deskriptivni parametri ispitanika u motoričkim testovima unilateralni horizontalni ciklički skokovi 20 m dominantnom nogom, unilateralni horizontalni ciklički skokovi 20 m nedominantnom nogom, trčanja 20 m iz niskog starta, trčanja 20 m iz letećeg starta i trčanja na 100 m. Zbog opisa uzorka izračunati su i deskriptivni parametri za dob, tjelesnu težinu i tjelesnu visinu ispitanika (tablica 5). Za sve varijable izračunata je aritmetička sredina (AS), standardna devijacija (SD), minimum i maksimum rezultata (Min i Max), skewness (Skew), kurtosis (Kurt), varijanca (V), Kolmogorov-Smirnovljev test normalnosti distribucije rezultata na razini  $p \leq 0,05$  (max D).

**Tablica 5.** Osnovni deskriptivni parametri rezultata u motoričkim testovima

N=118	AS	Min	Max	V	SD	Skew	Kurt	max D
<b>M100m (s)</b>	12,97	11,36	14,47	0,29	0,54	-0,10	1,13	0,08
<b>MTNS20m (s)</b>	3,43	3,13	3,74	0,02	0,12	-0,14	-0,13	0,04
<b>MTLN20m (s)</b>	2,36	2,06	2,72	0,01	0,10	-0,12	1,38	0,07
<b>MUHCS20m(s)</b>	4,41	3,70	5,25	0,10	0,32	0,30	-0,01	0,05
<b>MUHCSN20 (s)</b>	4,72	3,93	5,84	0,12	0,34	0,34	0,47	0,07

**K-S<sub>0,05</sub>=0,13**

**Legenda:** N- broj ispitanika, AS- aritmetička sredina, Min- minimalni rezultat, Max- maksimalni rezultat, V- varijanca, SD- standardna devijacija, Skew- skewness (koeficijent asimetričnosti), Kurt- kurtosis (koeficijent zakrivljenosti), M100m- trčanje 100 m, MTNS20m- trčanje 20 m iz niskog starta, MTLN20m- trčanje 20 m iz letećeg starta, MUHCS20m- unilateralni horizontalni ciklički skokovi 20 m dominantnom nogom, MUHCSN20m- unilateralni horizontalni ciklički skokovi 20 m nedominantnom nogom, max D- maksimalno odstupanje relativne kumulativne empirijske frekvencije od relativne teoretske frekvencije



Rezultati deskriptivne statistike prikazani u gore navedenoj tablici ispitanici su postigli u tri motorička testa s tim da su test unilateralni horizontalni ciklički skokovi 20 m izvodili dominantnom i nedominantnom nogom. Uzorak ispitanika sačinjavao je 118 student Kineziološkog fakulteta u Zagrebu prosječne starosti  $20,46 \pm 1,17$  godina, prosječne tjelesne visine  $179,68 \pm 6,42$  centimetra te prosječne tjelesne mase  $75,56 \pm 7,32$  kilograma.

Prosječan rezultat ispitanika na testu trčanje 100 m (M100m) iznosi  $12,97 \pm 0,54$  sekundi. Najbrži rezultat ispitanika na testu trčanje 100 m je 11,36 sekundi, a najsporiji 14,47 sekunde. Asimetričnost distribucije je negativna (Skewness = -0,10). Ispitanici koji imaju ispodprosječan rezultat su udaljeniji od prosjeka uzorka od ispitanika koji imaju iznadprosječan rezultat. Distribucija je homogena (Kurtosis= 1,13, Varijanca= 0,29). Prema Kolmogorov-Smirnovljevom testu rezultati u ovoj varijabli su normalno distribuirani (max D= 0,08).

Prosječan rezultat ispitanika na testu trčanje 20 m iz niskog starta (MTNS20m) je  $3,43 \pm 0,12$  sekunde. Najbrži rezultat ispitanika na testu trčanje 20 m iz niskog starta je 3,13 sekunde, a najsporiji 3,74 sekunde. Asimetričnost distribucije je negativna (Skewness = -0,14). Ispitanici koji imaju ispodprosječan rezultat su udaljeniji od prosjeka uzorka od ispitanika koji imaju iznadprosječan rezultat. Distribucija je heterogena (Kurtosis= -0,13, Varijanca= 0,02). Normalnost distribucije potvrđena je Kolmogorov-Smirnovljevom testom (max D= 0,04).

Prosječan rezultat ispitanika na testu trčanje 20 m iz letećeg starta (MTLS20m) je  $2,36 \pm 0,10$  sekunde. Najbrži rezultat ispitanika na testu trčanje 20 m iz letećeg starta je 2,06 sekundi, a najsporiji 2,72 sekunde. Asimetričnost distribucije je negativna (Skewness = -0,12). Ispitanici koji imaju ispodprosječan rezultat su udaljeniji od prosjeka uzorka od ispitanika koji imaju iznadprosječan rezultat. Distribucija je homogena (Kurtosis= 1,38, Varijanca= 0,01). Distribucija rezultata u ovom testu ne odstupa značajno od normalne (max D= 0,07).

Prosječan rezultat ispitanika na testu unilateralni horizontalni ciklički skokovi 20 m dominantnom nogom (MUHCSD20m) je  $4,41 \pm 0,32$  sekunde. Najbrži rezultat ispitanika na testu unilateralni horizontalni ciklički skokovi 20 m dominantnom nogom je 3,70 sekunde, a najsporiji 5,25 sekunde. Asimetričnost distribucije je pozitivna (Skewness = 0,30). Ispitanici koji imaju iznadprosječni rezultat su udaljeniji od prosjeka uzorka od ispitanika koji imaju ispodprosječni rezultat. Distribucija je homogena (Kurtosis= -0,01, Varijanca= 0,10). Prema Kolmogorov-Smirnovljevom testu rezultati u ovoj varijabli ne odstupaju značajno od normalne distribucije (max D= 0,05).

Prosječan rezultat ispitanika na testu unilateralni horizontalni ciklički skokovi 20 m nedominantnom nogom (MUHCN20m) je  $4,72 \pm 0,34$  sekunde. Najbrži rezultat ispitanika na testu unilateralni horizontalni ciklički skokovi 20 m nedominantnom nogom je 3,93 sekunde, a najsporiji 5,84 sekunde. Asimetričnost distribucije je pozitivna (Skewness= 0,34). tj. ispitanici koji imaju iznadprosječni rezultat su udaljeniji od prosjeka uzorka od ispitanika koji imaju ispodprosječni rezultat. Distribucija je homogena (Kurtosis= 0,47, Varijanca= 0,12). Normalnost distribucije potvrđena je Kolmogorov-Smirnovljevom testom (max D= 0,07).

U tablici 6 prikazane su vrijednosti korelacija između motoričkih testova M100m, MTNS20m, MTLs20m i MUHCSD20m. Svi motorički testovi pokazuju međusobno statistički značajnu pozitivnu korelaciju. Najviši koeficijent korelacije ( $r= 0,804$ ) prisutan je između rezultata testova MTLs20m i MTNS20m. Visoka statistički značajna pozitivna povezanost rezultata u testu M100m utvrđena je s testovima MTLs20m ( $r= 0,769$ ) i MTNS20m ( $r= 0,671$ ), dok najnižu korelaciju možemo uočiti između rezultata postignutim u testu MUHCSD20m ( $r= 0,376$ ). Rezultati testa MUHCSD20m pokazuju umjerenu korelaciju s rezultatima u testu MTNS20m ( $r= 0,486$ ) te nešto viši koeficijent s testom MTLs20m ( $r= 0,534$ ).

**Tablica 6.** Matrica korelacija rezultata postignutim na motoričkim testovima

VAR	M100m	MTNS20m	MTLS20m	MUHCSD20m
M100m	1,000			
MTNS20m	<b>0,671</b>	1,000		
MTLS20m	<b>0,769</b>	<b>0,804</b>	1,000	
MUHCSD20m	<b>0,376</b>	<b>0,486</b>	<b>0,534</b>	1,000

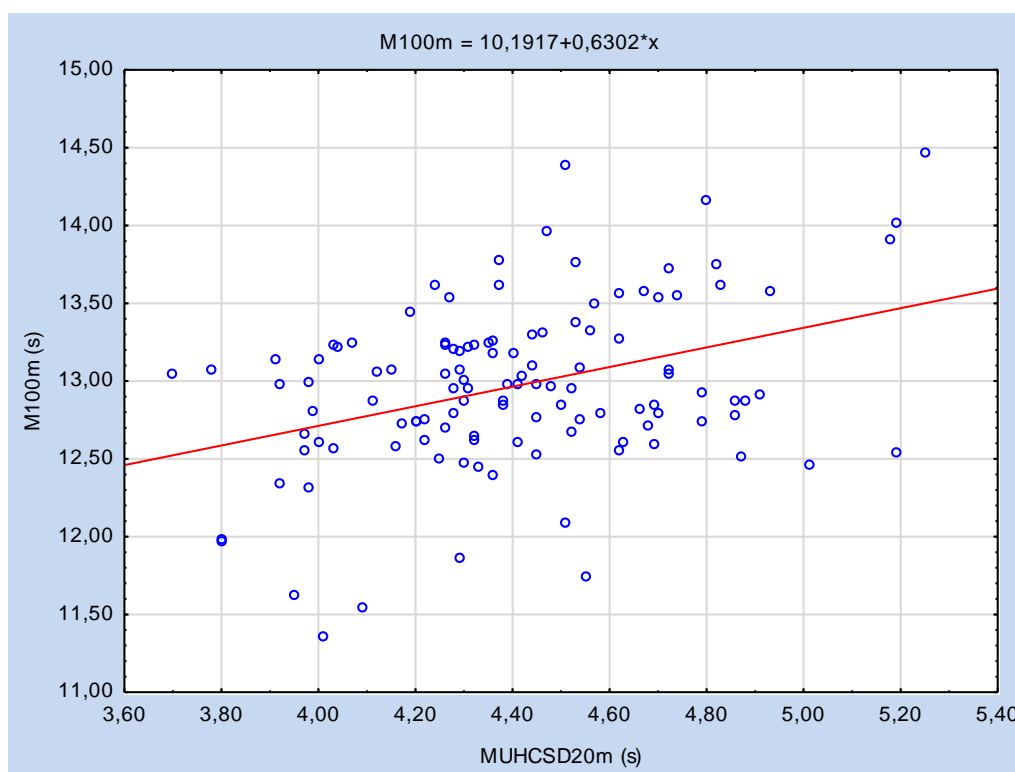
**Legenda:** M100m- rezultat trčanja na 100m, MTNS20m- rezultat trčanja 20 m iz niskog starta, MTLs20m- rezultata trčanja 20 m iz letećeg starta, MUHCSD20m- unilateralni horizontalni ciklički skokovi 20m dominantnom nogom, statistički značajne vrijednosti na razini značajnosti  $p \leq 0,05$  otisnute su crvenim masnim brojevima

Rezultati jednostavnih regresijskih analiza za utvrđivanje povezanosti između unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova 20 m dominantnom nogom (MUHCSD20m), trčanja 100 m (M100m), trčanja 20 m iz niskog starta (MTNS20m) te trčanja 20 m iz letećeg starta (MTLS20m) prikazani su u Tablicama 7,8 i 9 te grafički prikazani na Grafovima 5,6 i 7.

**Tablica 7.** Prikaz rezultata jednostavne regresijske analize između prediktorske varijable unilateralni horizontalni ciklički skokovi 20m (MUHCSD20m) i kriterijske varijable trčanje na 100 m (M100m)

N=118	M100m R= 0,376 R <sup>2</sup> = 0,141 F(1,116)=19,042 p<0,001 SEE 0,499					
	b*	b*e	b	be	t(116)	p
Intercept			10,192	0,638	15,976	0,000
<b>MUHCSD20</b>	<b>0,376</b>	<b>0,086</b>	<b>0,630</b>	<b>0,144</b>	<b>4,364</b>	<b>0,000</b>

**Legenda:** MUHCSD20m- unilateralni horizontalni ciklički skokovi 20 m dominantnom nogom (prediktorska varijabla), M100m- trčanje 100 m (kriterijska varijabla), R- koeficijent korelacije, R<sup>2</sup>- koeficijent determinacije, p- razina značajnosti, SEE- standardna pogreška prognoze, Intercept- vrijednost zavisne varijable za nulte vrijednosti nezavisnih, t-vrijednost kojom se testira značajnost regresijskih koeficijenata, b\*- regresijski koeficijent, be- standardna pogreška regresijskog koeficijenta, statistički značajne vrijednosti na razini značajnosti p≤0,05 otisnute su crvenim masnim brojevima



**Graf 5.** Grafički prikaz povezanosti rezultata u testovima MUHCSD20m i M100m

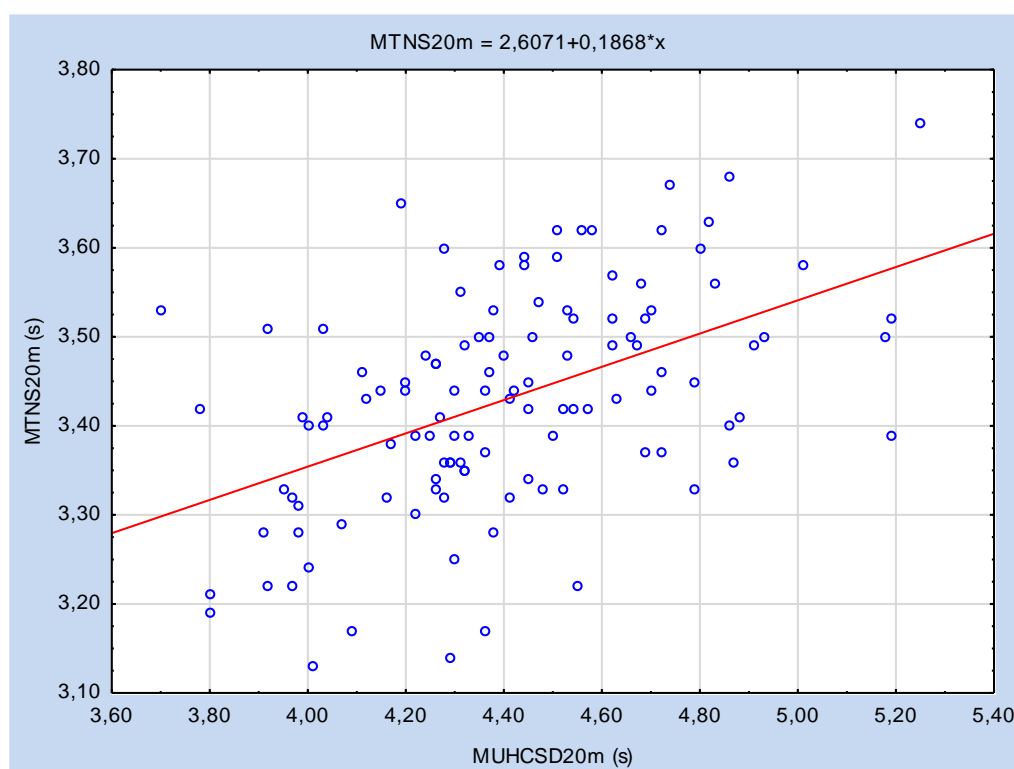
Rezultati jednostavne regresijske analize između zavisne varijable koju predstavlja rezultat u motoričkom testu M100m i nezavisne varijable rezultata u testu MUHCSD20m ukazuju na statistički značajnu povezanost ( $p < 0,01$ ) (tablica 7). Iako je model regresijske analize statistički značajan koeficijent pozitivne povezanosti  $R = 0,376$  pokazuje umjerenu korelaciju, koeficijent determinacije je znatno manji i objašnjava 14% varijance zavisne (kriterijske) varijable. Graf 5

prikazuje odnose između dvije varijable i može se opisati linearnom jednadžbom te mogućnošću predikcije rezultata u varijabli M100 rezultatom postignutim testu MUHCSD20m.

**Tablica 8.** Prikaz rezultata jednostavne regresijske analize između prediktorske varijable unilateralni horizontalni ciklički skokovi 20 m (MUHCSD20m) i kriterijske varijable trčanja 20 m iz niskog starta (MTSN20m)

N=118	MTNS20m R= 0,486 R <sup>2</sup> = 0,236 F(1,116)=35,893 p<0,001 SEE 0,108					
	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(116)	p
Intercept			2,607	0,138	18,929	0,000
<b>MUHCSD20</b>	<b>0,486</b>	<b>0,081</b>	<b>0,187</b>	<b>0,031</b>	<b>5,991</b>	<b>0,000</b>

**Legenda:** MUHCSD20m- unilateralni horizontalni ciklički skokovi 20 m dominantnom nogom (prediktorska varijabla), MTSN20m- trčanje 20 m iz niskog starta (kriterijska varijabla), R- koeficijent korelacije, R<sup>2</sup>- koeficijent determinacije, p- razina značajnosti, SEE- standardna pogreška prognoze, Intercept- vrijednost zavisne varijable za nulte vrijednosti nezavisnih, t-vrijednost kojom se testira značajnost regresijskih koeficijenata, b\*- regresijski koeficijent, b- standardna pogreška regresijskog koeficijenta, statistički značajne vrijednosti na razini značajnosti p≤ 0,05 otisnute su crvenim masnim brojevima



**Graf 6.** Grafički prikaz povezanosti rezultata u testovima MUHCSD20m i MTSN20m

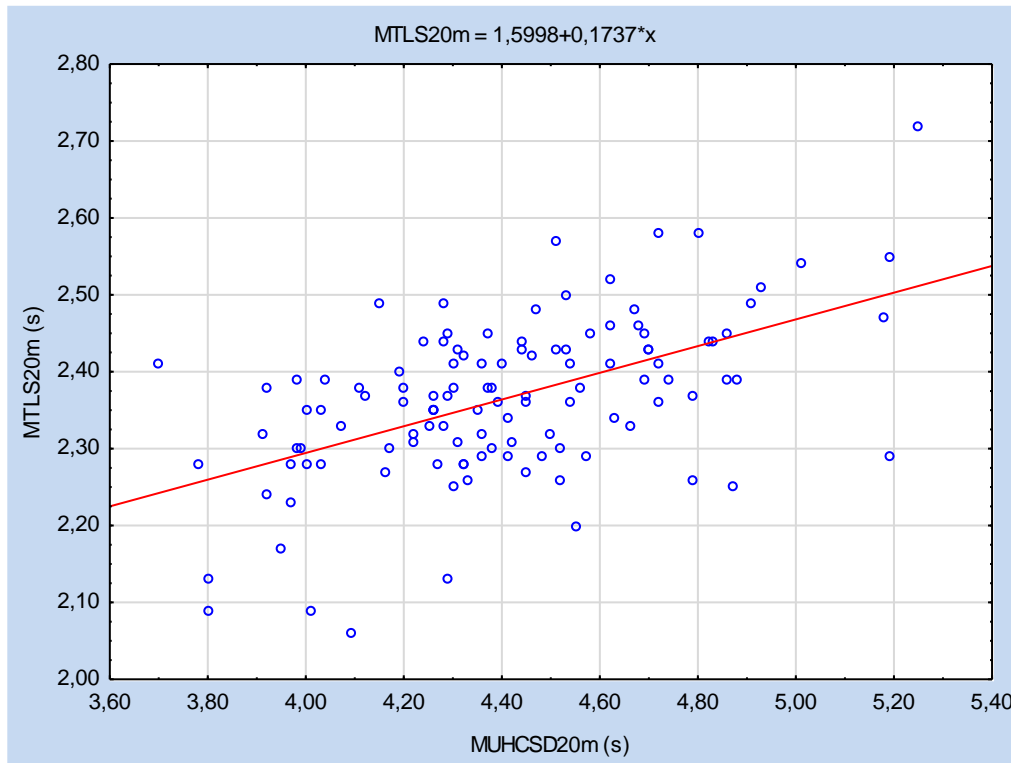
Rezultati jednostavne regresijske analize između zavisne varijable koju predstavlja rezultat u motoričkom testu MTNS20m i nezavisne varijable rezultata u testu MUHCSD20m ukazuju na statistički značajnu povezanost ( $p < 0,01$ ) (tablica 8). Model regresijske analize ukazuje na umjerenu statistički značajnu pozitivnu povezanost  $R = 0,486$ . Koeficijent determinacije iznosi  $R^2 = 0,236$  te objašnjava 24% varijance zavisne (kriterijske) varijable. Graf 6 prikazuje odnose između dvije varijable i može se opisati linearnom jednadžbom te mogućnošću predikcije rezultata u varijabli MTNS20m rezultatom postignutim testu MUHCSD20m.

**Tablica 9.** Prikaz rezultata jednostavne regresijske analize između prediktorske varijable unilateralni horizontalni ciklički skokovi 20 m (MUHCSD20m) i kriterijske varijable trčanja 20 m iz letećeg starta (MTSL20m)

N=118	MTLS20m $R = 0,534$ $R^2 = 0,285$ $F(1,116) = 46,257$ $p < 0,001$ SEE 0,088					
	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(116)	p
Intercept			1,600	0,113	14,183	0,000
<b>MUHCSD20</b>	<b>0,534</b>	<b>0,079</b>	<b>0,174</b>	<b>0,026</b>	<b>6,801</b>	<b>0,000</b>

**Legenda:** MUHCSD20m- unilateralni horizontalni ciklički skokovi 20 m dominantnom nogom (prediktorska varijabla), MTLS20m- trčanje 20 m iz letećeg starta (kriterijska varijabla), R- koeficijent korelacije,  $R^2$ - koeficijent determinacije, p- razina značajnosti, SEE- standardna pogreška prognoze, Intercept- vrijednost zavisne varijable za nulte vrijednosti nezavisnih, t-vrijednost kojom se testira značajnost regresijskih koeficijenata, b\*- regresijski koeficijent, be- standardna pogreška regresijskog koeficijenta, statistički značajne vrijednosti na razini značajnosti  $p \leq 0,05$  otisnute su crvenim masnim brojevima

Najviša povezanost između prediktorske varijable (MUHCSD20m) i navedenih motoričkih testova može se uočiti s rezultatima postignutim u testu MTLS20m (tablica 9). Regresijska analiza ukazuje na statistički značajnu umjerenu pozitivnu povezanost  $R = 0,534$  te koeficijentom determinacije  $R^2 = 0,285$  što znači da je nezavisna varijabla objasnila 29% varijance u zavisnoj varijabli. Odnosi između dvije varijable prikazani su na grafu 7 te se mogu opisati linearnom jednadžbom s mogućnošću predikcije rezultata u varijabli MTLS20m rezultatom postignutim testu MUHCSD20m.



**Graf 7.** Grafički prikaz povezanosti rezultata u testovima MUHCSD20m i MTL20m

Iz gore navedenih tablica vidljivo je kako postoji statistički značajna ( $p < 0,01$ ) umjerena pozitivna povezanost ( $R = 0,376$ ,  $R^2 = 0,141$ ) između rezultata unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova 20 m dominantnom nogom i rezultata trčanja na 100 m. Nešto veća statistički značajna ( $p < 0,001$ ) umjerena pozitivna povezanost ( $R = 0,486$ ,  $R^2 = 0,236$ ) je između rezultata unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova 20 m dominantnom nogom i rezultata trčanja 20 m iz niskog starta. Najveća statistički značajna ( $p < 0,001$ ) umjerena pozitivna povezanost ( $R = 0,534$ ,  $R^2 = 0,285$ ) je ona između rezultata unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova 20 m dominantnom nogom i rezultata trčanja 20 m iz letećeg starta (tablica 9).

### **5.3 Povezanost kinematičkih parametara motoričkog testa unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova na 20 m dominantnom nogom (MUHCSD20m) i kinematičkih parametara testova trčanja na 20 m iz niskog starta (MTNS20m) i letećeg starta (MTLS20m)**

Potrebno je odrediti osnovne deskriptivne vrijednosti kinematičkih parametara testova unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova 20 m, trčanja 20 m iz niskog starta i trčanja 20 m iz visokog starta koji su analizirani u tablici 10.

U testu unilateralni horizontalni ciklički skokovi dominantnom nogom 20 m (MUHCSD20m) ispitanici su u prosjeku postigli prosječnu brzinu  $v = 4,56 \pm 0,33$  m/s, s tim da je najsporiji ispitanik postigao 3,81 m/s, a najbrži 5,41 m/s. Aritmetička sredina prosječne frekvencije koraka (FK) iznosi  $2,26 \pm 0,41$  koraka u sekundi dok najmanja vrijednost iznosi 1,78 koraka, a najveća 4,49 koraka. Prosječna dužina koraka (DK) u postignuta testu iznosi  $2,06 \pm 0,28$  m dok je najkraći prosječni korak 1 m, a najduži korak 2,87 m. Kontakt s podlogom, odnosno prosječno vrijeme trajanja kontakta (TK) prilikom amortizacije i odraza iznosi  $193,39 \pm 25,01$  ms, najkraće prosječno vrijeme je 90,89 ms te najduže 243,63 ms. Prosječno vrijeme trajanja leta (TL) ispitanika u testu iznosi  $259,32 \pm 34,23$  ms. Najkraće vrijeme trajanja leta je 119,33 ms, a najduže 335,14 ms. U testu se izračunavao i broj koraka, odnosno skokova, potrebnih za prijeći dionicu od 20 m. Ispitanicima je u prosjeku bilo potrebno  $9,14 \pm 0,87$  koraka. Ispitanik sa 7 skokova imao je najmanji, a ispitanik s 11 imao je najveći broj koraka. Kolmogorov-Smirnovljevim testom utvrđene su normalne distribucije rezultata u svim parametrima, osim u varijabli broj koraka (BK) (max D= 0,20).

U testu unilateralni horizontalni ciklički skokovi nedominantnom nogom 20 m (MUHCSD20m) ispitanici su u prosjeku postigli nešto manju prosječnu brzinu ( $v$ ) nego u testu MUHCSD20m koja iznosi  $4,26 \pm 0,30$  m/s, s tim da je najsporiji ispitanik postigao 3,42 m/s, a najbrži 5,09 m/s. Aritmetička sredina prosječne frekvencije koraka (FK) iznosi  $2,15 \pm 0,15$  koraka u sekundi i nešto je manja nego u prethodnom testu dok najmanja vrijednost iznosi 1,81, a najveća 2,46 koraka u sekundi. Prosječna dužina koraka (DK) u postignuta testu iznosi  $1,99 \pm 0,18$  dok je najkraći prosječni korak 1,51 m, a najduži korak 2,40 m. Kontakt s podlogom, odnosno prosječno vrijeme trajanja kontakta (TK), prilikom amortizacije i odraza iznosi  $203,89 \pm 19,22$  ms, najkraće prosječno vrijeme je 168,43ms te najduže 258,14 ms.

**Tablica 10.** Deskriptivni parametri kinematičkih parametara testova unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova 20 m dominantnom i nedominantnom nogom, trčanja 20 m iz niskog starta i trčanja 20 m iz visokog starta

	<b>N=118</b>	<b>VAR</b>	<b>AS</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>V</b>	<b>SD</b>	<b>Skew</b>	<b>Kurt</b>	<b>max D</b>
<b>MUHCS20m</b>	v (m/s)	4,56	3,81	5,41	0,11	0,33	0,10	-0,15	0,05	
	FK (k/s)	2,26	1,78	4,49	0,16	0,41	3,84	17,04	0,05	
	DK (m)	2,06	1,00	2,87	0,08	0,28	-1,14	4,17	0,06	
	TK (ms)	193,39	90,89	243,63	625,45	25,01	-1,21	3,32	0,05	
	TL (ms)	259,32	119,33	335,14	1171,3	34,23	-1,61	4,88	0,06	
	BK (n)*	9,14	7,00	11,00	0,76	0,87	-0,21	-0,36	0,20	
<b>MUHCSN20m</b>	v (m/s)	4,26	3,42	5,09	0,09	0,30	0,13	0,23	0,06	
	FK(k/s)*	2,15	1,81	2,46	0,02	0,15	-0,07	-0,53	0,27	
	DK (m)	1,99	1,51	2,40	0,03	0,18	0,17	-0,20	0,10	
	TK (ms)	203,89	168,43	258,14	369,44	19,22	0,32	-0,36	0,08	
	TL(ms)*	265,58	230,09	341,43	519,99	22,80	0,69	0,22	0,13	
	BK (n)*	9,44	8,00	12,00	0,90	0,95	0,23	-0,31	0,20	
<b>MTNS20m</b>	v (m/s)	5,84	5,35	6,39	0,04	0,21	0,34	-0,02	0,05	
	FK (k/s)	4,17	3,57	4,74	0,05	0,23	0,24	-0,01	0,04	
	DK (m)	1,40	1,22	1,62	0,01	0,08	0,06	-0,23	0,06	
	TK (ms)	145,64	121,08	181,00	123,97	11,13	0,13	0,19	0,04	
	TL (ms)	96,02	72,21	122,09	92,12	9,60	0,00	0,07	0,05	
	BK(n)*	12,75	11,00	15,00	0,65	0,81	0,08	0,25	0,26	
<b>MTLS20m</b>	v (m/s)	8,48	7,35	9,71	0,14	0,38	0,55	1,54	0,08	
	FK (k/s)	4,25	3,73	4,90	0,06	0,24	0,21	-0,08	0,06	
	DK (m)	2,00	1,71	2,26	0,01	0,11	-0,01	0,12	0,06	
	TK (ms)	116,11	94,63	140,25	88,57	9,41	0,20	-0,22	0,05	
	TL (ms)	120,41	97,50	143,17	99,99	10,00	-0,09	-0,55	0,03	
	BK(n)*	9,81	7,00	11,00	0,45	0,67	-0,62	1,93	0,34	

**K-S<sub>0,05</sub>=0,13**

**Legenda:** N- broj ispitanika, AS- aritmetička sredina, Min- minimalni rezultat, Max- maksimalni rezultat, V- varijanca, SD- standardna devijacija, Skew- skewness (koeficijent asimetričnosti), Kurt- kurtosis (koeficijent zakrivljenosti), MTNS20m- trčanje 20 m iz niskog starta, MTLN20m- trčanje 20 m iz letećeg starta, MUHCS20m- unilateralni horizontalni ciklički skokovi 20 m dominantnom nogom, MUHCSN20m- unilateralni horizontalni ciklički skokovi 20 m nedominantnom nogom, v- brzina, FK- prosječna frekvencija koraka, DK- prosječna dužina koraka, TK- prosječno trajanje kontakta, TL- prosječno trajanje leta, BK- broj koraka, max D- maksimalno odstupanje relativne kumulativne empirijske frekvencije od relativne teoretske frekvencije, \*rezultati značajno odstupaju od normalne distribucije



Vrijednosti TK ukazuju kako je ispitanicima u testu nedominatnom nogom potrebno duže vrijeme kontakta s podlogom za vrijeme doskoka i odraza. Prosječno vrijeme trajanja leta (TL) ispitanika u testu iznosi  $265,58 \pm 22,80$  ms. I prosječno trajanje leta prilikom skokova nedominatnom nogom zahtijevalo je duže vrijeme, nego kod izvođenja testa boljom nogom. Najkraće vrijeme trajanja leta je  $230,09$  ms, a najduže  $341,43$  ms. U testu se izračunavao i broj potrebnih koraka, odnosno skokova, potrebnih za prijeći dionicu od 20 m. Ispitanicima je u prosjeku bilo potrebno  $9,44 \pm 0,95$  koraka. Ispitanik s 8 skokova imao je najmanji, a ispitanik s 12 imao je najveći broj koraka. U skupu kinematičkih varijabli Kolmogorov-Smirnovljevim testom o normalnosti distribucije utvrđene su tri distribucije koje ne zadovoljavaju uvjete normalno distribuiranih rezultata: FK (max D= 0,27), TL (max D= 0,13) i BK (max D= 0,20).

U testu trčanje 20 m iz niskog starta (MTNS20m) ispitanici su u prosjeku postigli prosječnu brzinu ( $v$ ) od  $5,84 \pm 0,21$  m/s, s tim da je najsporiji ispitanik postigao  $5,35$  m/s, a najbrži  $6,39$  m/s. Aritmetička sredina prosječne frekvencije koraka (FK) iznosi  $4,17 \pm 0,23$  koraka u sekundi dok najmanja vrijednost iznosi  $3,57$  k/s, a najveća  $4,74$  k/s. Prosječna dužina koraka (DK) u postignuta testu iznosi  $1,40 \pm 0,08$  m dok je najkraći prosječni korak  $1,22$  m, a najduži korak  $1,62$  m. Kontakt s podlogom, odnosno prosječno vrijeme trajanja kontakta (TK), prilikom amortizacije i odraza iznosi  $145,64 \pm 11,13$  ms, najkraće prosječno vrijeme je  $121,08$  ms te najduže  $181,00$  ms. Prosječno vrijeme trajanja leta (TL) ispitanika u testu iznosi  $96,02 \pm 9,60$  ms. Najkraće vrijeme trajanja leta je  $72,21$  ms, a najduže  $122,09$  ms. Izračunati broj potrebnih koraka, potrebnih za prijeći dionicu od 20 m u prosjeku iznosi  $12,75 \pm 0,81$  koraka, dok je ispitanik sa 11 koraka imao je najmanji, a ispitanik s 15 najveći broj koraka. Rezultati značajno distupaju od normalne distribucije u varijabli BK (max D= 0,26).

U testu trčanje 20 m iz letećeg starta (MTLS20m) ispitanici su u prosjeku postigli prosječnu brzinu  $v = 8,48 \pm 0,38$  m/s, najsporiji ispitanik postigao je brzinu  $7,35$  m/s, a najbrži  $9,71$  m/s. U ovom testu ispitanici su postigli veću brzinu nego u testu MNTS20m, što je očekivano zbog prethodnog ubrzanja. Aritmetička sredina prosječne frekvencije koraka (FK) iznosi  $4,25 \pm 0,24$  k/s dok najmanja vrijednost iznosi  $3,73$  k/s, a najveća  $4,90$  k/s. Prosječna dužina koraka (DK) u postignuta testu iznosi  $2,00 \pm 0,11$  m dok je najkraći prosječni korak  $1,71$  m, a najduži korak  $2,26$  m. Prosječno vrijeme kontakta s podlogom (TK), prilikom amortizacije i odraza iznosi  $116,11 \pm 9,41$  ms, najkraće prosječno vrijeme je  $94,63$  ms te najduže  $140,25$  ms. Prosječno vrijeme trajanja leta (TL) ispitanika u testu iznosi  $120,41 \pm 10,00$  ms. Najkraće vrijeme trajanja leta je  $97,50$  ms, a najduže  $143,17$  ms. Potreban broj koraka (BK) kako bi ispitanici otrčali dionicu od 20 m u prosjeku iznosi  $9,81 \pm 0,67$  koraka, najmanji broj koraka postigao je ispitanik

sa 7, a najveći sa 11 koraka. Kao i u prethodnim testovima varijabla BK ne zadovoljava uvjete o normalnosti distribucije prema K-S testu ( $\max D = 0,34$ ).

U tablici 11 prikazani su koeficijenti korelacija između kinematičkih varijabli testa unilateralni horizontalni ciklički skokovi 20 m (MUHCS20m) i kinematičkih varijabli testa trčanja 20 m iz niskog starta (MTNS20m). Postoji statistički značajna umjerena korelacija između vremena (T) postignutim u testu MUHCS20m i sljedećim varijablama u testu MTNS20: vremenom (T) ( $r = 0,486$ ), prosječnom brzinom kretanja (v) ( $r = -0,487$ ) koja ima negativan predznak zbog vremenske varijable, prosječnom frekvencijom koraka (FK) ( $r = -0,227$ ). Prosječna brzina u testu izvedena je iz konačnog rezultata te su vrijednosti korelacije gotovo iste, ali će se u radu spomenuti obje vrijednosti. Postignuta prosječna brzina kretanja (v) u testu MUHCS20m je statistički značajno korelirana sa sljedećim kinematičkim varijablama testa MTNS20m: T ( $r = -0,487$ ), v ( $r = 0,487$ ), FK ( $r = 0,232$ ) i TK ( $r = -0,423$ ). Prosječna dužina koraka (DK) postignuta u testu MUHCS20m pokazuje statistički značajnu korelaciju s tri kinematičke varijable testa MTNS20m: T ( $r = -0,209$ ), v ( $r = 0,206$ ) te negativnu povezanost BK ( $r = -0,187$ ). Kinematička varijabla prosječnog trajanja kontakta s podlogom (TK) u testu MUHCS20m statistički je značajno korelirana s tri kinematičke varijable testa MTNS20m: FK ( $r = -0,253$ ), DK ( $r = 0,187$ ) i TK ( $r = 0,339$ ) te BK ( $r = -0,229$ ). I zadnja kinematička varijabla MUHCS20m broj koraka (BK) je statistički značajno korelirana s kinematičkim varijablama testa MTNS20m: T ( $r = 0,396$ ), TK ( $r = 0,193$ ) i BK ( $r = 0,242$ ) te negativno s varijablama v ( $r = -0,396$ ), DK ( $r = -0,229$ ). Ostale varijable ne pokazuju statistički značajnu korelaciju.

**Tablica 11.** Koeficijenti korelacija kinematičkih varijabli testa unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova 20 m (MUHCSD20m) i trčanja 20 m iz niskog starta (MTNS20m)

MUHCSD20m							
N=118	T	v	FK	DK	TK	TL	BK*
MTNS20m T	<b>0,486</b>	<b>-0,487</b>	-0,026	<b>-0,209</b>	0,119	-0,016	<b>0,396</b>
MTNS20m v	<b>-0,485</b>	<b>0,487</b>	0,027	<b>0,206</b>	-0,121	0,013	<b>-0,396</b>
MTNS20m FK	<b>-0,227</b>	<b>0,232</b>	0,072	0,019	<b>-0,253</b>	-0,020	0,005
MTNS20m DK	-0,092	0,090	-0,063	0,128	<b>0,187</b>	0,036	<b>-0,229</b>
MTNS20m TK	<b>0,417</b>	<b>-0,423</b>	-0,073	-0,128	<b>0,339</b>	-0,064	<b>0,193</b>
MTNS20m TL	-0,156	0,159	-0,030	0,133	-0,014	0,108	-0,156
MTNS20m BK*	0,088	-0,088	<b>0,212</b>	<b>-0,187</b>	<b>-0,229</b>	-0,091	<b>0,242</b>

**Legenda:** N- broj ispitanika, MUHCSD20m T- vrijeme, MUHCSD20mV- prosječna brzina kretanja, MUHCSD20m FK- prosječna frekvencija koraka, MUHCSD20m DK- prosječna dužina koraka, MUHCSD20m TK- prosječno trajanje kontakta, MUHCSD20m- prosječno trajanje leta, MUHCSD20m BK- broj koraka, MTNS20m T- vrijeme, MTNS20m V- prosječna brzina, MTNS20m FK- prosječna frekvencija koraka, MTNS20m DK- prosječna dužina koraka, MTNS20m TK- prosječno trajanje kontakta, MTNS20m TL- prosječno trajanje leta, MTNS20m BK- broj koraka, crveno označeni su statistički značajni koeficijenti korelacije na razini značajnosti  $p=0,05$ , \*Spearmanov koeficijent korelacije za rezultate varijabli koje nisu normalno distribuirane, statistički značajne vrijednosti na razini značajnosti  $p\leq 0,05$  otisnute su crvenim masnim brojevima

**Tablica 12.** Koeficijenti korelacija kinematičkih varijabli testa unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova 20 m (MUHCSD20m) i testa trčanja 20 m iz letećeg starta (MTLS20m)

MUHCSD20m							
N=118	T	v	FK	DK	TK	TL	BK*
MTLS20m T	<b>0,534</b>	<b>-0,531</b>	0,008	<b>-0,260</b>	0,146	-0,077	<b>0,341</b>
MTLS20m v	<b>-0,525</b>	<b>0,525</b>	-0,008	<b>0,254</b>	-0,147	0,075	<b>-0,341</b>
MTLS20m FK	-0,137	0,130	0,080	-0,057	<b>-0,251</b>	-0,039	0,034
MTLS20m DK	<b>-0,292</b>	<b>0,299</b>	-0,090	<b>0,270</b>	0,140	0,101	<b>-0,319</b>
MTLS20m TK	<b>0,313</b>	<b>-0,313</b>	-0,052	-0,080	<b>0,319</b>	-0,090	0,107
MTLS20m TL	-0,107	0,117	-0,056	0,148	0,032	0,133	-0,119
MTLS20m BK*	<b>0,236</b>	<b>-0,236</b>	0,123	<b>-0,254</b>	-0,139	-0,056	<b>0,244</b>

**Legenda:** N- broj ispitanika, MUHCSD20m T- vrijeme, MUHCSD20mv- prosječna brzina kretanja, MUHCSD20m FK- prosječna frekvencija koraka, MUHCSD20m DK- prosječna dužina koraka, MUHCSD20m TK- prosječno trajanje kontakta, MUHCSD20m- prosječno trajanje leta, MUHCSD20m BK- broj koraka, MTLS20m T- vrijeme, MTLS20m v- prosječna brzina, MTLS20m FK- prosječna frekvencija koraka, MTLS20m DK- prosječna dužina koraka, MTLS20m TK- prosječno trajanje kontakta, MTLS20m TL- prosječno trajanje leta, MTLS20m BK- broj koraka, crveno označeni su statistički značajni koeficijenti korelacije na razini značajnosti  $p=0,05$ , \*Spearmanov koeficijent korelacije za rezultate varijabli koje nisu normalno distribuirane, statistički značajne vrijednosti na razini značajnosti  $p\leq 0,05$  otisnute su crvenim masnim brojevima

Koeficijenti korelacija između kinematičkih varijabli testa unilateralni horizontalni ciklički skokovi 20 m (MUHCS20m) i kinematičkih varijabli testa trčanja 20 m iz letećeg starta (MTLS20m) prikazani su u Tablici 12. Postoji statistički značajna umjerena korelacija između vremena (T) postignutim u testu MUHCS20m i sljedećim varijablama u testu MTLS20m: vremenom (T) ( $r = 0,534$ ), prosječnom brzinom kretanja ( $v$ ) u testu MTLS20m ( $r = -0,525$ ) koja ima negativan predznak zbog obrnuto skalirane vremenske varijable, pozitivno je povezana s prosječnom dužinom koraka (DK) ( $r = -0,292$ ), umjerena korelacija s prosječnim vremenom trajanja kontakta (TK) ( $r = 0,313$ ) i negativno korelirana s brojem koraka (BK) ( $r = 0,236$ ). Postignuta prosječna brzina kretanja ( $v$ ) u testu MUHCS20m je statistički značajno korelirana sa sljedećim kinematičkim varijablama testa MTLS20m: T ( $r = -0,531$ ),  $v$  ( $r = 0,525$ ), DK ( $r = 0,299$ ), TK ( $r = -0,313$ ) i negativno s BK ( $r = -0,236$ ). Prosječna dužina koraka (DK) postignuta u testu MUHCS20m pokazuje statistički značajnu korelaciju s četiri kinematičke varijable testa MTLS20m: T ( $r = -0,260$ ),  $v$  ( $r = 0,254$ ), DK ( $r = 0,270$ ) i negativnu povezanost s BK ( $r = -0,254$ ). Kinematička varijabla prosječnog trajanja kontakta s podlogom (TK) u testu MUHCS20m statistički značajno je korelirana s dvije kinematičke varijable testa MTLS20m: FK ( $r = -0,251$ ) i TK ( $r = 0,319$ ). I zadnja kinematička varijabla MUHCS20m broj koraka (BK) je statistički značajno korelirana s kinematičkim varijablama testa MTLS20m: negativno s T ( $r = 0,341$ ), DK ( $r = -0,319$ ),  $v$  ( $r = -0,341$ ) te pozitivno s BK ( $r = 0,244$ ). Ostale varijable ne pokazuju statistički značajnu korelaciju.

#### 5.4 Povezanost kinematičkih parametara motoričkog testa unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova na 20 m dominantnom nogom (MUHCSD20m) i rezultata postignutim u testovima trčanja 100 m (M100m), trčanja 20 m iz niskog starta (MTNS20m) i trčanja 20 m iz letećeg starta (MTLS20m)

Koeficijenti korelacija između kinematičkih parametara testa unilateralni horizontalni ciklički skokovi 20 m dominantnom nogom (MUHCSD20m) i rezultata postignutim u testovima trčanja 100 m (M100m), trčanja 20 m iz niskog starta (MTNS20m) i trčanja 20 m iz letećeg starta (MTLS20m) nalaze se u tablici 13. Korelacije koje su statistički značajne na razini  $p \leq 0,05$  označene su crvenom bojom.

**Tablica 13.** Koeficijenti korelacija između kinematičkih parametara testa unilateralni horizontalni ciklički skokovi 20 m dominantnom nogom (MUHCSD20m) i rezultata postignutim u testovima trčanja 100 m (M100m), trčanja 20 m iz niskog starta (MTNS20m) i trčanja 20 m iz letećeg starta (MTLS20m)

MUHCSD20m							
N=118	T	v	FK	DK	TK	TL	BK*
M100m	<b>0,376</b>	<b>-0,375</b>	-0,016	<b>-0,183</b>	0,087	-0,047	<b>0,185</b>
MTNS20m	<b>0,486</b>	<b>-0,487</b>	-0,026	<b>-0,209</b>	0,119	-0,016	<b>0,396</b>
MTLS20m	<b>0,534</b>	<b>-0,531</b>	0,008	<b>-0,260</b>	0,146	-0,077	<b>0,341</b>

**Legenda:** M100m- trčanje 100 m (sekunde), MTNS20m- trčanje 20 m iz niskog starta (sekunde), MTLS20m- trčanje 20 m iz letećeg starta (sekunde), MUHCSD20m- unilateralni horizontalni ciklički skokovi 20 m dominantnom nogom (sekunde), T- rezultat (sekunde), v- brzina (metar u sekundi), FK- prosječna frekvencija koraka (koraka u sekundi), DK- prosječna dužina koraka (metar), TK- prosječno trajanje kontakta (milisekunde), TL- prosječno trajanje leta (milisekunde), BK- broj koraka (n), statistički značajne vrijednosti na razini značajnosti  $p \leq 0,05$  otisnute su crvenim masnim brojevima, \*Spearmanov koeficijent korelacije za rezultate varijabli koje nisu normalno distribuirane

Iz tablice se može uočiti kako je jedan dio kinematičkih varijabli testa MUHCSD20m statistički značajno korelirano s rezultatima u motoričkim testovima M100m, MTNS20m i MTLS20m. Krajnji rezultat u testu MUHCSD20m, kako je navedeno u prijašnjem poglavlju, u umjerenoj je statistički značajnoj korelaciji s testovima za procjenu brzine trčanja M100m ( $r = 0,376$ ), MTNS20m ( $r = 0,486$ ) i najviše s testom kojim se procjenjuje maksimalna brzina trčanja MTLS20m ( $r = 0,534$ ). Također, prosječna brzina kretanja (v) u testu MUHCSD20m sa sličnim koeficijentima pokazuje statistički značajnu korelaciju s rezultatima testova M100m ( $r = -0,375$ ), MTNS20m ( $r = -0,487$ ) i MTLS20m ( $r = -0,531$ ). Prosječna dužina koraka (DK)

statistički značajno korelira s rezultatima u testovima M100m, MTNS20m i MTL20m ( $r = -0,183$ ,  $r = -0,209$  i  $r = -0,260$ ) te varijabla broj koraka sa sva tri testa M100m, MTNS20m i MTL20m ( $r = 0,185$ ,  $r = 0,396$  i  $r = 0,341$ ). Rezultati ukazuju kako povećanje broja koraka (BK) u testu MUHCSD20m pogoršava rezultat u sva tri navedena testa, a posebice u testu kojim mjerimo maksimalnu brzinu trčanja (MTL20m). Analogno tome, postoji pozitivna povezanost prosječne dužine koraka s rezultatom u svim navedenim motoričkim testovima. Najviši koeficijenti korelacije odnose se na prosječnu postignutu brzinu kretanja u skokovima i postignutih rezultata u ostalim motoričkim testovima što se može primijetiti u tablici 13.

Relacije skupa prediktorskih varijabli koje predstavljaju kinematički parametri testa unilateralni horizontalni ciklički skokovi 20 m dominantnom nogom (MUHCSD20m): v- prosječna brzina kretanja, FK- prosječna frekvencija koraka, DK- prosječna dužina koraka, TK- prosječno trajanje kontakta, TL- prosječno trajanje leta, BK- broj koraka i rezultata trčanja na 100 m (M100m) utvrđene su višestrukom regresijskom analizom (tablica 14).

**Tablica 14.** Prikaz rezultata višestruke regresijske analize između kriterijske varijable rezultata u testu trčanja na 100 m (M100m) i prediktorskih kinematičkih varijabli u testu unilateralni horizontalni ciklički skokovi 20 m dominantnom nogom MUHCSD20m

N=118	M100m R= 0,406 R <sup>2</sup> = 0,165 F(6,111)=3,649 p=0,002 SEE 0,503					
	b*	Part. r	b	R <sup>square</sup>	t(111)	p
Intercept			20,193		4,082	0,000
<b>MUHCSD20 v</b>	-1,006	-0,176	-1,642	0,973	-1,888	0,062
<b>MUHCSD20 FK</b>	-0,068	-0,020	-0,090	0,931	-0,207	0,836
<b>MUHCSD20 DK</b>	1,298	0,124	2,517	0,992	1,317	0,191
<b>MUHCSD20 TK</b>	-0,509	-0,111	-0,011	0,960	-1,179	0,241
<b>MUHCSD20 TL</b>	-0,802	-0,124	-0,013	0,980	-1,315	0,191
<b>MUHCSD20 BK</b>	0,118	0,090	0,073	0,507	0,952	0,343

**Legenda:** MUHCSD20mv- prosječna brzina kretanja, MUHCSD20m FK- prosječna frekvencija koraka, MUHCSD20m DK- prosječna dužina koraka, MUHCSD20m TK- prosječno trajanje kontakta, MUHCSD20m- prosječno trajanje leta, MUHCSD20m BK- broj koraka (prediktorske varijable), M100m- trčanje 100 m (kriterijska varijabla), R- koeficijent korelacije, R<sup>2</sup>- koeficijent determinacije, p- razina značajnosti, SEE- standardna pogreška prognoze, Intercept- vrijednost zavisne varijable za nulte vrijednosti nezavisnih, t- vrijednost kojom se testira značajnost regresijskih koeficijenata, b\*- regresijski koeficijent, Part. r- koeficijent parcijalne korelacije, statistički značajne vrijednosti na razini značajnosti  $p \leq 0,05$  otisnute su crvenim masnim brojevima

Rezultati višestruke regresijske analize prediktorskih varijabli, u ovom slučaju kinematički parametri testa MUHCSD20m i kriterijske varijable rezultata trčanja M100m, koeficijent multiple korelacije (R) iznosi 0,406 što predstavlja umjerenu povezanost, a objašnjeni dio

varijance ( $R^2 = 0,165$ ) govori kako skup prediktorskih varijabli može objasniti 17% varijance kriterijske varijable. Niti jedna od varijabli nema statistički značajan utjecaj na varijablu M100m. Blizu statistički značajnog utjecaja na rezultat u trčanju na 100 m je varijabla MUHCSD20m v, odnosno prosječna brzina kretanja prilikom izvođenja skokova, koja je na razini  $p = 0,062$ .

Kako bi se isključile varijable koje ne nose nove informacije o povezanosti skupa prediktorskih varijabli s kriterijskom stepwise forward regresijskom analizom utvrđene su dvije varijable koje nose najviše informacija ( $R = 0,387$ ). Samo varijabla (v) je statistički značajna  $p < 0,001$  s parcijalnim koeficijentom korelacije Part.  $r = -0,295$ , dok varijabla BK ne pokazuje statistički značajnu povezanost  $p = 0,261$  s rezultatom trčanja u testu M100m (tablica 15).

**Tablica 15.** Rezultati stepwise forward regresijske analize skupa kinematičkih parametara testa unilateralni horizontalni ciklički skokovi 20 m dominantnom nogom (MUHCSD20m) i rezultata u testu trčanja na 100 m (M100m)

N=118	M100m R= 0,387 R <sup>2</sup> = 0,150 F(2,115)=10,134 p<0,001 SEE 0,499					
	b*	Part. r	b	R <sub>square</sub>	t(115)	p
Intercept			14,750		13,420	0,000
<b>MUHCSD20 v</b>	<b>-0,323</b>	<b>-0,295</b>	<b>-0,527</b>	<b>0,223</b>	<b>-3,309</b>	<b>0,001</b>
<b>MUHCSD20 BK</b>	0,110	0,105	0,068	0,223	1,130	0,261

**Legenda:** MUHCSD20mv- prosječna brzina kretanja, MUHCSD20m BK- broj koraka (prediktorske varijable), M100m-trčanje 100 m (kriterijska varijabla), R- koeficijent multiple korelacije, R<sup>2</sup>- koeficijent determinacije, p- razina značajnosti, SEE- standardna pogreška prognoze, Intercept- vrijednost zavisne varijable za nulte vrijednosti nezavisnih, t-vrijednost kojom se testira značajnost regresijskih koeficijenata, b\*- regresijski koeficijent, Part. r- koeficijent parcijalne korelacije, statistički značajne vrijednosti na razini značajnosti  $p \leq 0,05$  otisnute su crvenim masnim brojevima

U tablici 16 prikazani su rezultati višestruke regresijske analize između kriterijske varijable rezultata u testu M100m i prediktorskih kinematičkih varijabli u testu MUHCSD20m bez prosječne brzine (v), jer je brzina izračunata iz vremena koje je potrebno za izvršiti zadatak u testu i samim time zasigurno ima najvišu povezanost s kriterijskom varijablom. U tom slučaju skup prediktorskih varijabli ima koeficijent multiple korelacije  $R = 0,371$  i objašnjeni dio varijance  $R^2 = 0,138$ . Jedino varijabla DK iz cijelog skupa pokazuje statistički značajnu povezanost s rezultatom u testu M100m ( $p = 0,009$ ) i koeficijentom parcijalne korelacije Part.  $r = -0,242$ .

**Tablica 16.** Prikaz rezultata višestruke regresijske analize između kriterijske varijable rezultata u testu trčanja na 100 m (M100m) i prediktorskih kinematičkih varijabli u testu unilateralni horizontalni ciklički skokovi 20 m dominantnom nogom MUHCSD20m, bez prosječne brzine

N=118	M100m R= 0,371 R <sup>2</sup> = 0,138 F(5,112)=3,583 p<0,005 SEE 0,509					
	b*	Part. r	b	R <sub>square</sub>	t(111)	p
Intercept			12,631		4,300	0,000
MUHCSD20 FK	-0,068	-0,019	-0,090	0,931	-0,203	0,840
MUHCSD20 DK	<b>-0,526</b>	<b>-0,242</b>	<b>-1,020</b>	<b>0,806</b>	<b>-2,643</b>	<b>0,009</b>
MUHCSD20 TK	0,235	0,123	0,005	0,759	1,314	0,192
MUHCSD20 TL	0,244	0,089	0,004	0,885	0,943	0,348
MUHCSD20 BK	0,120	0,090	0,074	0,507	0,959	0,339

**Legenda:** MUHCSD20m FK- prosječna frekvencija koraka, MUHCSD20m DK- prosječna dužina koraka, MUHCSD20m TK- prosječno trajanje kontakta, MUHCSD20m- prosječno trajanje leta, MUHCSD20m BK- broj koraka (prediktorske varijable), M100m- trčanje 100 m (kriterijska varijabla), R- koeficijent korelacije, R<sup>2</sup>- koeficijent determinacije, p- razina značajnosti, SEE- standardna pogreška prognoze, Intercept- vrijednost zavisne varijable za nulte vrijednosti nezavisnih, t- vrijednost kojom se testira značajnost regresijskih koeficijenata, b\*- regresijski koeficijent, Part. r- koeficijent parcijalne korelacije, statistički značajne vrijednosti na razini značajnosti p≤ 0,05 otisnute su crvenim masnim brojevima

Stepwise regresijskom analizom utvrđena su dva statistički značajna kinematička parametra od četiri koji nose najviše informacija o povezanosti s kriterijskom varijablom (tablica 17). Cijeli skup prediktora pokazuje iste vrijednosti povezanosti s kriterijem kao u prethodnoj tablici (R= 0,371 i R<sup>2</sup>= 0,138). Varijabla DK (p= 0,008) i Part. r= -0,245) i varijabla TK (0,043 i Part. r= 0,189) izdvojene su kao jedine koje se značajno povezuju s uspješnosti u trčanju na 100 m. te ostale ne nose nove informacije.

**Tablica 17.** Rezultati stepwise forward regresijske analize skupa kinematičkih parametara testa unilateralni horizontalni ciklički skokovi 20 m dominantnom nogom MUHCSD20m bez prosječne brzine i rezultata u testu trčanja na 100 m (M100m)

N=118	M100m R= 0,371 R <sup>2</sup> = 0,138 F(4,113)=4,507 p<0,002 SEE 0,507					
	b*	Part. r	b	R <sub>square</sub>	t(114)	p
Intercept			12,066		12,936	0,000
MUHCSD20 BK	0,129	0,104	0,079	0,435	1,109	0,270
MUHCSD20 TK	<b>0,260</b>	<b>0,189</b>	<b>0,006</b>	<b>0,529</b>	<b>2,043</b>	<b>0,043</b>
MUHCSD20 DK	<b>-0,516</b>	<b>-0,245</b>	<b>-1,001</b>	<b>0,793</b>	<b>-2,689</b>	<b>0,008</b>
MUHCSD20 TL	0,284	0,163	0,004	0,708	1,758	0,081

**Legenda:** MUHCSD20m DK- prosječna dužina koraka, MUHCSD20m TK- prosječno trajanje kontakta, MUHCSD20m- prosječno trajanje leta (prediktorske varijable), M100m- trčanje 100 m (kriterijska varijabla), R- koeficijent korelacije, R<sup>2</sup>- koeficijent determinacije, p- razina značajnosti, SEE- standardna pogreška prognoze t-vrijednost kojom se testira značajnost regresijskih koeficijenata, b\*- regresijski koeficijent, Part. r- koeficijent parcijalne korelacije, statistički značajne vrijednosti na razini značajnosti p≤ 0,05 otisnute su crvenim masnim brojevima



Relacije skupa prediktorskih varijabli koje predstavljaju kinematički parametri testa unilateralni horizontalni ciklički skokovi 20 m dominantnom nogom (MUHCSD20m): v- prosječna brzina kretanja, FK- prosječna frekvencija koraka, DK- prosječna dužina koraka, TK- prosječno trajanje kontakta, TL- prosječno trajanje leta, BK- broj koraka i rezultata trčanja na 20 m iz niskog starta (MTNS20m) utvrđene su višestrukom regresijskom analizom (tablica 18).

Koeficijent multiple korelacije skupa kinematičkih varijabli testa MUHCSD20m i rezultata u testu MTNS20m nešto je viši nego u prethodnom slučaju ( $R= 0,564$ ) te je objašnjeno 32% varijance u kriterijskoj varijabli. Ističu se tri prediktorske varijable koje statistički značajno utječu na rezultat u kriterijskoj varijabli. Varijabla MUHCSD20m v koja predstavlja prosječnu brzinu kretanja u testu u pozitivnoj je korelaciji s rezultatom trčanja 20 m iz niskog starta na razini značajnosti  $p < 0,01$ . Što je veća prosječna brzina kretanja, biti će bolji rezultat u testu MTNS20m. Zbog obrnuto skalirane varijable MTNS20m rezultat je negativnog predznaka, ali pokazuje pozitivnu povezanost. Dužina koraka (MUHCSD20m DK) također ima statistički značajno negativan utjecaj na vrijeme u testu MTNS20m, kao i broj koraka (MUHCSD20 m BK) koji ima statistički značajnu negativnu vezu s kriterijskom varijablom (tablica 18).

**Tablica 18.** Prikaz rezultata višestruke regresijske analize između kriterijske varijable rezultata u testu trčanja 20 m iz niskog starta (MTNS20m) i prediktorskih kinematičkih varijabli u testu unilateralni horizontalni ciklički skokovi 20 m dominantnom nogom (MUHCSD20m)

N=118	MTNS20m R= 0,564 R <sup>2</sup> = 0,318 F(6,111)=8,6324 p<0,001 SEE 0,104					
	b*	Part. r	b	R <sub>square</sub>	t(111)	p
Intercept			4,522		4,419	0,000
<b>MUHCSD20 v</b>	<b>-1,387</b>	<b>-0,264</b>	<b>-0,518</b>	<b>0,973</b>	<b>-2,881</b>	<b>0,005</b>
MUHCSD20 FK	0,421	0,133	0,127	0,931	1,410	0,161
<b>MUHCSD20 DK</b>	<b>1,987</b>	<b>0,207</b>	<b>0,882</b>	<b>0,992</b>	<b>2,231</b>	<b>0,028</b>
MUHCSD20 TK	-0,613	-0,148	-0,003	0,960	-1,572	0,119
MUHCSD20 TL	-0,735	-0,126	-0,003	0,980	-1,335	0,185
<b>MUHCSD20 BK</b>	<b>0,337</b>	<b>0,276</b>	<b>0,048</b>	<b>0,507</b>	<b>3,021</b>	<b>0,003</b>

**Legenda:** MUHCSD20v- prosječna brzina kretanja, MUHCSD20m FK- prosječna frekvencija koraka, MUHCSD20m DK- prosječna dužina koraka, MUHCSD20m TK- prosječno trajanje kontakta, MUHCSD20m TL- prosječno trajanje leta, MUHCSD20m BK- broj koraka (prediktorske varijable), MTNS20m- trčanje 20 m iz niskog starta (kriterijska varijabla), R- koeficijent korelacije, R<sup>2</sup>- koeficijent determinacije, p- razina značajnosti, SEE- standardna pogreška prognoze, Intercept- vrijednost zavisne varijable za nulte vrijednosti nezavisnih, t- vrijednost kojom se testira značajnost regresijskih koeficijenata, b\*- regresijski koeficijent, Part. r- koeficijent parcijalne korelacije, statistički značajne vrijednosti na razini značajnosti  $p \leq 0,05$  otisnute su crvenim masnim brojevima

Stepwise backward regresijskom analizom iz prediktorskog skupa varijabli izdvojen je samo jedan kinematički parametar koji najviše utječe na rezultat u testu MTNS20m. Koeficijent multiple korelacije iznosi  $R=0,487$  te koeficijent determinacije  $R^2=0,237$  na razini značajnosti  $p<0,01$ . Varijabla prosječna brzina ( $v$ ) ima statistički značajnu povezanost s kriterijem na razini značajnosti  $p<0,001$ . Koeficijent parcijalne korelacije iznosi Part.  $r=-0,487$ . Što znači da ostale varijable iz skupa ne nose značajnije informacije o povezanosti skupa kinematičkih parametara i rezultata u testu MTNS20m (tablica 19).

**Tablica 19.** Rezultati stepwise backward regresijske analize skupa kinematičkih parametara testa unilateralni horizontalni ciklički skokovi 20 m dominantnom nogom (MUHCSD20m) i rezultata u testu trčanja 20 iz niskog starta (MTNS20m)

N=118	MTNS20m $R=0,487$ $R^2=0,237$ $F(1,116)=36,089$ $p<0,001$ SEE 0,108					
	b*	Part. r	b	Rsquare	t(116)	p
Intercept			4,261		30,741	0,000
MUHCSD20 v	-0,487	-0,487	-0,182	0,000	-6,007	0,000

**Legenda:** MUHCSD20v- prosječna brzina kretanja, (prediktorska varijabla), MTNS20m- trčanje 20 m iz niskog starta (kriterijska varijabla), R- koeficijent korelacije, R<sup>2</sup>- koeficijent determinacije, p- razina značajnosti, SEE- standardna pogreška prognoze, Intercept- vrijednost zavisne varijable za nulte vrijednosti nezavisnih, t-vrijednost kojom se testira značajnost regresijskih koeficijenata, b\*- regresijski koeficijent, Part. r- koeficijent parcijalne korelacije, statistički značajne vrijednosti na razini značajnosti  $p\leq 0,05$  otisnute su crvenim masnim brojevima

U tablici 20 prikazani su rezultati višestruke regresijske analize između kriterijske varijable rezultata u testu trčanja 20 m iz niskog starta (MTNS20m) i prediktorskih kinematičkih varijabli u testu unilateralni horizontalni ciklički skokovi 20 m dominantnom nogom (MUHCSD20m) bez parametra prosječne brzine ( $v$ ). Koeficijent determinacije iznosi  $R=0,517$  te je prediktorski skup objasnio 27% varijance kriterijske varijable. Iz skupa prediktora izdvajaju se četiri statistički značajne varijable: DK ( $p=0,005$ ; Part.  $r=-0,262$ ), TK ( $p=0,014$ ; Part.  $r=0,230$ ), TL ( $p=0,004$ ; Part.  $r=0,269$ ) i BK ( $p=0,004$ ; Part.  $r=0,269$ ). Prema rezultatima najvišu pozitivnu korelaciju ima prosječno trajanje leta i broj koraka. Varijabla FK nije statistički značajna.

**Tablica 20.** Prikaz rezultata višestruke regresijske analize između kriterijske varijable rezultata u testu trčanja 20 m iz niskog starta (MTNS20m) i prediktorskih kinematičkih varijabli u testu unilateralni horizontalni ciklički skokovi 20 m dominantnom nogom (MUHCSD20m) bez prosječne brzine

N=118	MTNS20m R= 0,517 R <sup>2</sup> = 0,267 F(5,112)=8,167 p<0,001 SEE 0,107					
	b*	Part. r	b	R <sub>square</sub>	t(112)	p
Intercept			2,136		3,444	0,001
MUHCS20 FK	0,422	0,128	0,128	0,931	1,369	0,174
MUHCS20 DK	-0,527	-0,262	-0,234	0,806	-2,872	0,005
MUHCS20 TK	0,412	0,230	0,002	0,759	2,501	0,014
MUHCS20 TL	0,705	0,269	0,003	0,885	2,961	0,004
MUHCS20 BK	0,340	0,269	0,048	0,507	2,954	0,004

**Legenda:** MUHCSD20m FK- prosječna frekvencija koraka, MUHCSD20m DK- prosječna dužina koraka, MUHCSD20m TK- prosječno trajanje kontakta, MUHCSD20m TL- prosječno trajanje leta, MUHCSD20m BK- broj koraka, MTNS20m- trčanje 20 m iz niskog starta, R- koeficijent korelacije, R<sup>2</sup>- koeficijent determinacije, p- razina značajnosti, SEE- standardna pogreška prognoze, Intercept- vrijednost zavisne varijable za nulte vrijednosti nezavisnih, t- vrijednost kojom se testira značajnost regresijskih koeficijenata, b\*- regresijski koeficijent, Part. r- koeficijent parcijalne korelacije, statistički značajne vrijednosti na razini značajnosti p ≤ 0,05 otisnute su crvenim masnim brojevima

Rezultati stepwise regresijske analize gore navedenog skupa prediktorskih varijabli s kriterijskom varijablom MTNS20m prikazani su u tablici 21. Izdvojen je jedan kinematički parametar koji ukazuje na negativnu povezanost BK na konačan rezultat u trčanju MTNS20m, koeficijent determinacije R= 0,383 te koeficijent determinacije R<sup>2</sup>= 0,147 na razini značajnosti p< 0,001.

**Tablica 21.** Rezultati stepwise backward regresijske analize skupa kinematičkih parametara testa unilateralni horizontalni ciklički skokovi 20 m dominantnom nogom (MUHCSD20m) bez prosječne brzine i rezultata u testu trčanja 20 iz niskog starta (MTNS20m)

N=118	MTNS20m R= 0,383 R <sup>2</sup> = 0,147 F(1,116)=19,962 p<0,001 SEE 0,114					
	b*	Part. r	b	R <sub>square</sub>	t(116)	p
Intercept			2,936		26,407	0,000
MUHCS20 BK	0,383	0,383	0,054	-0,000	4,468	0,000

**Legenda:** MUHCSD20m BK- broj koraka (prediktorska varijabla), MTNS20m- trčanje 20 m iz niskog starta (kriterijska varijabla), R- koeficijent korelacije, R<sup>2</sup>- koeficijent determinacije, p- razina značajnosti, SEE- standardna pogreška prognoze, Intercept- vrijednost zavisne varijable za nulte vrijednosti nezavisnih, t- vrijednost kojom se testira značajnost regresijskih koeficijenata, b\*- regresijski koeficijent, Part. r- koeficijent parcijalne korelacije, statistički značajne vrijednosti na razini značajnosti p ≤ 0,05 otisnute su crvenim masnim brojevima

Relacije skupa prediktorskih varijabli koje predstavljaju kinematički parametri testa unilateralni horizontalni ciklički skokovi 20 m dominantnom nogom (MUHCSD20m): v- prosječna brzina kretanja, FK- prosječna frekvencija koraka, DK- prosječna dužina koraka, TK- prosječno trajanje kontakta, TL- prosječno trajanje leta, BK- broj koraka i rezultata trčanja na 20 m iz letećeg starta (MTLS20m) utvrđene su višestrukom regresijskom analizom (tablica 22). Prediktori (kinematičke varijable) motoričkog testa MUHCSD20m povezani su većoj mjeri, nego prethodna dva kriterija, s rezultatom trčanja 20 m iz letećeg starta. Koeficijent multiple korelacije iznosi  $R= 0,572$ , dok 33% varijance kriterijske varijable može objasniti skup kinematičkih varijabli testa MUHCSD20m. U ovom slučaju ističe se samo jedna varijabla koja pokazuje statistički značajnu povezanost s kriterijem. To je prosječna brzina postignuta za vrijeme testa (MUHCSD20 v).

**Tablica 22.** Prikaz rezultata višestruke regresijske analize između kriterijske varijable rezultata u testu trčanja 20 m iz letećeg starta (MTLS20m) i prediktorskih kinematičkih varijabli u testu unilateralni horizontalni ciklički skokovi 20 m dominantnom nogom (MUHCSD20m)

N=118	MTLS20m $R= 0,572$ $R^2= 0,328$ $F(6,111)=9,008$ $p<0,001$ SEE 0,088					
	b*	Part. r	b	Rsquare	t(111)	p
Intercept			3,402		3,955	0,000
<b>MUHCSD20 v</b>	<b>-1,217</b>	<b>-0,235</b>	<b>-0,385</b>	<b>0,973</b>	<b>-2,546</b>	<b>0,012</b>
MUHCSD20 FK	0,349	0,111	0,089	0,931	1,177	0,242
MUHCSD20 DK	1,488	0,158	0,559	0,992	1,682	0,095
MUHCSD20 TK	-0,329	-0,080	-0,001	0,960	-0,848	0,398
MUHCSD20 TL	-0,700	-0,121	-0,002	0,980	-1,280	0,203
MUHCSD20 BK	0,166	0,141	0,020	0,507	1,500	0,136

**Legenda:** MUHCSD20v- prosječna brzina kretanja, MUHCSD20m FK- prosječna frekvencija koraka, MUHCSD20m DK- prosječna dužina koraka, MUHCSD20m TK- prosječno trajanje kontakta, MUHCSD20m- prosječno trajanje leta, MUHCSD20m BK- broj koraka (prediktorske varijable), MTLS20m- trčanje 20 m iz letećeg starta (kriterijska varijabla), R- koeficijent korelacije,  $R^2$ - koeficijent determinacije, p- razina značajnosti, SEE- standardna pogreška prognoze, Intercept- vrijednost zavisne varijable za nulte vrijednosti nezavisnih, t- vrijednost kojom se testira značajnost regresijskih koeficijenata, b\*- regresijski koeficijent, Part. r- koeficijent parcijalne korelacije, statistički značajne vrijednosti na razini značajnosti  $p \leq 0,05$  otisnute su crvenim masnim brojevima

**Tablica 23.** Rezultati stepwise forward regresijske analize skupa kinematičkih parametara testa unilateralni horizontalni ciklički skokovi 20 m dominantnom nogom (MUHCSD20m) i rezultata u testu trčanju 20 m iz niskog starta (MTLS20m)

N=118	MTLS20m R= 0,543 R <sup>2</sup> = 0,295 F(2,115)=24,029 p<0,001 SEE 0,088					
	b*	Part. r	b	R <sub>square</sub>	t(115)	p
Intercept			2,909		14,993	0,000
<b>MUHCSD20 v</b>	<b>-0,472</b>	<b>-0,444</b>	<b>-0,149</b>	<b>0,223</b>	<b>-5,315</b>	<b>0,000</b>
<b>MUHCSD20 BK</b>	0,126	0,131	0,015	0,223	1,415	0,160

**Legenda:** MUHCSD20m BK- broj koraka (prediktorske varijable), MTL20m- trčanje 20 m iz letećeg starta (kriterijska varijabla), R- koeficijent korelacije, R<sup>2</sup>- koeficijent determinacije, p- razina značajnosti, SEE- standardna pogreška prognoze, Intercept- vrijednost zavisne varijable za nulte vrijednosti nezavisnih, t-vrijednost kojom se testira značajnost regresijskih koeficijenata, b\*- regresijski koeficijent, Part. r- koeficijent parcijalne korelacije, statistički značajne vrijednosti na razini značajnosti p ≤ 0,05 otisnute su crvenim masnim brojevima

U tablici 23 prikazani su rezultati *stepwise forward* regresijske analize navedenog prediktorskog skupa varijabli i kriterijske varijable MTL20m. U ovom slučaju izdvojena su dva kinematička parametra koja najbolje opisuju varijabilitet u kriterijskoj varijabli (R<sup>2</sup>= 0,295) te povezanost (R= 0,543). Najveću snagu predikcije uspješnosti u testu MTL20m ima varijabla prosječna brzina kretanja (v) (p< 0, 001) i parcijalnom korelacijom Part. r= -0,444. Varijabla broj koraka (BK) nije statistički značajno povezana s kriterijskom varijablom (p= 0,160). Drugi kinematički parametri ne nose nove informacije o povezanosti prediktora i kriterijske varijable.

Izuzevši varijablu prosječne brzine (v) iz testa MUHCSD20m izvršena je višestruka regresijska analiza sa skupom prediktorskih varijabli koju čine kinematički parametri MUHCSD20m i rezultata testa MTL20m kao kriterijske varijable (tablica 24). Koeficijent multiple korelacije neznatno je manji nego u slučaju kada je i varijabla (v) sačinjavala prediktorski skup te iznosi R= 0,543 s koeficijentom determinacije R<sup>2</sup>= 0,295. Od pet parametara statistički značajna su tri: DK (p< 0,001; Part. r= -0,352), TK (p= 0,001; Part. r= 0,316) i TL (p= 0,018; Part. r= 0,222). Najvišu korelaciju s rezultatom u testu MTL20m pokazuje varijabla DK.

**Tablica 24.** Prikaz rezultata višestruke regresijske analize između kriterijske varijable rezultata u testu trčanja 20 m iz letećeg starta (MTLS20m) i prediktorskih kinematičkih varijabli u testu unilateralni horizontalni ciklički skokovi 20 m dominantnom nogom (MUHCSD20m) bez prosječne brzine

N=118	MTLS20m R= 0,537 R <sup>2</sup> = 0,288 F(5,112)=9,067 p<0,001 SEE 0,090					
	b*	Part. r	b	R <sub>square</sub>	t(112)	p
Intercept			1,629		3,150	0,002
MUHCS20m FK	0,350	0,108	0,090	0,931	1,152	0,252
MUHCS20m DK	-0,719	-0,352	-0,270	0,806	-3,974	0,000
MUHCS20m TK	0,572	0,316	0,002	0,759	3,519	0,001
MUHCS20m TL	0,564	0,222	0,002	0,885	2,404	0,018
MUHCS20m BK	0,169	0,139	0,020	0,507	1,488	0,140

**Legenda:** MUHCSD20m FK- prosječna frekvencija koraka, MUHCSD20m DK- prosječna dužina koraka, MUHCSD20m TK- prosječno trajanje kontakta, MUHCSD20m- prosječno trajanje leta, MUHCSD20m BK- broj koraka, MTLS20m- trčanje 20 m iz letećeg starta, R- koeficijent korelacije, R<sup>2</sup>- koeficijent determinacije, p- razina značajnosti, SEE- standardna pogreška prognoze, Intercept- vrijednost zavisne varijable za nulte vrijednosti nezavisnih, t-vrijednost kojom se testira značajnost regresijskih koeficijenata, b\*- regresijski koeficijent, statistički značajne vrijednosti na razini značajnosti p≤ 0,05 otisnute su crvenim masnim brojevima

U tablici 25. prikazani su rezultati *stepwise* regresijske analize skupa kinematičkih parametara testa MUHCSD20m bez prosječne brzine i rezultata u testu MTLS20m. Rezultati ukazuju kako su iz prethodnog skupa izdvojene dvije kinematičke varijable koje su statistički značajne. Njihov koeficijent multiple korelacije s kriterijskom varijablom je R= 0,486 dok koeficijent determinacije iznosi R<sup>2</sup>= 0,236. Varijabla DK ima koeficijent korelacije s kriterijskom varijablom Part. r= -0,469 uz značajnost p< 0,001. Varijabla TK ima nešto niži koeficijent korelacije Part. r= 0,425; p< 0,001 i vremena trčanja 20 metara iz letećeg starta.

**Tablica 25.** Rezultati stepwise forward regresijske analize skupa kinematičkih parametara testa unilateralni horizontalni ciklički skokovi 20 m dominantnom nogom (MUHCSD20m) bez prosječne brzine i rezultata u testu trčanju 20 m iz niskog starta (MTLS20m)

N=118	MTLS20m R= 0,486 R <sup>2</sup> = 0,236 F(2,115)=17,776 p<0,001 SEE 0,092					
	b*	Part. r	b	R <sub>square</sub>	t(115)	p
Intercept			2,402		33,649	0,000
MUHCS20m DK	-0,607	-0,469	-0,228	0,417	-5,687	0,000
MUHCS20m TK	0,538	0,425	0,002	0,417	5,041	0,000

**Legenda:** MUHCSD20m DK- prosječna dužina koraka, MUHCSD20m TK- prosječno trajanje kontakta, MTLS20m- trčanje 20 m iz letećeg starta, R- koeficijent korelacije, R<sup>2</sup>- koeficijent determinacije, p- razina značajnosti, SEE- standardna pogreška prognoze, Intercept- vrijednost zavisne varijable za nulte vrijednosti nezavisnih, t-vrijednost kojom se testira značajnost regresijskih koeficijenata, b\*- regresijski koeficijent, Part. r- koeficijent parcijalne korelacije, statistički značajne vrijednosti na razini značajnosti p≤ 0,05 otisnute su crvenim masnim brojevima

## 5.5 Razlike u postignućima i kinematičkim parametrima u izvedbi unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova na 20 m između dominantne i nedominantne noge

Utvrdjivanje razlika postignuća i kinematičkih parametara u izvedbi testa unilateralnih cikličkih skokova 20 m dominantnom i nedominantnom nogom analizirane su t-testom za zavisne uzorke, a zbog pojedinih varijabli izvedbe motoričkog testa nedominantnom nogom, koje su značajnije odstupale od normalne distribucije korišten je Sign test. Rezultati testa prikazani su u tablici 26.

Rezultati t- testa za zavisne uzorke pokazuju da postoji statistički značajna razlika u izvedbi motoričkog testa MUHCS20m između dominantne i nedominantne noge u rezultatu (T) ostvarenom na testu ( $t = -13,938$ ,  $p < 0,001$ ). Ispitanici su u navedenom motoričkom zadatku postigli rezultat dominantnom nogom  $4,41 \pm 0,32$  s, dok su nedominantnom nogom ostvarili rezultat  $4,72 \pm 0,34$  s. Promatrajući ostale kinematičke parametre koji su analizirani u istraživanju, može se zaključiti da u svim parametrima, osim prosječnog vremena trajanja leta (TL), postoji statistički značajna razlika u izvedbi boljom i lošijom nogom. Statistički značajne razlike u izvedbi dominantnom i nedominantnom nogom motoričkog testa MUHCS20m najviše se očituju u sljedećim kinematičkim parametrima analiziranim u testu: 1. prosječnoj brzini kretanja (v) ( $t = 13,730$ ,  $p < 0,001$ ) u kojem si ispitanici dominantnom nogom postigli prosječnu brzinu  $4,56 \pm 0,33$  m/s te nedominantnom  $4,26 \pm 0,30$  m/s, 2. prosječnoj frekvenciji koraka (FK) ( $Z = 3,406$ ,  $p < 0,001$ ) ispitanici su ostvarili  $2,26 \pm 0,41$  koraka u sekundi dominantnom te  $2,15 \pm 0,15$  koraka u sekundi nedominantnom nogom, 3. prosječnoj dužini koraka (DK) ( $t = 2,460$ ,  $p = 0,015$ ) ispitanici su postigli dužinu koraka  $2,06 \pm 0,28$  m dominantnom te  $1,99 \pm 0,18$  m nedominantnom nogom, 4. prosječnom trajanju kontakta (TK) ( $t = -4,663$ ,  $p < 0,001$ ) u kojem su ispitanici dominantnom nogom postigli prosječno vrijeme od  $193,39 \pm 25,01$  ms dok su nedominantnom nogom postigli vrijeme od  $203,89 \pm 19,22$  ms te 4. broju koraka na dionici (BK) ( $Z = 3,570$ ,  $p < 0,001$ ) koji iznosi  $9,14 \pm 0,87$  koraka u izvedbi testa dominantnom nogom i  $9,44 \pm 0,95$  koraka u izvedbi nedominantnom nogom. Razlike u varijabli trajanje leta (TL) nisu statistički značajne ( $p = 0,118$ ). Ispitanici su ostvarili prosječno vrijeme trajanja leta od  $259,32 \pm 34,23$  ms dominantnom te  $265,58 \pm 22,80$  ms nedominantnom nogom.



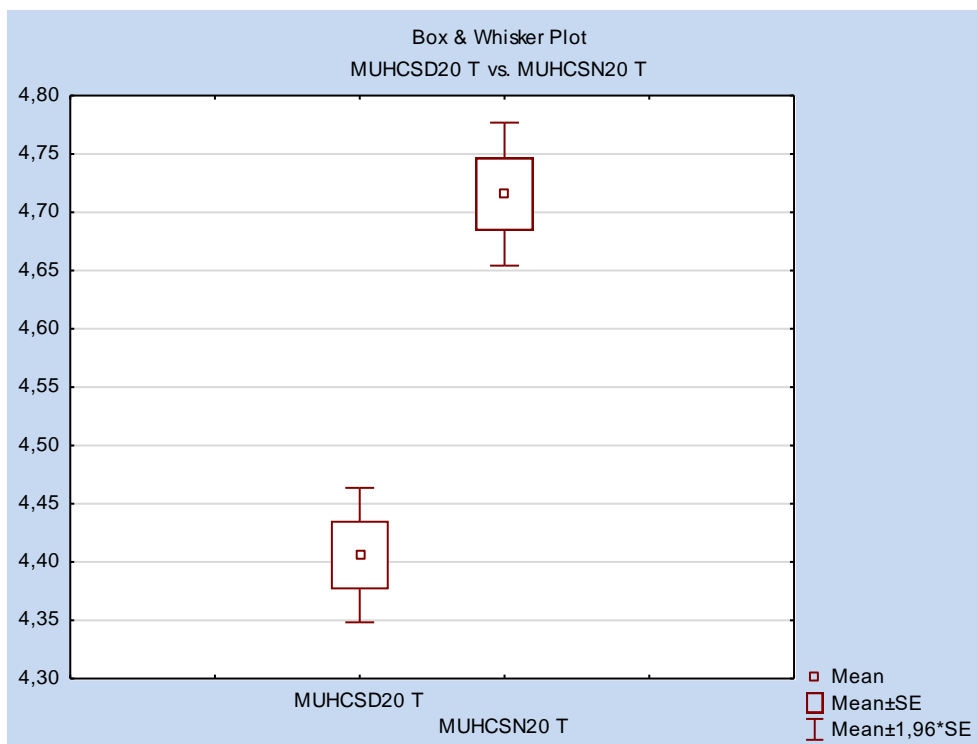
**Tablica 26.** Rezultati t-testa i Sign testa za zavisne uzorke u postignućima i kinematičkim parametrima u izvedbi testa unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova 20 m između dominantne (MUHCSD20m) i nedominantne noge (MUHCSN20m)

VAR	MUHCSN20m	MUHCSN20m	t/Z*	p
	AS±SD	AS±SD		
<b>T (s)</b>	4,41±0,32	4,72±0,34	<b>-13,938</b>	<b>0,000</b>
<b>v (m/s)</b>	4,56±0,33	4,26±0,30	<b>13,730</b>	<b>0,000</b>
<b>FK (k/s)</b>	2,26±0,41	2,15±0,15	<b>3,406*</b>	<b>0,000*</b>
<b>DK (m)</b>	2,06±0,28	1,99±0,18	<b>2,460</b>	<b>0,015</b>
<b>TK (ms)</b>	193,39±25,01	203,89±19,22	<b>-4,663</b>	<b>0,000</b>
<b>TL (ms)</b>	259,32±34,23	265,58±22,80	1,565*	0,118*
<b>BK (n)</b>	9,14±0,87	9,44±0,95	<b>3,570*</b>	<b>0,000*</b>
<b>SI</b>		107,18± 6,20	7,2%	

**Legenda:** MUHCSD20m- unilateralni horizontalni ciklički skokovi 20 m dominantnom nogom, MUHCSN20m- unilateralni horizontalni ciklički skokovi 20 m nedominantnom nogom, AS±SD- aritmetička sredina i standardna devijacija, t- t vrijednost, p- razina značajnosti, v- brzina, FK- prosječna frekvencija koraka, DK- prosječna dužina koraka, TK- prosječno trajanje kontakta, TL- prosječno trajanje leta, BK- broj koraka, statistički značajne vrijednosti na razini značajnosti  $p \leq 0,05$  otisnute su crvenim masnim brojevima, \* vrijednosti Sign testa, SI- indeks simetrije

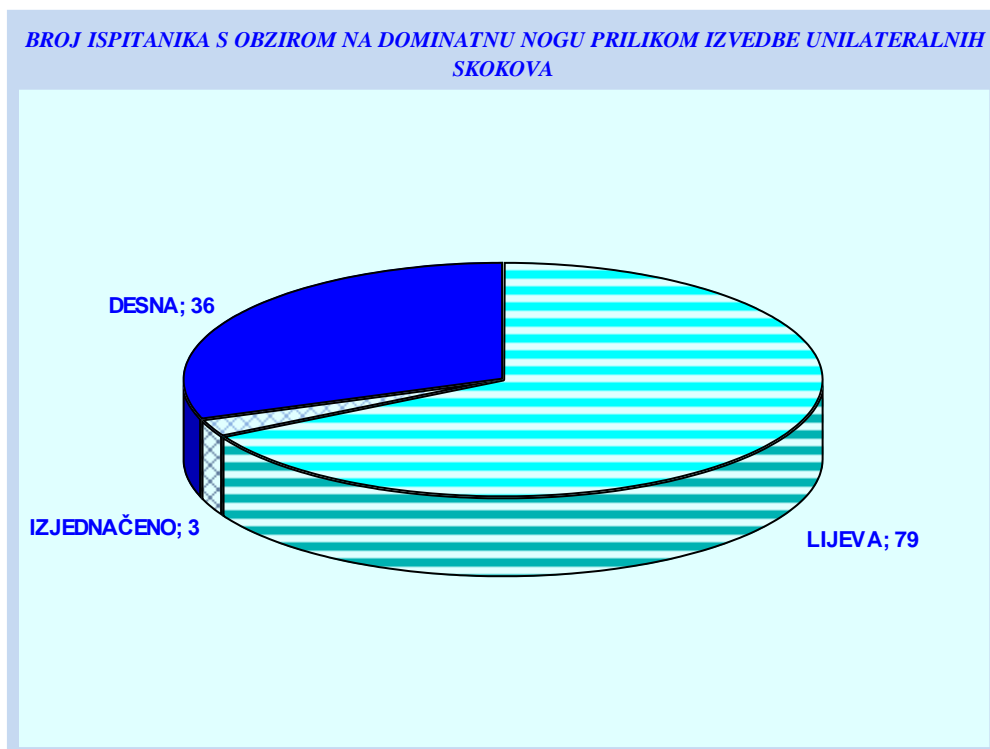
Kako su Kolmogorov-Smirnovljevim testom utvrđene varijable u kojima distribucija rezultata značajno odstupa od normalne, razlika rezultata i kinematičkih parametara utvrđena je Sign testom. Kod rezultata u izvedbi testa MUHCSN20m (nedominantnom nogom) tri varijable rezultati značajno odstupaju od normalne distribucije prema K-S kriteriju: FK, TL i BK. Kako su rezultati u oba testa za utvrđivanje razlika (parametrijski i neparametrijski) između zavisnih varijabli pokazali slične vrijednosti, može se zaključiti kako postoje statistički značajne razlike između postignuća i kinematičkih parametara u izvedbi testa MUHCS20m dominantnom i nedominantnom nogom u svim varijablama, osim varijabli TL. Graf 8 prikazuje udaljenost aritmetičkih sredina rezultata u testu unilateralni horizontalni ciklički skokovi 20 m u izvedbi dominantnom i nedominantnom nogom (MUHCSD20m)  $AS = 4,41 \pm 0,32$  s i (MUHCSN20m)  $AS = 4,72 \pm 0,34$  s. T-testom za zavisne uzorke utvrđena je statistički značajna razlika u izvedbi testa MUHCS20m dominantnom i nedominantnom nogom ( $t = -13,94$ ,  $p < 0,001$ ), kao što je prikazano i u tablici 26.





**Graf 8.** Grafički prikaz aritmetičkih sredina rezultata postignutih u testovima unilateralni horizontalni ciklički skokovi 20 m dominantnom nogom (MUHCSD20m) i unilateralni horizontalni ciklički skokovi 20 m nedominantnom nogom (MUHCSN20m)

Indeks simetrije (SI) dominantne i nedominantne noge pri izvedbi testa MUHCS20m izračunat je na način da se rezultat nedominantne noge podijeli s rezultatom dominantne noge te pomnoži sa sto (Barber i sur., 1990). Taj indeks, odnosno razlika između dominantne i nedominantne noge iznosi 107,18, odnosno 7,2% (Tablica 26). Prilikom izvedbe testa njih 79 (67%) koristilo je lijevu nogu kao dominantnu, 36 (30%) desnu, dok je troje ispitanika (3%) postiglo isti rezultat lijevom i desnom nogom (Graf 9).



**Graf 9.** Grafički prikaz broja ispitanika s obzirom na dominantnu nogu prilikom izvedbe testa i unilateralni horizontalni ciklički skokovi 20 m (MUHCS20m)

## 6. DISKUSIJA

Ovo istraživanje imalo je za cilj utvrditi opravdanost uporabe specifičnog motoričkog testa unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova na 20 m (MUHCS20m) u praktičnoj primjeni prilikom selekcije sportaša i kontrole sportske forme. Drugim riječima, ciljevi su se odnosili na utvrđivanje internih metrijskih karakteristika motoričkog testa unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova na 20 m, utvrđivanje povezanosti (prognostičke valjanosti) testa unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova na 20 m u odnosu na startno ubrzanje (trčanje na 20 m iz niskog starta), maksimalnu brzinu trčanja (trčanje na 20 m iz letećeg starta) i trčanje na 100 m, utvrđivanje povezanosti kinematičkih parametara motoričkog testa unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova na 20 m i kinematičkih parametara testova trčanja na 20 m iz niskog starta i trčanja na 20 m iz visokog starta, utvrđivanje povezanosti kinematičkih parametara u izvedbi motoričkog testa unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova na 20 m i postignuća trčanja startnog ubrzanja (trčanje na 20 m iz niskog starta), maksimalne brzine trčanja (trčanje na 20 m iz letećeg starta) i trčanja na 100 m te utvrđivanje razlika između postignuća i kinematičkih parametara u izvedbi testa unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova na 20 m kod dominantne i nedominantne noge.

Ponajprije, postojala je potreba za standardiziranjem motoričkog testa unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova na 20 m (MUHCS20m) jer dosad u nama dostupnoj literaturi nije pronađen opis testa niti njegova uporaba prilikom testiranja sportaša kao niti utvrđivanje povezanosti s pojedinim segmentima sprinterskog trčanja u sportskim disciplinama u kojima dominiraju brzinsko-snažne strukture gibanja i sprinterskim atletskim disciplinama. Upravo će prvi dio diskusije biti posvećen problematici i analizi rezultata internih metrijskih karakteristika spomenutog testa. U drugom dijelu diskusije, prema postavljenim ciljevima, analizirat će se dobiveni rezultati statističkim metodama u utvrđivanju povezanosti postignuća i kinematičkih parametara između navedenih motoričkih testova te utvrđivanju razlika u testu MUHCS20m u izvedbi dominantnom i nedominantnom nogom. U zadnjem dijelu diskusije bit će navedeni nedostaci ovog istraživanja i smjernice za buduća istraživanja vezana za problematiku kojom se bavi ovaj rad.

## 6.1 Analiza rezultata internih metrijskih karakteristika motoričkog testa unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova na 20 m (MUHCS20m)

Kako je spomenuto u uvodu diskusije, prije provođenja glavnog eksperimenta istraživanja bilo je potrebno definirati konačan oblik testa MUHCS20m te izvršiti standardizaciju mjernog instrumenta, odnosno testa, što podrazumijeva definiranje predmeta mjerenja, odabir odgovarajućeg testa, izbor podražajnih situacija, standardizaciju te utvrđivanje metrijskih karakteristika. Ovim testom procjenjuje se latentna dimenzija eksplozivne snage donjih ekstremiteta. Standardizacija mjernog postupka podrazumijeva precizan opis svih postupaka i uvjeta u kojima se provodi mjerenje nekim mjernim instrumentom te način bodovanja i vrednovanja dobivenih rezultata (Dizdar, 2006). Test je standardiziran i opisan u poglavlju 4.2 Uzorak varijabli. Nakon prethodnih postupaka test je proveden na uzorku od 31 studenta sportaša starosti  $20,61 \pm 1,96$  godina. Svi ispitanici test su izveli tri puta boljom, odnosno dominantnom nogom. Nakon prikupljenih rezultata testiranja utvrđene su metrijske karakteristike.

Tri ponovljena mjerenja testa MUHCS20m testirana su Komogorov-Smirnovljevim testom na razini  $p \leq 0,05$  koji je potvrdio da rezultati u svim česticama testa ne odstupaju značajno od normalne distribucije. Rezultati deskriptivne statistike otkrivaju kako su ispitanici u prosjeku postigli najbolje rezultate u drugom mjerenju ( $AS = 5,08 \pm 0,40$  s) te gotovo slične u posljednjem mjerenju ( $AS = 5,10 \pm 0,44$  s), što ukazuje da su ispitanici tijekom prvog mjerenja još učili motorički zadatak iako prosječna razlika u postignutim rezultatima nije velika ( $AS = 5,22 \pm 0,44$  s). Kako se radi o kompozitnom mjernom instrumentu, pouzdanost se određivala metodom interne konzistencije, kondenzacijom rezultata jednostavnom linearnom kombinacijom originalnih rezultata – Chronbach  $\alpha = 0,953$ , jednostavnom linearnom kombinacijom standardiziranih rezultata – Spearman-Brown = 0,955 te prvom glavnom komponentom – Kaiser-Cafferey  $\alpha = 0,955$ . Visoki koeficijenti pouzdanosti upućuju da se radi o pouzdanom mjernom instrumentu. Ovaj motorički test ima vrijednosti pouzdanosti na razini sličnih testova kojim se procjenjuje eksplozivna snaga nogu poput troskoka s mjesta, skoka u dalj s mjesta, Sargentovog testa, skoka iz čučnja, koji pokazuju koeficijente pouzdanosti (Crombachova  $\alpha$ ) u rasponu od 0,93 do 0,98 (Marković i sur., 2004). U većem broju publikacija koje su za cilj imale utvrđivanje metrijskih karakteristika motoričkih testova kojima se procjenjuje eksplozivna snaga nogu, kao što su unilateralni i bilateralni skokovi vertikalne ili horizontalne usmjerenosti, pouzdanost se utvrđivala test-retest metodom. Test-retest metoda podrazumijeva primjenu motoričkog testa na istoj grupi ispitanika u dvije vremenske točke, pri

čemu se koeficijentom pouzdanosti smatra korelacija između rezultata prvog i ponovljenog mjerenja (Dizdar, 2006). Pouzdanost navedene metode za horizontalne skokove, prema rezultatima istraživanja pojedinih autora, iznosi u rasponu  $ICC = 0,90 - 0,99$  (Maulder i Cronin, 2005; Schuster i Jones, 2016; Maćkala, Fostiak i Kowalski, 2015; Asadi, 2016 i dr.).

Također, test ima vrlo visoku homogenost uz napomenu da prva čestica (1. mjerenje) ima nešto manju korelaciju u odnosu na 2. i 3. mjerenje, pa se predlaže korištenje barem jednog probnog pokušaja te test ima zadovoljavajuću osjetljivost za populaciju studenata zagrebačkog sveučilišta koji se aktivno bave sportom. Prosječna korelacija među česticama testa zadovoljava kriterij homogenosti te iznosi  $\bar{r} = 0,88$  što ukazuje da rezultati ispitanika u svim česticama zavise od istog predmeta mjerenja.

Rezultati ovog istraživanja upućuju na zaključak kako motorički test MUHCS20m ima vrlo visoke koeficijente pouzdanosti, neovisno o načinu utvrđivanja konačnog rezultata u testu (procjene pravog rezultata) pa se složenijim načinima procjene pravog rezultata ne postiže bitno veća pouzdanost. Stoga se predlaže koristiti najjednostavniji način kondenzacije (procjene pravog rezultata) – aritmetičku sredinu originalnih rezultata. Osim toga, a s obzirom na vrlo visok koeficijent pouzdanosti te kako bi se postigla veća ekonomičnost testa, moguće je zadatak izvoditi 2 puta i kao konačan rezultat uzeti bolji. Time bi se postigla dodatna ušteda vremena pri korištenju testa uz još uvijek visoku pouzdanost.

Prema navedenim rezultatima može se utvrditi da motorički test unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova na 20 m ima zadovoljavajuće interne metrijske karakteristike (pouzdanost, homogenost, osjetljivost). Prognostička valjanost testa analizirat će se u daljnjem tekstu.

## **6.2 Analiza rezultata povezanosti rezultatskih postignuća u testu unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova na 20 m (MUHCS20m) s rezultatima u testovima trčanja na 20 m iz niskog starta (MTNS20m), trčanja na 20 m iz letećeg starta (MTLS20m) i trčanja na 100 m (M100m)**

Prema deskriptivnim pokazateljima dobivenim na uzorku ispitanika od 118 studenata Kineziološkog fakulteta u Zagrebu vidljivo je kako su rezultati u svim mjerenim varijablama normalno distribuirani, osim u varijablama dobi ispitanika (DOB) i tjelesne mase (ATT). Rezultati nisu relevantni jer služe za opis uzorka te se nisu koristili u statističkim analizama u radu. Ispitanici su prosječne starosti  $20,61 \pm 1,17$  godina u rasponu od 19 do 25 godina zbog čega rezultati nisu normalno distribuirani, ali za pretpostaviti je kako to ne utječe na ostale rezultate u ostalim motoričkim testovima. Prosječna visina ispitanika je  $ATV = 179,68 \pm 6,42$  cm, a prosječna masa  $ATT = 75,56 \pm 7,32$  kg što su karakteristike koje ne odstupaju značajnije od populacije vrhunskih sprintera prema rezultatima istraživanja nekih autora (Mačkala, Fostiak i Kowalski, 2015; Mačkala i Mero, 2013; Čoh, Milanović i Kampmiller, 2001; Maulder, Bradshaw i Keogh, 2006; Babić, 2005; Gajer, Thepaut-Mathieu i Lehenaff, 1999). Odstupanja su malo viša u tjelesnoj masi u korist sprintera, najvjerojatnije zbog veće mišićne mase. Za pretpostaviti je da bi u ostalim morfološkim karakteristikama poput postotka mišićne mase, postotka balastne mase te razlike između studenata Kineziološkog fakulteta i vrhunskih sprintera bile značajnije naglašene. Uzimajući u obzir studentsku populaciju, ispitanici Kineziološkog fakulteta zasigurno odstupaju od ostalih studenata prema kriterijima morfoloških mjera i motoričkih sposobnosti s obzirom da su pozitivno selekcionirani prilikom upisa na studij Kineziologije. Oni su zbog genetski uvjetovanih predispozicija, zbog uključenosti u trenažne procese u pojedinim sportskim granama i disciplinama te spomenute selekcije prilikom upisa na studij, prema morfološkim karakteristikama bliži populaciji vrhunskih sprintera nego ostaloj studentskoj populaciji.

Analizirajući deskriptivne parametre postignuća ispitanika u motoričkim testovima trčanja na 100 m, trčanja na 20 m iz niskog starta, trčanja na 20 m iz letećeg starta i unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova na 20 m dominantnom i nedominantnom nogom, za pretpostaviti je kako su rezultati u varijablama normalno distribuirani bez obzira na veći raspon rezultata u pojedinim varijablama, što je potvrdilo testiranje normaliteta distribucije prema K-S kriteriju. U varijabli trčanja na 100 m ispitanici su ostvarili prosječan rezultat od  $12,97 \pm 0,54$  s, od toga je najbrži rezultat iznosio 11,36, a najsporiji 14,47 sekundi. Uspoređujući s rezultatima vrhunskih sprintera, rezultati ispitanika zamjetno su lošiji, ali gledajući ostalu

populaciju sportaša i studenata fakulteta kineziologije drugih država, ti rezultati su slični ili nešto bolji. Pojedini autori navode sljedeće vrijednosti:  $12,20 \pm 0,36$  s (Maćkla, Fostiak i Kowalski, 2015),  $13,00 \pm 0,51$  s (Babić, Čoh i Dizdar, 2011),  $12,60 \pm 0,9$  s (Berthoin i sur., 2001). Vrhunski atletičari koji su trčali u finalima Olimpijskih igara 2008. i 2012. imali su prosječne rezultate  $9,96 \pm 0,05$  s i  $9,86 \pm 0,10$  s bez rezultata Usaina Bolta koji je trčao u tim finalima (Maćkala i Mero, 2013). Slovenski vrhunski sprinteri u prosjeku 100 m pretrče za  $10,52 \pm 0,19$  s (Čoh, Milanović i Kampmiller, 2001). Razlika u rezultatima iznosi 3 sekunde, odnosno 2,5 što ukazuje na specifičan trenažni proces, proces učenja, genetski uvjetovanu sposobnost i selekciju sprintera. Na populaciji studenata Kineziološkog fakulteta Babić (2005) je u svom istraživanju dobila slične rezultate u trčanju na 100 m ( $AS = 13,00 \pm 0,51$  s), što govori o sličnim sposobnostima ispitanika u prostoru brzine trčanja, odnosno sprinta, ali i većoj varijabilnosti rezultata unutar skupine ispitanika.

Specifični testovi za procjenu brzine trčanja koji u ovom istraživanju predstavljaju dvije faze sprinterskog trčanja, trčanja startnog ubrzanja (trčanje na 20 m iz niskog starta) i trčanja maksimalnom brzinom (trčanje na 20 m iz letećeg starta) često se nalaze u bateriji motoričkih testova prilikom kontrole natjecateljske forme u natjecateljskom i prednatjecateljskom periodu, ali i prilikom selekcije i usmjeravanja sportaša, odnosno sprintera. Velik broj radova i autora potvrdio je povezanost rezultata u ova dva testa s rezultatima trčanja na 100 m (Dick, 1989; Čoh, Milanović i Kampmiller, 2001; Babić, 2005; Babić, 2010 i dr.) te sličnih testova u trčanju na 10, 30 ili 40 m u predikciji rezultata u sprintu (Habibi, i sur., 2010; Maćkala, Fostiak i Kowalski, 2015 i dr.). Iako je trčanje u spomenutim testovima po svojoj strukturi sprinterskog trčanja potpuno različito, zajedničko im je postići što veću brzinu sa što boljom kontrolom i što racionalnijim izvođenjem gibanja (Babić, 2005), što zahtijeva dugogodišnje učenje i savladavanje svih faza sprinterskog trčanja. Ispitanici u ovom istraživanju postigli su rezultate koji su normalno distribuirani, premda mjere asimetrije upućuju na blago negativno asimetričnu distribuciju rezultata, što upućuje da je više rezultata lošije od prosječnog. Prosječni rezultat ispitanika u testu MTNS20m iznosi  $3,43 \pm 0,12$  s te  $2,36 \pm 0,10$  s u testu MTL20m.

U publikacijama u kojima su korišteni testovi eksplozivne snage tipa skočnosti autori su vršili predikciju i povezanost rezultata na pojedine segmente sprinterskog trčanja (Meylan i sur., 2010; Cronin i Hansen, 2005; Little i Williams, 2005; Young, James i Montgomery, 2002; Young, McLean i Ardagna, 1995; Vescovi i Mcguigan, 2008; Maćkala, Fostiak i Kowalski, 2015; Babić, 2005; Babić, 2010; Nesser i sur., 1996; Young, 1995 i dr.) koja nije obuhvaćala samo sprinterske discipline u atletici, već uglavnom momčadske sportove u čijim se

kompleksnim strukturama nalazi i startno ubrzanje te trčanje maksimalnom brzinom. U istraživanju je korišten motorički test MUHCS20 m koji su ispitanici izveli dominantnom i nedominantnom nogom, a za utvrđivanje povezanosti unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova i segmenata sprinterskog trčanja uzimani su u obzir rezultati postignuti dominantnom nogom.

Matrica korelacija ukazuje na visoke koeficijente korelacije između rezultata trčanja na 100 m i specifičnih testova brzine MTNS20m ( $r = 0,67$ ) i MTL20m ( $r = 0,77$ ), koji predstavljaju dva segmenta sprinterskog trčanja: startno ubrzanje i maksimalnu brzinu trčanja. Kako su se posljednja dva testa ustalila u praksi prilikom praćenja i kontrole sportske forme te selekcije i usmjeravanja u mnogim sportovima, pa tako i u sprinterskim disciplinama, očekivana je visoka korelacija s rezultatom trčanja na 100m. Najvišu povezanost u matrici imaju rezultati u testovima MTNS20m i MTL20m ( $r = 0,80$ ) što ne iznenađuje jer su dionice jednake dužine, a cilj je pretrčati dionicu maksimalno brzo (iz niskog starta ili zaleta). Koeficijente korelacije novog motoričkog testa MUHCS20m i njihovu povezanost s ostalim varijablama analizirat će se u sljedećim poglavljima.

I u ovom slučaju rezultati postignuti u testu MUHCS20m normalno su distribuirani prema K-S kriteriju. Povezanost rezultata MUHCS20m dominantnom nogom i postignuća u testovima M100m, MTNS20m i MTL20m analizirana je jednostavnom regresijskom analizom.

### **6.2.1 Analiza rezultata povezanosti rezultatskih postignuća u testu unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova na 20 m (MUHCS20m) i rezultata u testu trčanja na 100 m (M100m)**

Rezultati regresijske analize potvrđuju statistički značajnu povezanost unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova i postignuća u trčanju na 100 m. Koeficijent korelacije iznosi  $R = 0,38$  dok je koeficijent determinacije objašnjeni dio varijance od 14 % ( $R^2 = 0,14$ ). Dakle, postoji statistički značajna umjerena povezanost dviju varijabli, s tim da ta povezanost nije velika. Dosad je utvrđeno kako eksplozivna snaga ima dominantan utjecaj na rezultate trčanja na 100 m te baterije testova prilikom kontrole, praćenja i selekcije sprintera sadrže testove kojima se mjeri latentno područje eksplozivne snage tipa bacanja i skočnosti. Rezultati analize pomalo iznenađuju s obzirom na to da velik broj istraživanja pokazuje puno veću povezanost rezultata u skokovima vertikalne i horizontalne usmjerenosti s brzinom trčanja u sprintu na 100



m (Draganov i sur., 1985; Čoh i Krugovnik, 1990; Vittori, 1995; Babić, 2005). Sprintersko trčanje, pojednostavljeno gledajući, zapravo se sastoji od višestrukih skokova s noge na nogu, zahtijevajući povoljan omjer između frekvencije i dužine koraka u cilju postizanja što veće brzine kretanja. Kako trčanje, osobito sprint, zahtijeva ispoljavanje horizontalne i vertikalne sile (Hunnter, Marshall i McNair, 2004; Holm i sur., 2008), Holm i sur. (2008) pretpostavljaju kako bi rezultati u testovima horizontalno usmjerene skočnosti bili bolji prediktor sprinterske sposobnosti nego vertikalni skokovi. Postignuća u sprintu, ali i skokovima ovise o sposobnosti kontrakcije mišića, vrsti i broju mišićnih vlakana, međumišićnoj koordinaciji te o neuralnoj adaptaciji i aktivnosti (Mero i Komi, 1981; Čoh i Dolenc, 1996; Babić, 2005). Iz navedenih razloga, očekivana je veća mogućnost predikcije rezultata u sprintu na 100 m preko rezultata u testu MUHCS20m. Vrijeme postignuto na testu unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova na 30 m je pozitivan doprinos uspješnosti u trčanju na 60 m kod djevojčica (Babić, 2001; Babić i sur., 2010). Povezanost unilateralnih horizontalnih skokova s vremenom trčanja, ali i brzinom postignutom na 100 m veća je kod sprintera, nego studenata fakulteta kineziologije (Mačkala, Fostiak i Kowalski, 2015). Za pretpostaviti je kako je isti trend prisutan i kod ostale sportske populacije koja nije specijalizirana za sprintersko trčanje na 100 m. Sprintersko trčanje na 100 m dijeli se u više segmenata s obzirom na strukturalne specifičnosti, start i startno ubrzanje, trčanje maksimalnom brzinom i deceleraciju (Ae, Ito, i Suzuki, 1992; Brüggemann i Glad, 1990; Shen, 2000, Babić 2005). To je jedna od jednostavnijih podjela jer pojedini autori spomenute faze dijele u više podfaza. U daljnjem tekstu analizirat će se povezanost postignuća u testu koji mjeri eksplozivnu snagu nogu MUHCS20m i postignuća u testovima MTNS20m, koji predstavlja trčanje starta i startnog ubrzanja, te MTL20, koji predstavlja sljedeću fazu sprinta na 100 m – trčanje maksimalnom brzinom.

### **6.2.2 Analiza rezultata povezanosti rezultatskih postignuća u testu unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova na 20 m (MUHCS20m) i rezultata u testu trčanja na 20 m iz niskog starta (MTNS20m)**

Rezultati regresijske analize kojom se utvrđivala povezanost prediktorske varijable rezultata u motoričkom testu unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova na 20 m (MUHCS20m) i rezultata u testu trčanja na 20 m iz niskog starta (MTNS20m) pokazuju statistički značajnu povezanost ( $R = 0,49$ ). Prediktorskom varijablom može se objasniti ukupno 24 % varijance rezultata u kriterijskoj varijabli testa MTNS20m. Iako postoji statistički

značajna povezanost, očekivan je viši koeficijent korelacije rezultata postignutih u ova dva testa iz razloga što postoje podaci istraživanja u kojima skokovi horizontalne usmjerenosti imaju veću korelaciju s trčanjem na 5, 10, 20 ili 25 metara. Koeficijenti korelacije razlikuju se s obzirom na vrstu skokova (bilateralni, unilateralni, ciklički ili jednokratni) i dužinu dionice kojom se mjerila brzina startnog ubrzanja od 0,66 do 0,86 (Mero i sur., 1983; Nesser i sur., 1996; Maulder i Cronin, 2005; Schuster i Jones, 2016; Agar-Newman i Klimstra, 2015). Trčanje startnog ubrzanja sastoji se od više podfaza: početnog ubrzanja 0 – 12 m, koje je karakterizirano konstantnim povećanjem dužine koraka, glavnog ubrzanja 12 – 35 m (Maćkala, Fostiak i Kowalski, 2015) te treće podfaze, koja je prisutna samo kod vrhunskih sprintera 35 – 60 m. Vrhunski sprinteri dostižu maksimalnu brzinu trčanja između 50. i 70. metra (Ae, Ito i Suzuki, 1992; Brüggemann i Glad, 1990; Gajer i sur., 1999; Maćkala, Fostiak i Kowalski, 2015). Prema dostupnim podacima (Babić, Čoh i Dizdar, 2011) sportaši koji nisu vrhunski sprinteri postižu maksimalnu brzinu trčanja oko 30. metra, što upućuje i na niže vrijednosti brzine u prvom dijelu, a tako i u fazi trčanja maksimalnom brzinom. S obzirom da su veću prediktivnu vrijednost pokazali horizontalni skokovi u trčanju startnog ubrzanja zbog sličnog obrasca kretanja, odnosno sposobnosti ispoljavanja velike koncentrične sile i generiranja velike brzine tijekom akceleracije, što je od velikog značaja na samom početku sprinterskog trčanja (Maćkala, Fostiak i Kowalski, 2015; Bissas i Havenetidis, 2008; Young, 1992), Rimmer i Sleivert (2000) predlažu da bi se horizontalni skokovi trebali uzeti u obzir kao specifična vježba kojom se razvija startno ubrzanje (akceleracija). Razlog nižeg koeficijenta povezanosti u ovom istraživanju nego kod ostalih autora može se pripisati nedovoljnoj razini usvojenog motoričkog znanja i manjoj snazi mišića donjih ekstremiteta. Naime, ispitanici su tijekom nastave učili i probali startati iz startnog bloka, ali je bio nedovoljan broj iteracija kako bi savladali strukturu pokreta na ozbiljnijoj razini jer su start i izlazak iz startnog bloka vrlo složena struktura kretanja. U publikacijama u kojima se utvrđuje povezanost skokova i brzine trčanja kod startnog ubrzanja, test trčanja na 20 m, 5 m, 10 m ili 30 m ispitanici su u većini slučajeva izvodili tako što su kretali iz visokog starta te su time postizali veću brzinu na kraćoj dionici (Asadi, 2016; Loturco i sur., 2015; Holm i sur., 2008; Schuster i Jones, 2016; Maulder i Cronin, 2005. i dr.). Maćkala i sur. (2015) koristili su u bateriji testova deseteroskok i peteroskok koji su po svojoj strukturi slični MUHCS20m, samo je krajnji rezultat drukčiji jer je u pitanju ukupna dužina skokova dok se kod testa MUHCS20m mjeri vrijeme potrebno za izvršenje zadatka. Skokovi se razlikuju zbog toga što se kod mjerenja ukupne dužine skokova mijenjaju pojedini kinematički parametri i generira maksimalna mišićna sila, dok u testovima u kojima se mjeri vrijeme potrebno za skokove na određenoj dionici ispitanik treba naći optimalnu mjeru između

parametara poput dužine i frekvencije koraka te trajanja kontakta i trajanja leta. Rezultati u spomenutom istraživanju pokazali su statistički značajnu povezanost oba testa s rezultatom u trčanju na 10 m ( $r = -0,71$  i  $r = -0,65$ ) (mjereno na populaciji vrhunskih sprintera). U istom istraživanju, na populaciji studenata koji redovito vježbaju, pronađena je statistički značajna povezanost peteroskoka i vremena trčanja na 10 m ( $r = -0,70$ ). Iz ovoga se može zaključiti kako veći broj povezanih unilateralnih skokova predstavlja i veće opterećenje za populaciju koja nije sprinterska te su rezultati lošiji nego u kraćim i manje zahtjevnim testovima za procjenu eksplozivne snage nogu. Meylan i sur. (2010) navode sile reakcije podloge u koncentričnom ( $505,9 \pm 91,9$  N) i ekscentričnom ( $392,7 \pm 110,1$  N) dijelu kontakta stopala pri horizontalnom unilateralnom HCMJ-u kod sportaša momčadskih sportova. Relativni horizontalni ( $R^2 = 61\%$ ) i propulzivni impuls ( $R^2 = 57\%$ ) sile reakcije podloge prilikom sprinta bolji su prediktori uspješnosti u sprintu na 16 m nego što su to vertikalni pokazatelji sila (Hunter i sur., 2005). Slična opterećenja javljaju se i kod trčanja starta i startnog ubrzanja jer sposobnost generiranja velike horizontalne sile u početku dionice determinira uspjeh u sprinterskom trčanju (Hafez, Roberts i Seireg, 1985). Kod sprintera u prvom koraku nakon izlaska iz bloka prosječna horizontalna sila u propulziji iznosi 526 N (Mero, 1988). Baković (2016) navodi kako je upravo horizontalna brzina kretanja općeg centra mase tijela ključan faktor po pitanju produkcije velike vertikalne sile reakcije podloge koja se javlja kod skokova preko prepona, „bounce“ skokova s noge na nogu, „bounce“ jednonožnih skokova, specifičnih horizontalnih vježbi koje koriste atletičari i kod kojih se javlja najveća horizontalna brzina. Stoga se može zaključiti kako netrenirane osobe imaju problema s tolerancijom sile prilikom izvedbe skokova. U narednim poglavljima bit će pobliže analizirani kinematički parametri i njihove zavisnosti, što će detaljnije razjasniti odnose između testa MUHCS20 i MTNS20m.

### **6.2.3 Analiza rezultata povezanosti rezultatskih postignuća u testu unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova na 20 m (MUHCS20m) i rezultata u testu trčanja na 20 m iz letećeg starta (MTLS20m)**

Vrijednosti rezultata dobivenih regresijskom analizom kojom se utvrđivala funkcionalna veza između rezultata prediktorske varijable MUHCS20m i rezultata kriterijske varijable MTLS20m upućuju na relativno visoku povezanost, odnosno utjecaj unilateralnih cikličkih skokova na rezultat postignut u testu koji procjenjuje maksimalnu brzinu trčanja. Koeficijent korelacije iznosi  $R = 0,53$  dok prediktorska varijabla može objasniti 29 % varijance u

kriterijskoj varijabli. Ove vrijednosti nam kazuju da postignuće u testu MUHCS20m ima veću moć predikcije kod rezultata u trčanju maksimalnom brzinom (MTLS20m), nego je to slučaj kod rezultata trčanja na 100 m (M100m) i rezultata trčanja startnog ubrzanja (MTNS20m). Autori mnogobrojnih istraživanja (Schuster i Jones, 2016; Loturco i sur., 2015; Lockie i sur., 2014; Habibi i sur., 2010 i dr.) došli su do spoznaja kako su horizontalni skokovi u većoj korelaciji nego je to slučaj kod vertikalnih skokova zbog sličnosti između izvođenja horizontalnih skokova i kratkog sprinta, prilikom kojih se ispoljavaju horizontalne sile (Schuster i Jones, 2016). Rezultati ovog istraživanja sugeriraju kako su horizontalni skokovi u većoj mjeri povezani s maksimalnom brzinom trčanja. Kako je spomenuto u prethodnom poglavlju, razlog tomu može biti što se test startnog ubrzanja izvodio iz startnog bloka, odnosno niskog starta, dok su u većini ostalih istraživanja testovi trčanja startnog ubrzanja (5, 10, 15, 20, 25 i 30 m) primjenjivali visoki start. Samim time, raspodjela horizontalnih sila kod odraza je nešto drugačija, kao i položaj tijela te dužina koraka prilikom ubrzanja. MUHCS20m je test koji je horizontalne usmjerenosti, unilateralan i cikličkog karaktera, što velik broj horizontalnih skokova u dobrom dijelu dostupnih istraživačkih publikacija nije, već su u istraživanjima korišteni troskok iz mjesta (Newman i Klimstra, 2015; Maulde, Bradshaw i Keogh, 2006; Maulder i Cronin, 2005; Habibi i sur., 2010), peteroskok iz mjesta (Mačkala, Fostiak i Kowalski, 2015), deseteroskok iz mjesta (Mačkala, Fostiak i Kowalski, 2015) te unilateralni ciklički skokovi na 30 m (Babić, 2001; Babić i sur., 2010).

Najčešće korišteni i analizirani skokovi u području sprinta su skok u dalj s mjesta, unilateralni skok u dalj, dubinski skok u dalj, dubinski unilateralni skok u dalj, troskok iz mjesta i peteroskok iz mjesta. Samo u zadnja dva skoka javlja se unilateralnost (iako se starta sunožnim odrazom) i cikličnost (više povezanih skokova na jednoj nozi). Očekuje se bolja mogućnost predikcije maksimalne brzine trčanja horizontalnim unilateralnim skokovima ako je njihov broj veći (više povezanih skokova). Mačkala (2015) predstavlja rezultate korelacija između skokova (deseteroskoka i peteroskoka) i rezultata trčanja na 10, 30 i 100 m. Rezultati deseteroskoka su statistički značajno korelirani s rezultatom na 100 m ( $r = -0,83$ ), dok su u manjoj korelaciji s vremenom trčanja na 30 m ( $r = -0,67$ ). Rezultati peteroskoka pokazuju isti trend s neznatno nižim vrijednostima na obje dionice. Rezultati testa MUHCS20m u ovom istraživanju pokazuju manju povezanost ( $r = 0,53$ ), ali mogu poslužiti kao prediktor uspješnosti u sprintu, konkretno trčanju maksimalnom brzinom (MTLS20m). I u ovom slučaju pretpostavka je kako bi povezanost dva testa bila viša kada bi istraživanje bilo provedeno na vrhunskim atletičarima zbog specifične snage muskulature stopala te stražnjeg mišićnog lanca stražnje strane

potkoljenice i natkoljenice, stražnjice i ekstenzora leđa (Maćkala i sur., 2015). Iz razloga nedovoljno razvijene muskulature i usvojenosti pokreta koji je specifičan, ispitanici nisu izveli unilateralne skokove na razini na kojoj bi to, za pretpostaviti je, izveli sprinteri. Kod horizontalnih skokova prilikom doskoka i odraza javljaju se horizontalne i vertikalne sile reakcije podloge. Više vrijednosti vršne vertikalne sile reakcije podloge javljaju se kod horizontalnih skokova koji imaju višu horizontalnu brzinu, nego kod skokova iz mjesta koji su vertikalne usmjerenosti (Baković, 2016). Potrebno je sagledati kinematičke parametre koji će doprinijeti razumijevanju odnosa MUHCS20m i motoričkih testova za procjenu trčanja startnog ubrzanja i maksimalnom brzinom.

### **6.3 Analiza rezultata povezanosti kinematičkih parametara motoričkog testa unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova na 20 m dominantnom nogom (MUHCSD20m), kinematičkih parametara testova trčanja na 20 m iz niskog starta (MZNS20m) i trčanja na 20 m iz letećeg starta (MTLS20m)**

Rezultatima deskriptivne analize i Kolmogorov-Smirnovljevim testom dobivene su pretpostavke o normalnoj distribuciji rezultata kinematičkih varijabli MTNS20m, MTL20m i MUHCSD20m, osim u kinematičkoj varijabli broja koraka (BK) u sva tri testa. Pretpostavlja se kako oblik distribucije te varijable neće značajnije utjecati na korelacijske veze varijabli. Zbog primarne zadaće utvrđivanja povezanosti kinematike i postignuća u testu skokova dominantnom nogom i kinematike te postignuća u ostalim testovima, distribucija rezultata varijabli koje značajnije odstupaju od normalne distribucije neće utjecati na daljnje analize i zaključke. U svim motoričkim testovima analizirani su rezultati prosječne brzine kretanja ( $v$ ), prosječne frekvencije koraka (FK), prosječne dužine koraka (DK), prosječnog vremena trajanja kontakta (TK), prosječnog vremena trajanja leta (TL) i broja koraka (BK). Prije utvrđivanja povezanosti kinematičkih parametara testa MUHCS20m i kinematičkih parametara testova MTNS20m i MTL20m analizirat će se koji su parametri ključni za uspješnost u pojedinom testu.

### 6.3.1 Analiza povezanosti kinematičkih parametara motoričkog testa unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova na 20 m dominantnom nogom (MUHCSD20m) i kinematičkih parametara testa trčanja na 20 m iz niskog starta (MTNS20)

Koeficijenti korelacija kinematičkih parametara testa MUHCSD20m i testa MTNS20m pokazuju dvadeset i jednu (od četrdeset i sedam) statistički značajnu korelaciju. Statistički značajne korelacije su niske ili umjerene te se kreću u rasponu od 0,19 do 0,49. Najvišu povezanost imaju prosječna brzina kretanja u skokovima i trčanju startnog ubrzanja ( $v$ ) i rezultati u testu MTNS20m kao i međusobne relacije tih varijabli, gdje četiri koeficijenta korelacije imaju gotovo identičnu vrijednost ( $r = 0,49$ ). Svi su koeficijenti umjereno pozitivno korelirani, ali zbog vremenske varijable neki od njih imaju negativan predznak. Razumljivo je kako je konačan rezultat u testovima ovisan o brzini kretanja i obrnuto. Vrijeme trajanja kontakta (TK) u MTNS20m povezano je s rezultatom i prosječnom brzinom kretanja ( $v$ ) u testu unilateralnih skokova ( $r = 0,42$ ). Kraći kontakt s podlogom u jednom testu znači bolji rezultat u drugome, odnosno kraće vrijeme trajanja kontakta s podlogom ( $r = 0,34$ ). Manji broj koraka (BK) u testu unilateralnih skokova uvjetuje bolje vrijeme i brže kretanje u trčanju MTNS20m ( $r = 0,38$ ) te je negativno koreliran s dužinom koraka (DK) u trčanju startnog ubrzanja ( $r = -0,24$ ) što je očekivano jer se dužim koracima ostvaruje njihov manji broj. Kako je u sprintu frekvencija koraka jedan od bitnih čimbenika sprinterskog trčanja, možda su postojala prvobitna očekivanja kako će frekvencija koraka u testu MUHCSD20m biti značajnije povezana s ostalim kinematičkim parametrima zbog činjenice da se test izvodi na način da se dionica od 20 m prijeđe unilateralnim skokovima u što kraćem vremenu. No, uspješniji ispitanici u testu MUHCSD20m bili su oni koji su imali manji broj koraka, dužu fazu leta i kraći kontakt s podlogom. Kako bi povećali brzinu trčanja, sportaši trebaju poboljšati jedan od dva bitna čimbenika (frekvenciju koraka ili dužinu koraka), dok drugi čimbenik ostaje nepromijenjen ili se smanjuje u manjoj mjeri nego prvi (Holm i sur., 2008). U tom smislu i ovaj test može davati važne informacije o spomenutim čimbenicima, odnosno eksplozivnoj snazi nogu ogledajući se preko dužine koraka, vremena trajanja kontakta i vremena trajanja leta. Vrijeme trajanja kontakta u sprinterskom trčanju je kinematički parametar koji razlikuje bolje sprintere od lošijih (Čoh, Milanović, Kampmiller, 2001) te bi u slučaju unilateralnih skokova taj parametar mogao razlučivati bolje i lošije sprintere, odnosno sportaše u trčanju startnog ubrzanja. Uspoređujući rezultate sprintera i ispitanika u trčanju na 20 m iz niskog starta može se zaključiti kako sprinteri imaju osjetno kraće vrijeme trajanja kontakta (sprinteri 120 ms, ispitanici 145 ms) te duže vrijeme trajanja leta: 98 ms naspram 96 ms (Čoh i sur., 2001). Ti parametri utječu na dužinu

koraka koja je kod sprintera u trčanju startnog ubrzanja veća, ali je unatoč tome frekvencija koraka viša od ostale sportske populacije, u ovom slučaju studenata Kineziološkog fakulteta. Unilateralni skokovi su poslije dubinskih skokova po svojim zahtjevima prema živčano-mišićnom sustavu i opterećenju na lokomotorni sustav najsloženija vrsta skokova te je za pretpostaviti kako bi povezanost kinematičkih parametara bila značajnija da su testove izvodili sprinteri zbog specifičnosti i velikog opterećenja unilateralnih cikličkih skokova koji za ostalu sportsku populaciju stvaraju probleme prilikom izvedbe skokova. To potvrđuju rezultati Mačkale i sur. (2015) uspoređujući rezultate grupe sprintera i studenata sportaša u peteroskoku i njihovu povezanost s rezultatom na 100 m (sprinteri  $r = -0,81$ , studenti  $r = -0,69$ ).

### **6.3.2 Analiza povezanosti kinematičkih parametara motoričkog testa unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova na 20 m dominantnom nogom (MUHCSD20m) i kinematičkih parametara testa trčanja na 20 m iz letećeg starta (MTLS20)**

Slične vrijednosti, kao u prethodnom testu, mogu se uočiti u rezultatima korelacije kinematičkih varijabli testova MUHCSD20m i MTLS20m. Od 49 koeficijenata 20 je statistički značajno na razini značajnosti  $p = 0,05$ . I u ovom slučaju najveću zavisnost pokazuju vrijednosti vremena potrebnog za izvedbu testa (T) i prosječna brzina kretanja (v) u oba testa. Koeficijenti su gotovo identični ( $r = 0,53$  i  $r = -0,53$ ) i logični jer što je veća brzina kretanja, to će i rezultat biti bolji (manji) i obrnuto. Trajanje vremena kontakta (TK) u oba testa pokazuje umjerenu povezanost ( $r = 0,32$ ) ukazujući kako je ovaj parametar važan prilikom sprinta i skokova te se vježbama snage i eksplozivne snage nogu može utjecati na brzinu trčanja. Kao u prethodnom testu, prosječna frekvencija koraka (FK) kod skokova nije značajno povezana niti s jednim drugim parametrom. Razlog tome su velika razlika u prosječnim frekvencijama kod trčanja u MTLS20m (FK = 4,25) i skokovima u testu MUHCSD20m (FK = 2,26) te veća varijabilnost rezultata ispitanika u testu unilateralnih skokova. Frekvencija koraka, kao vremenska varijabla, zavisi od vremena trajanja kontakta i trajanja leta. Broj koraka (BK) u testu unilateralnih skokova negativno je koreliran s prosječnom brzinom (v) i vremenom (T) postignutim u trčanju maksimalnom brzinom na 20 m ( $r = 0,35$  i  $r = -0,35$ ) te dužinom koraka (DK) ( $r = -0,33$ ), ukazujući da veći broj skokova na dionici od 20 m negativno mijenja konačan rezultat, prosječnu brzinu te prosječnu dužinu koraka. Trčanje maksimalnom brzinom mijenja vrijednosti parametara u odnosu na trčanje startnog ubrzanja. To se ponajviše očituje u vremenu trajanja kontakta, koje se smanjuje u prosjeku za 30 ms, vremenu trajanja leta, koje se produžuje

u prosjeku za 24 ms, te u drastičnom povećanju prosječne dužine koraka od 0,6 m. Kako u prethodnom slučaju, tako i u ovom autor pretpostavlja značajniju povezanost kinematičkih varijabli testova MUHCSD20m i MTLs20m u izvedbi sprintera, osobito vrhunskih.

#### **6.4 Analiza povezanosti kinematičkih parametara motoričkog testa unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova na 20 m dominantnom nogom (MUHCSD20m) i rezultata postignutih u testovima trčanja na 100 m (M100m), trčanja na 20 m iz niskog starta (MTNS20m) i trčanja na 20 m iz letećeg starta (MTLS20m)**

Sprint na 100 m sastoji se od više krucijalnih segmenata sprinterskog trčanja: starta i startnog ubrzanja (akceleracije), trčanja maksimalnom brzinom, deceleracije (Brüggemann i Glad, 1990; Shen, 2000). Trajanje pojedine faze zavisi o razini sprinterskih sposobnosti (Maćkala, 2007). Upravo iz razloga specifičnosti koje se ogledaju u tehnici, kinematici i kinetici svake od navedenih faza sprinterskog trčanja na 100 m, u ovom radu utvrđivala se povezanost kinematičkih parametara novog motoričkog testa MUHCs20m s prve dvije faze sprinta (startno ubrzanje i maksimalna brzina) te konačnim rezultatom u trčanju na 100m.

Analizirajući povezanost kinematičkih parametara motoričkog testa MUHCs20m i rezultatskih postignuća na dionici od 20 m iz niskog starta (predstavlja fazu trčanja startnog ubrzanja), na dionici od 20 m iz letećeg starta (predstavlja trčanje maksimalnom brzinom) te rezultata trčanja na dionici od 100 m, višestrukom regresijskom analizom utvrđeni su statistički značajni koeficijenti multiple korelacije između skupa prediktorskih varijabli kinematičkih parametara testa unilateralnih skokova i kriterija rezultata u testovima M100m, MTNS20m i MTLs20m.

Povezanost skupa prediktorskih varijabli (kinetičkih) testa MUHCs20m i rezultata trčanja na 100 m predstavlja umjeren statistički značajan koeficijent multiple korelacije ( $R = 0,41$ ), dok samo 17 % varijance objašnjava skup kinematičkih parametara u kriterijskoj varijabli. Iako skup pokazuje statistički značajnu povezanost, ne izdvaja se niti jedan statistički značajan parametar koji je povezan s uspješnosti trčanja na 100. Brzina kretanja ( $v$ ) nalazi se na pragu statističke značajnosti  $p = 0,06$  te najviše utječe na rezultat u kriterijskoj varijabli. Promatrajući koeficijente korelacije, uviđaju se statistički značajni koeficijenti između vremena ( $T$ ) ( $r = 0,38$ ), brzine ( $v$ ) ( $r = -0,38$ ) i dužine koraka ( $DK$ ) ( $r = -0,18$ ), koji su pozitivno korelirani, i negativno povezana varijabla broj koraka ( $BK$ ) ( $r = 0,26$ ). Odnose između dužine koraka i



frekvencije koraka kod sportaša različite razine treniranosti, s ciljem postizanja maksimalne brzine u svim fazama sprinterskog trčanja, istraživali su mnogi autori (Delecluse i sur., 1995; Mann i Sprague, 1980; Ferro i sur., 2001; Gajer i sur., 1999; Letzlelter, 2006; Mačkala, 2007; Salo i sur., 2011), kao i kod sportaša koji nisu u trenažnom procesu (Babić, Čoh i Dizdar, 2011; Chatzilazaridis, Panoutsakopoulos i Papaiakovou, 2012; Čoh i sur. 1995), ali ovo područje još nije dovoljno istraženo, navode Mačkala, Fostiak i Kowalski (2015). Isti autori navode da neke studije tvrde kako je dužina koraka najznačajniji parametar za razvoj maksimalne brzine trčanja, dok druge studije navode frekvenciju koraka kao najznačajniji faktor. Čoh i sur. (2001) navode kako je upravo vrijeme trajanja kontakta prilikom sprinterskog trčanja najvažniji kinematički parametar koji diferencira bolje i lošije sprintere. Promjenom vremena trajanja kontakta ujedno se mijenjaju vrijednosti dužine ili frekvencije koraka, a na njih utječu i parametri. Vježbama eksplozivne snage nogu, ponajprije horizontalnim skokovima, može se utjecati na skraćenje vremena trajanja kontakta, a samim time i na ostale parametre koji za cilj imaju postizanje veće brzine trčanja u sprintu. Skokovi su specifični trenažni operatori koji koriste SSC za razvoj ubrzanja (Rimmer i Sleivert, 2000), a takve vježbe imaju slično vrijeme trajanja kontakta s podlogom kao kod trčanja startnog ubrzanja (Mačkala, 2015).

Kako bi se izbjegao utjecaj multikolinearnosti, *stepwise forward* regresijskom analizom utvrđeno je kako varijabla  $v$  ima statistički značajnu povezanost s kriterijem  $R = 0,39$  te da ostali parametri ne donose nove informacije. Stoga se može zaključiti kako prosječna brzina kretanja u testu MUHCS20m jedina ima mogućnost predikcije rezultata u trčanju na 100 m. Rezultati višestruke regresijske analize ukazuju na umjerenu povezanost skupa odabranih kinematičkih varijabli s uspješnosti u trčanju na 100 m. Autor pretpostavlja kako bi na populaciji sprintera postojala veća funkcionalna veza između kinematičkih parametara testa unilateralnih horizontalnih skokova i sprinterske uspješnosti u trčanju dionice od 100 m. Zbog očigledne povezanosti prosječne brzine u testu MUHCS20m i rezultata na 100 m, jer je u oba testa brzina ključna za ostvarivanje konačnog rezultata, u sljedećem koraku iz višestruke regresijske analize izuzeta je varijabla ( $v$ ) iz skupa prediktora. *Stepwise* regresijskom analizom utvrđena je povezanost ( $R = 0,37$ ) skupa od četiri varijable i rezultata u testu M100m. Izdvajaju se dva statistički značajna parametra DK ( $p = 0,008$ ) i TK ( $p = 0,043$ ), koji nose najviše informacija o povezanosti skupa prediktora i kriterija. Najvažniji parametar je prosječna dužina koraka, koji je važan pri predikciji rezultata u sprintu na 100 m.

Skup prediktorskih kinematičkih varijabli testa MUHCS20m ima veću povezanost u odnosu na test M100m, s kriterijskom varijablom uspješnosti trčanja startnog ubrzanja

MTNS20m. Koeficijent multiple korelacije iznosi  $R = 0,56$  što ukazuje na umjerenu povezanost skupa varijabli i kriterija uz objašnjenih 32 % varijance. Statistički značajnije kinematičke varijable koje vrše najbolju predikciju rezultata trčanja na 20 m iz niskog starta su prosječna brzina kretanja ( $v$ ), prosječna dužina koraka (DK) i broj koraka (BK) ostvarene u izvedbi MUHCS20m. Rezultati analize sugeriraju kako bi se poboljšanjem upravo navedenih varijabli moglo pozitivno utjecati na postignuća u trčanju startnog ubrzanja (akceleracije). Povezanosti kinematičkih varijabli testa MUHCS20m i rezultata u testu MTNS20m očituju se iz međusobne pozitivne korelacije koje utvrđuju statistički značajne povezanosti prosječne brzine kretanja ( $v$ ) ( $r = -0,49$ ), prosječne dužine koraka (DK) ( $r = -0,21$ ) te negativne korelacije s brojem koraka (BK) ( $r = 0,38$ ). Dužina koraka važan je parametar kod sprinterskog trčanja; korelacija koju su utvrdili Hunter, Marshall i McNair (2004) između dužine koraka i brzine trčanja snažno povezuje ova dva parametra ( $r = 0,73$ ). *Stepwise backward* regresijska analiza ponudila je drugačiji odgovor, ističući samo jedan od navedena tri parametra kao ključan prilikom predikcije rezultata trčanja startnog ubrzanja, sugerirajući kako prosječna brzina kretanja prilikom izvedbe unilateralnih skokova ima dominantan značaj. Korelacija s kriterijskom varijablom iznosi  $R = 0,49$  uz razinu značajnosti  $p < 0,01$  što bi značilo da ostali parametri ne nose nove informacije o povezanosti skupa kinematičkih parametara i uspješnosti trčanja startnog ubrzanja te bi brzina kretanja bila jedini relevantan parametar pri prognoziranju rezultata u testu MTNS20m.

Kada se, vodeći računa o gore navedenom razlogu, iz prediktorskog skupa kinematičkih parametara izostavi parametar prosječne brzine, tada drugi parametri pokazuju statistički značajnu povezanost s rezultatom u sprintu na 100 m (DK, TK i TL) te negativni utjecaj većeg broja koraka (BK), odnosno skokova. Važnost broja koraka, odnosno optimalne dužine koraka, teoretski se izračunava iz formule koju je predstavio Donatti (1995), a navode Čoh i sur. (2001) zaključivši kako bolji sprinteri rade manje koraka od lošijih i manje odstupaju od optimalnog broja koji je izračunat prema Donattiju. U istom radu Čoh navodi da je prosječno trajanje kontakta važan pokazatelj koji diferencira bolje i lošije sprintere u trčanju startnog ubrzanja. I u ovom slučaju važnu ulogu čine dužina koraka, vrijeme trajanja leta i trajanja kontakta u testu MUHCS20m na mogućnost prognoze rezultata u trčanju startnog ubrzanja. *Stepwise* analizom utvrđeno je kako broj koraka jedini statistički značajno povezuje skup s kriterijskom varijablom. Uloga je negativnog karaktera, što znači da veći broj skokova ukazuje na slabiji rezultat u trčanju testa MTNS20m.

U trčanju 20 m iz niskog starta ispitanici su ostvarili prosječnu dužinu koraka od 1,40 m, dok je prosječna dužina koraka vrhunskih atletičara na prvih 20 m na pruži od 100 m 1,66 m (Mačkala i Mero, 2013). Svaki sljedeći korak prilikom akceleracije je duži s konstantnim povećanjem frekvencije koraka (Atwater, 1982; Korchemny, 1985; Mačkala, 2007). Trčanje startnog ubrzanja ima svoje specifičnosti, zato ovaj segment sprinterskog trčanja predstavlja motorički test MTNS20m. Trčanje starta i startnog ubrzanja je kompleksno (startna reakcija, izlazak iz bloka, ubrzanje tijela), stoga za sportaše koji nisu sprinteri taj dio može biti zahtjevniji od trčanja ostalih segmenata na pruži od 100 m. Babić (2005) navodi kako sprint prema strukturi kretanja ubrajamo u cikličke aktivnosti, ali da je sam početak nakon starta aciklička aktivnost, što zahtijeva visoku fizičku pripremljenost kao i automatizirana motorička znanja starta i startne akceleracije.

Povezanost uspješnosti trčanja maksimalnom brzinom, što predstavlja motorički test MTLCS20m, i kinematičkih parametara testa unilateralnih skokova (MUHCS20m) utvrđena je višestrukom regresijskom analizom. Skup kinematičkih varijabli ima umjerenu korelaciju s rezultatom u testu MTLCS20m ( $R = 0,57$ ), koji objašnjava 33 % varijance kriterijske varijable. U cijelom skupu prediktorskih varijabli ističe se statistički značajno povezana varijabla prosječne brzine. Zbog negativnog utjecaja međusobno povezanih varijabli, *stepwise forward* regresijskom analizom izdvojene su dvije varijable (BK i  $v$ ), od čega je varijabla  $v$  statistički značajno korelirana s kriterijskom varijablom ( $R = 0,54$ ), što ukazuje na činjenicu kako je prosječna brzina kretanja prilikom izvedbe testa MUHCS20m jedini relevantan kinematički parametar pri predviđanju rezultata u trčanju maksimalnom brzinom, u ovom slučaju trčanju na 20 m iz letećeg starta. U slučaju kada se izuzme parametar prosječne brzine ( $v$ ), višestrukom regresijskom analizom utvrđeno je kako DK, TK i TL imaju važnu ulogu pri konačnom rezultatu u testu MUHCS20m te na taj način i najveću moć predikcije rezultata u trčanju maksimalnom brzinom ( $R = 0,54$ ). *Stewise forward* regresijom utvrđeni su parametri koji nose najviše informacija te ukazuju kako su DK i TK u testu unilateralnih cikličkih skokova parametri koji se mogu povezati s uspješnim trčanjem u testu MTLCS20m. Trčanje maksimalnom brzinom traži od sprintera optimalan omjer dužine i frekvencije koraka, koje su između ostalog uvjetovane i drugim kinematičkim parametrima, stoga se u testu MUHCS20m zbog konačnog cilja postizanja što veće brzine kretanja traže optimalna dužina i frekvencija koraka. Dužina koraka u velikoj mjeri zavisi od visine tijela i dužine donjih ekstremiteta (Babić, Čoh i Dizdar, 2011), ali i vremena trajanja kontakta, trajanja leta, snage (osobito nogu). Vrijeme trajanja kontakta stopala u akceleraciji traje duže nego u trčanju maksimalnom brzinom, a

vrijeme trajanja leta je obrnuto proporcionalno. Kod ispitanika u ovom istraživanju prosječna dužina koraka iznosila je 2,06 m u testu unilateralne horizontalne cikličke skočnosti, a u testu trčanja maksimalnom brzinom ostvarili su prosječnu dužinu koraka od 2,00 m. Kod vrhunskih atletičara u trčanju maksimalnom brzinom na 100 m taj parametar iznosi 2,21 m (Čoh, Milanović, Kampmiller, 2001), odnosno 2,45 m (Brüggemann, Koszevski i Müller, 1997), dok je na uzorku studenata kineziologije utvrđena prosječna dužina od 2,01 m (Babić, Čoh i Dizdar, 2011). Stoga se može zaključiti kako je veća dužina koraka u testu MUHCS20m važna i prilikom predikcije rezultata u testu MTLCS20m, naravno, dok god se ne narušava frekvencija koraka te konačno i horizontalna brzina.

### **6.5 Razlike u postignućima i kinematičkim parametrima u izvedbi unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova na 20 m (MUHCS20m) između dominantne i nedominantne noge**

Za pretpostaviti je kako izvođenje pojedinih zadataka koji zahtijevaju unilateralnost dovodi do zaključka da dominantna i nedominantna ruka ili noga ne mogu u istoj mjeri uspješno izvršiti motorički zadatak. Simetrija donjih ekstremiteta može se ogledati preko indeksa simetrije (SI) koji se koristi, između ostalog, za potrebe dijagnostičkog postupka nakon operacije zgloba koljena (Barber i sur., 1990), a koristi se i u sportskoj istraživačkoj praksi (Maulder i Cronin, 2005). Rezultati ispitanika u ovom istraživanju u izvedbi testa MUHCS20m dominantnom i nedominantnom nogom ukazuju na indeks  $SI = 107,18$  što znači da u prosjeku razlika između dominantne i nedominantne noge kod ispitanika u testu iznosi 7,2 %. Ispitanici su postigli prosječno vrijeme u testu boljom nogom  $4,41 \pm 0,32$  s, a lošijom  $4,72 \pm 0,34$ . Očekivana je razlika u izvedbi dominantnom i nedominantnom nogom, kao što bi zasigurno bila i u populaciji sprintera, ali za pretpostaviti je da bi ta razlika bila manja.

Statistički značajnu razliku u izvedbi testa unilateralne horizontalne skočnosti HCMJ (*horizontal countermovement jump*) dominantnom i nedominantnom nogom utvrdili su Itoh i sur. (1998) na zdravim muškim ispitanicima ( $SI = 104,9$ ) što je približno rezultatima u ovom radu. Maulder i Cronin (2005) na manjem uzorku od 18 ispitanika navode kako ne postoje statistički značajne razlike u izvođenju horizontalnih i vertikalnih skokova dominantnom i nedominantnom nogom uz veći varijabilitet rezultata u izvedbi vertikalnih skokova. Rezultat pokazuje kako su svi ispitanici u rasponu od 15 % asimetrije donjih ekstremiteta prilikom izvođenja tri horizontalna skoka. Statistički značajne razlike u izvedbi unilateralnih skokova

dominantnom i nedominantnom nogom utvrdili su i drugi autori (Shin i Woo, 2013; Maulder i Cronin, 2005; Bahamonde i sur., 2012 i dr.). Unatoč razlici u simetriji izvedbe testa MUHCS20m dominantnom i nedominantnom nogom u ovom istraživanju, SI indeks nije veći od 10 % što je prag koji indicira normalni mišićni disbalans, odnosno asimetriju (Meylan i sur, 2010; Noyes, Barber i Mooar, 1989). Rezultat t-testa za zavisne uzorke utvrdio je da postoji statistički značajna razlika između konačnog rezultata u izvedbi unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova na 20 m dominantnom i nedominantnom nogom ( $p < 0,001$ ) kao i svih drugih kinematičkih parametara čija distribucija rezultata ne odstupa značajno od normalne. S obzirom da rezultati pojedinih varijabli odstupaju značajno od normalne distribucije za varijable FK, TL i BK kod izvedbe testa MUHCS20m nedominantnom nogom, utvrđene su razlike neparametrijskom metodom (Sign test) za zavisne uzorke. Jedini parametar koji statistički značajno ne razlikuje dvije izvedbe je prosječno trajanje leta (TL).

Asimetrija donjih ekstremiteta (u normalnim rasponima) prilikom izvedbe unilateralnih skokova nema statistički značajnu povezanost s rezultatima trčanja startnog ubrzanja i trčanja maksimalnom brzinom do 30 m (Lockie i sur. 2016; i Lockie i sur., 2014). U spomenutim radovima ne postoji statistički značajna razlika u rezultatima izvedbe unilateralnih skokova dominantnom i nedominantnom nogom, dok su rezultati izvedbe testa unilateralnih horizontalnih skokova u ovom istraživanju utvrdili statistički značajne razlike u konačnom rezultatu i promatranim kinematičkim parametrima (osim parametra TL). Razlog tome može se tražiti u složenijem i zahtjevnijem motoričkom testu koji i zbog svog cikličkog karaktera više potencira eventualne razlike između dominantne i nedominantne noge. Te razlike mogu se uočiti i kod kinematičkih parametara promatrajući individualne rezultate u kojima je manji dio ispitanika postigao i do 80 % lošiji rezultat „slabijom“ nogom u pojedinim varijablama, što je utjecalo na konačan zaključak o statistički značajnoj razlici u postignućima i vrijednostima kinematičkih parametara motoričkog testa unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova na 20 m u izvedbi dominantnom i nedominantnom nogom. U svakom slučaju, zanimljivo bi bilo usporediti rezultate dobivene u testu MUHCS20m na sprinterskoj populaciji s rezultatima ovog istraživanja, uvidjeti u kakvim su odnosima te postoje li razlike i u kojoj mjeri u postignućima i vrijednostima kinematičkih parametara u izvedbi testa dominantnom i nedominantnom nogom.

## 7. ZAKLJUČAK

U ovom istraživanju postavljeno je nekoliko ciljeva. Osnovni cilj bio je standardizirati i utvrditi interne metrijske karakteristike motoričkog testa MUHCS20m. Nadalje, cilj je bio utvrditi povezanost (prognostičku valjanost) testa unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova na 20 m u odnosu na startno ubrzanje (trčanje na 20 m iz niskog starta), maksimalnu brzinu trčanja (trčanje na 20 m iz letećeg starta) i trčanje na 100 m, zatim utvrditi povezanost kinematičkih parametara motoričkog testa unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova na 20 m i kinematičkih parametara testova trčanja na 20 m iz niskog starta i trčanja na 20 m iz visokog starta te povezanost kinematičkih parametara u izvedbi motoričkog testa unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova na 20 m i postignuća trčanja startnog ubrzanja (trčanja na 20 m iz niskog starta), maksimalne brzine trčanja (trčanja na 20 m iz letećeg starta) i trčanja na 100 m. Naposljetku, cilj je bio utvrditi razlike između postignuća i kinematičkih parametara u izvedbi testa unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova na 20 m kod dominantne i nedominantne noge. Prije provođenja glavnog eksperimenta s ciljem definiranja internih metrijskih karakteristika navedenog motoričkog testa, zadatak su izveli studenti sportaši nekoliko fakulteta. Uzorak ispitanika činio je 31 student muškog spola, sportaš, prosječne dobi  $20,61 \pm 1,96$  godina, prosječne tjelesne visine  $185,16 \pm 7,19$  centimetara, prosječne tjelesne mase  $79,48 \pm 9,23$  kilograma te dobrog zdravstvenog statusa. Nakon utvrđivanja metrijskih karakteristika novog mjernog instrumenta, u daljnjem eksperimentu sudjelovalo je 118 studenata muškog spola Kineziološkog fakulteta u Zagrebu prosječne dobi  $20,46 \pm 1,17$  godina, prosječne tjelesne visine  $179,68 \pm 6,42$  centimetra, prosječne tjelesne mase  $75,56 \pm 7,32$  kilograma te zadovoljavajućeg zdravstvenog statusa. Ispitanici su u eksperimentu svaki motorički test (MTNS20m, MTLN20m, M100m, MUHCSD20m i MUHCSN20m) izveli dva puta.

S obzirom na rezultate koji su proizašli iz ovog istraživanja i unaprijed definirane ciljeve, može se potvrditi prva hipoteza koja tvrdi kako novi motorički test ima zadovoljavajuće interne metrijske karakteristike s visokim koeficijentom pouzdanosti (Crobach  $\alpha = 0,95$ ) koje su na razini rezultata dobivenih u istraživanjima drugih autora, a vezano za pouzdanost pojedinih motoričkih testova (skokova) za procjenu eksplozivne snage tipa skočnosti. I pokazatelji homogenosti i osjetljivosti upućuju na zadovoljavajuće vrijednosti novog kompozitnog mjernog instrumenta.

I druga postavljena hipoteza je prihvaćena te se može zaključiti da postoji statistički značajna povezanost između unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova i rezultata u trčanju na 100m, trčanju startnog ubrzanja i trčanju maksimalnom brzinom. Koeficijenti determinacije upućuju na nižu i srednju povezanost testa s pojedinim segmentima sprinterskog trčanja što ostavlja prostora za raspravu o opravdanosti uporabe testa MUHCS20m u praksi te dodatna istraživanja koja će se provesti na populaciji sprintera, jer postoji pretpostavka kako bi rezultati testa imali veću moć predikcije uspješnosti u sprintu upravo kod atletičara sprintera.

Promatrani kinematički parametri u motoričkim testovima za procjenu brzine trčanja startnog ubrzanja (MTNS20m) i trčanja maksimalnom brzinom (MTLS20m) pokazuju povezanost s kinematičkim parametrima testa MUHCS20m u 21, odnosno 22 od 49 kinematičkih varijabli. U navedenim varijablama postoji statistički značajna niža i umjerena korelacija. Stoga se treća hipoteza može djelomično prihvatiti i zaključiti kako postoji povezanost pojedinih kinematičkih parametara motoričkog testa MUHCS20m i kinematičkih parametara u testovima MTNS20m i MTLS20m.

Višestrukom regresijskom analizom potvrđena je statistički značajna povezanost kinematičkih parametara testa MUHCS20m i postignuća u testovima MTNS20m, MTLS20m i M100m. Koeficijenti multiple korelacije kreću se od 0,41 do 0,57 što ukazuje na umjerenu povezanost. Zbog pojave multikolinearnosti, *stepwise* metodom regresijske analize izolirane su varijable koje nose najviše informacija o utjecaju prediktora na kriterij te se može zaključiti kako je prosječna brzina kretanja jedini relevantan parametar za predikciju postignuća u navedenim testovima za procjenu brzine trčanja. Analizom povezanosti kinematičkih parametara i rezultata u trčanju na 100 m ukoliko se iz prediktorskog skupa izostavi prosječna brzina, *stepwise* regresijskom analizom utvrđena je funkcionalna veza s DK i TK. S rezultatom u trčanju startnog ubrzanja najvišu negativnu povezanost ima parametar BK, a kod trčanja maksimalnom brzinom pozitivan utjecaj imaju varijable DK i TK u testu MUHCS20m. Stoga se može prihvatiti četvrta hipoteza.

Na kraju su testirane razlike između postignuća i kinematičkih parametara u izvedbi testa MUHCS20m dominantnom i nedominantnom nogom. Iz rezultata istraživanja može se zaključiti kako postoji statistički značajna razlika između konačnog rezultata u testu kod izvedbe dominantnom i nedominantnom nogom, kao i u svim vrijednostima kinematičkih parametara, osim varijable prosječnog trajanja leta (TL). Prema rezultatima istraživanja, prihvaća se peta hipoteza.

Prema rezultatima dobivenim u ovom istraživanju, može se zaključiti kako postoji povezanost unilateralnih cikličkih horizontalnih skokova i sposobnosti sprinterskog trčanja u segmentima startnog ubrzanja, trčanja maksimalnom brzinom i trčanja na dionici od 100 m. Iako definiran kao motorički test za procjenu eksplozivne snage tipa skočnosti, MUHCS20m zbog zahtjeva za što bržom izvedbom ne iziskuje generiranje maksimalne sile prilikom odraza, a samim time otvara prostor drugim motoričkim karakteristikama poput brzine i koordinacije koje utječu na sveukupni rezultat, odnosno uspješnost izvođenja zadatka. S obzirom na složenost i specifičnost testa MUHCS20m, autor pretpostavlja kako bi prediktivna vrijednost testa za uspješnost u pojedinim segmentima sprinterskog trčanja bila viša kod sprinterske populacije. Ovi podaci sadržavaju dio informacija koje su važne za predikciju rezultata u sprintu, selekciju sprintera i kontrolu treniranosti u trenažnom procesu, pa tako i u svim sportovima i sportskim disciplinama u kojima dominiraju pojedine strukture sprinterskog trčanja.

U svakom slučaju, test MUHCS20m je specifičan jer se u dostupnoj literaturi gotovo ne spominju testovi unilateralne horizontalne cikličke skočnosti koji se mjere vremenom (osim unilateralni skokovi na 6 m i unilateralnih cikličkih skokova na 30 m), a zahtijevaju spretnost sportaša kako bi ostvarili najbolji rezultat, odnosno postigli najveću brzinu uzimajući u obzir odnos dužine i frekvencije skokova na koje izravno utječu drugi parametri poput vremena trajanja kontakta i leta. Preporuka za praktičnu primjenu testa išla bi u smjeru smanjivanja vremena oporavka između ponavljanja zadatka na 5 minuta što dovoljan vremenski period za regeneraciju ispitanika, a s ciljem što ekonomičnijeg testiranja.



## 8. ZNANSTVENI I PRAKTIČNI DOPRINOS ISTRAŽIVANJA TE OGRANIČENJA

Osnovni znanstveni doprinos ovog istraživanja je u standardizaciji i validaciji novog motoričkog testa unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova na 20 m (MUHCS20m) te razumijevanju strukture njegove izvedbe i utvrđivanju povezanosti kinematičkih parametara i rezultata testa s različitim segmentima sprinterskog trčanja. Premda se u znanstvenoj literaturi istraživalo područje utjecaja eksplozivne snage, odnosno povezanosti skokova i pojedinih segmenata sprinterskog trčanja, u malom broju radova utvrđivana je povezanost unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova s postignućima u trčanju sprinta (akceleracijom, maksimalnom brzinom) kao i cijele sprinterske dionice od 100 m. Iako se u praksi test provodi kao indikator uspješnosti trenažnog procesa i sportske forme, unilateralni horizontalni ciklički skokovi na 20 m nisu bili predmet dosadašnjih istraživanja. U ovom istraživanju prvi put su utvrđene interne metrijske karakteristike motoričkog testa MUHCS20m kao i standardizacija samog testa, čije spoznaje mogu olakšati opravdanost uporabe testa te interpretaciju i usporedbu rezultata postignutih u motoričkom testu.

Test unilateralnih horizontalnih cikličkih skokova na 20 m i kinematički parametri te rezultati testova za procjenu trčanja startnog ubrzanja, trčanja maksimalnom brzinom i trčanja na 100 m potvrdili su statistički značajnu povezanost, stoga se test može koristiti prilikom predikcije rezultata u sprintu. Informacije o kinematičkim parametrima motoričkih testova produbljuju spoznaje, daju uvid u pojedine faze strukture kretanja prilikom izvedbe unilateralnih skokova i trčanja startnog ubrzanja te trčanja maksimalnom brzinom. Rezultati istraživanja mogu biti korisni za unapređenje trenažnog procesa, kontrolu sportske forme i selekciju sprintera. Navedeni testovi i dobiveni rezultati mogu se primjenjivati u drugim sportovima gdje su pojedini segmenti sprinterskog trčanja jedna od osnovnih struktura kretanja.

Osnovno ograničenje ovog istraživanja su neadekvatan uzorak ispitanika u smislu specifičnosti testa i velikog opterećenja na lokomotorni sustav, kao i visoki zahtjevi živčanomišićnog sustava unatoč činjenici da su ispitanici imali dovoljno odmora između ponavljanja (min. 15 minuta) te 4 ponavljanja zadatka u jednom danu, što je predstavljalo 20-ak skokova lijevom i 20-tak skova desnom nogom (dominantnom i nedominantnom nogom). Pretpostavka je kako bi rezultati eksperimenta na populaciji sprintera ukazivali na još veću povezanost unilateralnih cikličkih skokova i sprinterskog trčanja. Postavlja se pitanje opravdanosti uporabe testa MUHCS20m na populaciji koja je sudjelovala u istraživanju (sportaši studenti i rekreativni

sportaši studenti) jer postoje jednostavniji i manje zahtjevni testovi kojima se procjenjuje eksplozivna snaga nogu, a koji mogu dati željene informacije te predikciju rezultata u sprinterskom trčanju. Preporuka za daljnja istraživanja išla bi u smjeru ponavljanja eksperimenta na sprinterskoj populaciji diferencijalno prema spolu radi uvida u eventualne razlike utjecaja skokova na uspješnost u sprinterskom trčanju kod žena i muškaraca. Zbog činjenica koje su proizašle iz uvida u povezanost kinematičkih parametara unilateralnih horizontalnih skokova s rezultatima u testovima kojima se procjenjuje brzina trčanja, evidentna je značajna korelacija prosječne brzine kretanja prilikom izvođenja skokova te je jedini relevantan pokazatelj za predikciju uspješnosti trčanja u sprintu. Iako test za cilj ima procijeniti latentnu dimenziju eksplozivne snage tipa skočnosti, brzina ima veliku ulogu na ishod konačnog rezultata. Zbog toga se preporuča u daljnjim istraživanjima upotreba testa u kojem će ispitanici moći generirati maksimalnu eksplozivnu snagu nogu kao što je to slučaj kod motoričkih testova skoka u dalj iz mjesta, troskoka iz mjesta i dr. Stoga bi u budućim istraživanjima bilo poželjno upotrijebiti test kojim se dominantno procjenjuje eksplozivna snaga unilateralne horizontalne skočnosti, a koji bi zadovoljavao kriterij dužine dionice cca 20 m. Prema procjenama autora, ekvivalent tome bilo bi 7 do 9 unilateralnih horizontalnih skokova. Također, preporuka za sljedeću validaciju ovog testa kao i praktičnu primjenu išla bi u smjeru smanjivanja intervala oporavka između ponavljanja zadatka, jer je 5 min. dovoljan vremenski period u kojem se ispitanici mogu regenerirati za sljedeću izvedbu testa, a s ciljem što ekonomičnijeg i praktičnijeg testiranja sportaša. U ovom istraživanju taj vremenski period oporavka je iznosio cca 15 min. zbog većeg broja ispitanika koji su izvodili zadatak jedan za drugim. Zbog toga je i validacija testa izvršena s većim intervalom odmora između ponavljanja zadatka

## 9. LITERATURA

1. Ae, M., Ito, A., Suzuki, M. (1992). Scientific research project at the 3rd world championship in athletics, Tokyo 1991. *New Studies in Athletics*. 7; 47-52
2. Agar-Newman, D., J., Klimstra, M., D. (2015). Efficacy of horizontal jumping tasks as a method for talent identification of female rugby players. *J Strength Cond Res* 29(3); 737–743
3. Antekolović, Lj. (2002). Biomehaničko vrednovanje vježbi dubinskih skokova u pripremi skakača u dalj. Magistarski rad. Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu
4. Antekolović, Lj., Kasović, M., Marelić, N. (2006). Biomehaničko vrednovanje dubinskih skokova u pripremi skakač u dalj. *Hrvatski Športskomedicinski Vjesnik*, 21(1); 12-19
5. Atwater, A., E. (1982). Kinematic analyses of sprinting. *Track and Field Quarterly Review*. 82; 12–16
6. Asadi, A. (2016). Relationship Between Jumping Ability, Agility and Sprint Performance of Elite Young Basketball Players: A Field-Test Approach. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*. 18(2); 177-185
7. Aüaham, B. (2016). Relationship of 100mt sprint performance of sprinters on Selected motor fitness components, anthropometric Measurements and physiological variables. *Indian Streams Research Journal*. 6 (7); 1-5
8. Babić, V., Čoh, M., Dizdar, D. (2011). Differences in kinematics parameters of athletes of different running quality. *Biol Sport*. 28(2);115–121
9. Babić, V. (2005). Utjecaj motoričkih sposobnosti i morfoloških obilježja na sprintersko trčanje. Doktorska disertacija. Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu
10. Babić, V. (2001). Mogućnosti otkrivanja za sprint nadarenih djevojčica [Possibilities of detecting girls talented for sprint]. Magistarski rad. Fakultet za fizičku kulturu Sveučilišta u Zagrebu
11. Babić, V., Blažević, I., Vlašić, J. (2010). Karakteristike sprinterskog trčanja djece predškolske i mlađe školske dobi. *Hrvatski Športskomedicinski Vjesnik*. 25; 3-8
12. Babić, V., Rakovac, M., Blažević, I., Zagorac, N., Švigir Potroško, R. (2010). Terenski testovi specifičnih motoričkih sposobnosti i morfoloških obilježja za

- otkrivanje djece talentirane za sport. 8. kondicijska priprema sportaša, (Ur) Jukić, I., Milanović, D. Kineziološki fakultet u Zagrebu, Zagrebački športski savez, Udruga kondicijskih trenera Hrvatske. (8); 494-498
13. Bahamonde, R., Weyer, J., Velotta, J., Middleton, A. (2012). Effects of leg dominance on the single leg hop functional test In non-injured adults. 30th Annual Conference of Biomechanics in Sports – Melbourne. 218
  14. Baković, M. (2016). Biomehaničko vrjednovanje skokova: uloga lateralnosti, zamaha rukama, režima rada mišića i smjera kretanja. Doktorska disertacija. Kineziološki fakultet, Zagreb
  15. Barber, S., Frank, B., Noyes, F., Mangine, R., McCloskey, J., Hartman, W. (1995). Quantative assessment of functional limitations in normal and anterior cruciate ligament-deficient knees. *Clinical Orthopaedic and Related Research*. 225; 294-214
  16. Barbieri D, Zaccagni L, Babić V, Rakovac M, Mišigoj-Duraković M, Gualdi-Russo E. (2017). Body composition and size in sprint athletes. *J Sports Med Phys Fitness* 57;1142-6
  17. Bellotti, P. (1991). A few aspects of the theory and practise of speed development. *New Studies in Athletics*. 6 (1); 21-25
  18. Berthoin, S., Dupont, G., Mary, P., Gerbeaux, M. (2001). Predicting Sprint Kinematic Parameters From Anaerobic Field Tests in Physical Education Students. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*. 15; 75-80
  19. Bezodis, N., E. Willwacher, S., Salo, A., I., T. (2019). The Biomechanics of the Track and Field Sprint Start: A Narrative Review. *Sports medicine*. 1-22
  20. Bissas, A., I., Havenetidis, K. (2008). The use of various strenght-power tests as predictors of sprint running performance. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 48(1); 49-54
  21. Borysiuk, Z., Waśkiewicz, Z., Piechota, K., Pakosz, P., Konieczny, M., Błaszczyszyn, M., Nikolaidis, P.,T., Rosemann, T., Knechtle, B. (2018). Coordination Aspects of an Effective Sprint Start. *Frontiers in Physiologic*. 9; 1138
  22. Bosco, C., Ito, A., Komi, P.V., Luhtanen, P., Rahkila, P., Rusko, H. i Viitasalo, J. T. (1982). Neuromuscular function and mechanical efficiency of human leg extensor muscles during jumping exercises. *Acta physiologica scandinavica*. 114(4); 543-550

23. Brüggemann, G., P., Glad, B. (1990). Time analysis of sprint events: Scientific research project at the games of the XIV-th Olimpiad – Seoul 1988. *New Studies in Athletics*. 5; 27-55
24. Brüggemann, G., P., Koszevski, D., Müller, H. (1997). Biomechanical research project Athens 1997 - Final Report. IAAF, Monaco
25. Brüggemann, G.P., Glad, B. (1988). Biomechanical analyses of the jumping events: Time analysis of the sprint and hurdle events. In: IAAF Scientific Research Project at the Games of the XXIVth Olympiad – Seoul, 1988: Final Report. IAAF, Monaco
26. Ciacci, S., Merni, F., Bartolomei, S., Di Michele, R. (2017). Sprint start kinematics during competition in elite and world-class male and female sprinters. *Journal of Sports Science*. 35; 1270–8
27. Chatzilazaridis, I., Panoutsakopoulos, V., Papaiakovou, G., I. (2012). Stride characteristics progress in a 40-M sprinting test executed by male preadolescent, adolescent and adult athletes. *Biol Exercise*, 8(2); 59-77
28. Collet, C. (2000). Strategic aspects of reaction time in world class sprinters. *Track Coach*. 152; 4865
29. Cronin, J., B., Hansen, K., T. (2005). Strength and power predictors of sports speed. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 19; 349–357
30. Cronin, J.B., Hansen, K. T. (2005). Strength and power predictors of sports speed. *J. Strength Cond. Res*. 19(2); 349–357
31. Čoh, M. (2004). Metodika i dijagnostika razvoja skočnosti u kondicijskoj pripremi sportaša. *Kondicijska priprema sportaša, (Ur) Jukić, I., Milanović, D. Kineziološki fakultet u Zagrebu, Zagrebački športski savez, Udruga kondicijskih trenera Hrvatske*. (2); 104 – 118
32. Čoh, M., Dolenc, A. (1996). Starting action dynamics analysis in top sprinters. *Kinesiology*. 28 (2); 26-29
33. Čoh, M., Jošt, B., Škof, B., Tomazin, K., Dolenc, A. (1998). Kinematic and kinetic parameters of the sprint start and start acceleration model of top sprinters. *Gymnica*. 28; 33–42
34. Čoh, M., Kugovnik, O., Tomažin, K., Dolenc, A., Terčelj, M. (1997). Kinematična in kinetična analiza štarta in štartne akceleracije. *Šport*. 45 (2); 37-43
35. Čoh, M., Mihajlovič, S., Praprotnik, U. (2001). Morfološke in kinematične značilnosti vrhunskih šprinterjev. Čoh, M. (ur.) *Biomehanika atletike*. Ljubljana: Fakulteta za šport.

36. Čoh, M., Milanović, D., Kampmiller, T. (2001). Morphologic and Kinematic Characteristics of Elite Sprinters. *Collegium antropologicum*. 25(2); 605-610
37. Čoh, M., O. Kugonič (1990). Odvisnost segmentarne šprinterske hitrosti od nekaterih dimenzij antropološkega statusa. Ljubljana: Univerza Edvarda Kardelja v Ljubljani, Fakulteta za telesno kulturo, Inštitut za kineziologijo
38. Čoh, M., Tomazin, K. (2006). Kinematic analysis of the sprint start and acceleration from the blocks. *New Studies in Athletics*. 21; 23-33
39. Delecluse, C., van Coppenolle, H., Willems, R., Diels, M., Goris, M., van Leemputte, M., Vuylsteke, M. (1995). Analysis of 100 meter sprint performance as a multi-dimensional skill. *Journal of Human Movement Studies*. 28(2); 87-101
40. Dick, F., W. (1989). Developing and maintaining maximum speed in sprints over one year. *Athletics Coach*. 23(1); 3-8
41. Dickinson, A., D. (1934). The effect of foot spacing on the starting time and speed in sprinting and the relation of physical measurements to foot spacing. *Research Quarterly in Exercise and Sport*. 5(1); 12-19
42. Dobbs, C., W., Gill, N., D., Smart, D., J., Mcguigan, M., R. (2015). Relationship between vertical and horizontal jump variables and muscular performance in athletes. *Journal of Strength and Conditioning Association*. 29(3); 661-671
43. Donati, A. (1995). The development of strides length and stride frequency in sprinting. *New Studies in Athletics*. 10 (1); 51-66
44. Draganov, P., G. (1985). Edinna programa sprintovii i prepjatstveni biaganija. Sofija; Federacija leka atletika
45. Ebert, J., R., Edwards, P., Currie, J., Smith, A., Joss, B., Ackland, T., Buelow, J., U., Hewitt, B. (2018). Comparison of the 'back in action' test battery to standard hop tests and isokinetic knee dynamometry in patients following anterior cruciate ligament reconstruction. *International Journal of Sports Physical Therapy*. 13(3); 389-400
46. Ferro, A., Rivera, A., Pagola I., Ferreruella, M., Martin, A., Rocandio, V. (2001). Biomechanical analysis of the 7th World Championships in Athletics Seville, 1999. *New Studies in Athletics*. 16(172); 25-60
47. Filipović, R. i sur. (1995). Englesko – Hrvatski rječnik. Školska knjiga, Zagreb.
48. Findak, V., Prskalo, I. (2004). Kineziološki leksikon za učitelje. Petrinja: Visoka učiteljska škola

49. Gajer, B., Thepaut-Mathieu, C., Lehenaff D. (1999). Evolution of stride and amplitude during course of the 100 m event in athletics. *New Studies in Athletic*. 14 (1); 43-50
50. Gokeler, A., Welling, W., Zaffagnini, S., Seil, R., Padua, D. (2017). Development of a test battery to enhance safe return to sports after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy*. 25(1); 192-199
51. Golomer, E., Fery, Y., A. (2002). Unilateral jump behaviour in young professional female ballet dancers. *Journal of Dance Medicine and Science*. 6(3); 98
52. Haake, S., J. (2009) The impact of technology on sporting performance in Olympic sports, *Journal of Sports Sciences*. 27(13); 1421-1431
53. Habibi, W., Shabani, M., Rahimi, E., Fatemi, R., Najafi, A., Analoei, H., Hosseini, M. Relationship between Jump Test Results and Acceleration Phase of Sprint Performance in National and Regional 100 m Sprinters. *Journal of Human Kinetics*. 23; 29–35
54. Hafez, A., M., A., Roberts, E., M., Seireg, A., A. (1985). Force and velocity during front foot contact in the sprint start. In: Winter, Norman, Wells, Hayes, Patla (Eds.) *Biomechanics IX-B*. Champaign, IL: Human Kinetics; 350-355
55. Harland, M., J., Steele, J., R. (1997). Biomechanics of the sprint start. *Sports Medicine*. 23 (1); 11-20
56. Harland, M.J., Steele, J.R. (1997). Biomechanics of the sprint start. *Sports Medicine*. 23 (1), 11-20
57. Henry, M., F. (1952). Force time characteristics of the sprint start. *Research. Quarterl.* 21; 301-312
58. Holm, D., J., Stablom, M., Keogh, J., W., L., Cronin, J. (2008). Relationship between the kinetics and kinematics of unilateral horizontal drop jump to sprint performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 22(5); 1598 -1596
59. Hunter, J., P., Marshall, R., N., McNair, P., J. (2005). Relationships between ground reaction force impulse and kinematics of sprint-running acceleration. *Journal of Applied Biomechanics*. (21); 31-43
60. Hunter, J., P., Marshall, R., N., McNair, P., J. (2004). Interaction of step length and step rate during sprint running. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 36; 261-271
61. Itoh, H., Kurosaka, M., Yoshiya, S., Ichihashi, N., Mizuno, K. (1998). Evaluation of functional deficits determined by four different hop tests in patients with anterior

- cruciate ligament deficiency. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy* : official journal of the ESSKA. 6; 241-5
62. Kalayci, M., C., Guleroglu, F., Eroglu, H. (2016). Relationship between anthropometric parameters and speed performance: A kinanthropometric research. *Turkish Journal of Sport and Exercise*. 18(2); 90 – 96
  63. Kise, N., J., Roos, E., M., Stensrud, S., Engebretsen, L., Risberg, M., A. (2019). The 6-m timed hop test is a prognostic factor for outcomes in patients with meniscal tears treated with exercise therapy or arthroscopic partial meniscectomy: a secondary, exploratory analysis of the Odense-Oslo meniscectomy versus exercise (OMEX) trial. *Knee Surg Sports Traumatol Arthroscopy*. 27(8); 2478-2487
  64. Kohlrausch, W. (1984). Historical review. (ur) Carter, J., E., L. *Physical structure of Olympic athletes*, Basel
  65. Korchemny, R. (1985). Evaluation of sprinters. *National Strength and Conditioning Journal*. 7; 38 - 42
  66. Komi, P. V. (2003). Stretch-Shortening Cycle. *Strenght and Power in Sport*. (ur) Komi, P., V. 184 – 202
  67. Komi, P., V. (2000). Stretch-shortening cycle: a powerful model to study normal and fatigued muscle. *Journal of Biomechanics*. 33(10); 1197-1206
  68. Komi, P., V., Bosco, C. (1978). Utilisation of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women. *Medicine and Science in Sports*. 10; 261–265
  69. Kovacs, A., J, Miles, G., E., Baweja, H., S. (2018). Thinking Outside the Block: External Focus of Attention Improves Reaction Times and Movement Preparation Times in Collegiate Track Sprinters. *Sports*. 6(4); 120
  70. Kukolj, M., Ropert, R., Ugarković, D., Jarić, S. (1999). Anthropometrics, strenght and power predictors of sprinting performance. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 39(2); 120-122
  71. Letzelter, S. (2006). The development of velocity and acceleration in sprints: A comparison of elite and juvenile female sprinters. *New Studies in Athletics*. 21(3); 15-22
  72. Little, T., Williams, A., G. (2005). Specifity of acceleration, maximum speed and agiity in professional socer players. *Journal of Strenght an Conditioning Research*. 19; 76-78
  73. Locatelli, E., Arsac, L. (1995). The mechanics and energetics of the 100 m sprint. *New Studies in Athletics*. 10; 81-87



74. Lockie, R., G., Stage, A., A., Stokes, J., J., Orjalo, A., J., Davis, D., L., Giuliano, D, V., Moreno, M., R., Risso, F., G., Lazar, A., Birmingham-Babauta, S., A., Tomita, T. M. (2016). Relationships and predictive capabilities of jump assessments to soccer-specific field test performance in division I collegiate players. *Sports*. 4; 56
75. Lockie, R., G., Callaghan, S., J., Berry, S., P., Cooke, E., R., Jordan, C., A., Luczo, T., M., Jeffriess, M., D. (2014). Relationship between unilateral jumping ability and asymmetry on multidirectional speed in team-sport athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 28; 3557–3566
76. Loturco, I., D'Angelo, R., A., Fernandes, V., Gil, S., Kobal, R., Cal Abad, C., C., Kitamura, K., Nakamura, F. (2015). Relationships between sprint ability and loaded/unloaded jump tests in elite sprinters. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 29; 758-764
77. Maćkala, K. (2007). Optimization of performance through kinematic analysis of the different phases of the 100 metres. *New Studies in Athletics*. 22(2); 7-16
78. Maćkala, K., Fostiak, M., Kowalski, K. (2015). Selected determinants of Acceleration in the 100 m sprint. *Journal of Human Kinetics*. 5; 135-148
79. Maćkala, K., Mero, A. (2013). A Kinematics Analysis Of Three Best 100 M Performances Ever. *Journal of Human Kinetics*. 36; 149-160
80. Mann, R. (2005). *The Mechanics of Sprinting*. CompuSport: Primm, NV
81. Mann, R., V. (1981). A kinetics analysis of sprinting. *Medicine and Science in Sport and Exercises*. 13(5); 325-328
82. Mann, R., Sprague, P. (1980). A kinetic analysis of the ground leg during sprint running. *Res Q Exercise Sport*. 51(2); 334-348
83. Marković, G., Dizdarević, D., Jukić, I., Cardinale, M. (2004). Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 18(3); 551-555
84. Marković, G. (2007). Does plyometric training improve vertical jump height? A meta-analytical review. *Sports Medicine*. 41; 349-355
85. Marković, G. (2013). Znanstvene i praktične osnove primjene pliometrijskog treninga. Seminar za atletske trenere, prezentacija sa predavanjima. Hrvatski atletski savez, Zagreb
86. Marković, G., Mikulić, P. (2010). Neuro-muskuloskeletal and performance adaptations to lower-extremity plyometric training. *Sports Medicine*. 40(10); 859-895

87. Marques, M., C., Gil, H. Ramos, R., J., Costa, A., M., Marinho, D., A. (2011). Relationships between vertical jump strength metrics and 5 meters sprint time. *Journal of Human Kinetics*. 29; 115-122
88. Matsuo, A., Mizutani, M., Nagahara, R., Fukunaga, T., Kanehisa, H. (2019). External mechanical work done during the acceleration stage of maximal sprint running and its association with running performance. *Journal of Experimental Biology*. 222(5)
89. Maulder, P., Cronin, J. (2005). Horizontal and vertical jump assessment: reliability, symmetry, discriminative and predictive ability. *Phys Ther Sport*. 6; 74-82
90. Maulder, P., S., Bradshaw, E., J., Keogh, J. (2006). Jump kinetic determination of sprint acceleration performance from start in block in male sprinters. *Journal of Sports Science and Medicine*. 5; 359-366
91. Mero, A., Komi, P., V. (1986). Force-EMG and elasticity – velocity relationships at submaximal and supramaximal running speeds in sprinters. *European Journal of Applied Physiology*. 55; 553 – 561
92. Mero, A., Komi, P., V. (1990). Reaction time and electromyographic activity during a sprint start. *European Journal of Applied Physiology*. 61; 73-80
93. Mero, A., Komi, P.V., Gregor, R.J. (1992). Biomechanics of sprint running: A review. *Sports Medicine*. 13; 376-392
94. Mero, A., Luhtanen, P., Komi, P., V. (1983). A biomechanical study of the sprint start. *Scandinavian Journal of Sports Science*. 5(1); 20-28
95. Mero, A. (1988). Force-Time Characteristics and Running Velocity of Male Sprinters during the Acceleration Phase of Sprinting. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. 59(2); 94-98
96. Metikoš, D., Prot, F., Hofman, E., Pintar, Ž., Oreb, G. (1989). Mjerenje bazičnih motoričkih dimenzija sportaša. Fakultet za fizičku kulturu, Zagreb
97. Meylan, C., M., P., Nosaka, K., Green, J., Cronin, J., B. (2010). Temporal and kinetic analysis of unilateral jumping in the vertical, horizontal, and lateral directions, *Journal of Sports Sciences*, 28 (5); 545-554
98. Meylan, C., McMaster, T., Cronin, J., Mohammad, N., I., Rogers, C., Klerk, M. (2009). Single-leg lateral, horizontal, and vertical jump assessment: reliability, interrelationships, and ability to predict sprint and change-of-direction performance. *Journal of Strength and Conditioning*. 23(4); 1140–1147

99. Milanović, D., Hofman, E., Šnajder, V. (1986). Uvod u znanstvene osnove atletike. Fakultet za fizičku kulturu Sveučilišta u Zagrebu
100. Mišigoj–Duraković, M., Matković, B., Medved, R. (1995). Morfološka antropometrija u sportu. Fakultet za fizičku kulturu Sveučilišta u Zagrebu
101. Monte., A., Zamparo, P. (2019). Correlations between muscle-tendon parameters and acceleration ability in 20 m sprints. PLoS ONE. 14(3)
102. Morin, J., B., Edouard, P., Samozino, P. (2013). New Insights Into Sprint Biomechanics and Determinants of Elite 100m Performance. New Studies in athletics. 28 (3/4); 87-103
103. Müller, H., Hommel, H. (1997). Biomechanical Research Project at the VIth World Championships in Athletics, Athens 1997: Preliminary Report. New Studies Athletics. 12:43-73
104. Munro, C., F., Miller, D., I., Fuglevand, A.J. (1987). Ground reaction forces in running: a reexamination. Journal of Biomechanics. 20; 147 – 156
105. Nesser, T., W., Latin, R., W., Berg, K., Prentice, E. (1996). Physiological determinants of 40- meter sprint performance in young male athletes. Journal of Strength and Conditioning Research. 10(4); 263-267
106. Newton, R., U., Dugan, E. (2003). Application of strength diagnosis. Strength Cond. J. 24(5):50–59
107. Noyes, F, R., Barber, S., D., Mooar, L., A. (1989). A rationale for assessing sports activity levels and limitations in knee disorders. Clinical Orthopaedics and Related Research. 246; 238-249
108. Otsuka, M., ; Potthast, W., Willwacher, S., Goldmann, J., P., Kurihara, T., Isaka, T. (2019). Validity of block start performance without arm forces or by kinematics-only methods. Sport Biomechanics. 18(3); 229-244
109. Paradisis, G., P., Bissas, A., Pappas, P., Zacharogiannis, E., Theodorou, A., Girard, O. (2019). Sprint mechanical differences at maximal running speed: Effects of performance level. Journal of Sports Sciences. 14; 1-11
110. Payne, A., H., Blader, F., B. (1971). The mechanics of the sprint start. Medicine and Sport, Biomechanics II. 6; 225-231
111. Pedišić, Ž., Dizdžar, D. (2010). Priručnik za kvantitativne metode. Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu
112. Perez-Landaluce, J., Rodríguez-Alonso, M., Fernández-García, B., Bustillo-Fernández, E., Terrados-Cepeda, N. (1998). Importance of wash riding in kayaking

- training and competition. *Medicine Science in Sports and Exercise*. 30(12); 1721-1724
113. Rašidagić, F., Kajmović, H., Mirvić, E. (2014). Primjena prirodnih oblika kretanja u nastavi sporta i tjelesnog odgoja. Fakultet sporta i tjelesnog odgoja Univerziteta u Sarajevu, Sarajevo
  114. Rimmer, E., Sleivert, G. (2000). Effects of a plyometrics intervention program on sprint performance. *Journal of Strength and Conditioning*. 14(3); 295-301
  115. Salo, A., Bezodis, I., N., Batterham, A., M., Kerwin, D., G. (2011). Elite sprinting: Are athletes individually step-frequency or step-length reliant? *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 43(6); 1055-1062
  116. Schmidtbleicher, D. (1992). Training for power events. Komi, P.V. (ur.) *Strength and power in sport*. Oxford: Blackwell. 169-179
  117. Schot, P., K., Knutzen, M., K.(1992). A biomechanical analysis of four sprint start positions. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. 63, 137-14
  118. Schuster, D., Jones, P.A. (2016). Relationships between unilateral horizontal and vertical drop jumps and 20 metre sprint performance, *Physical Therapy in Sports*. 21; 20-25
  119. Sekulić, D. (2016). Analiza stanja i transformacijski postupci u kineziologiji. Kineziološki fakultet u Splitu, Split
  120. Analiza stanja i analiza stanja i transformacijski transformacijski postupci u postupci u kineziologiji kineziologiji. PowerPoint prezentacija.
  121. Sekulić, D., Metikoš, D. (2007). Osnove transformacijskih postupaka u kineziologiji. Fakultet prirodoslovno - matematičkih znanosti i kineziologije Sveučilišta u Splitu
  122. Shen, W. (2000). The effects of stride length and frequency on the speed of elite sprinter sin 100 meter dash. *Biomechanical proceedings of XVIII-th International symposium of biomechanics in sport, Hong Kong*. 333-336
  123. Shin, S., Woo, H. (2013). Correlation of single leg vertical jump, single leg hop, and single leg squat distances in healthy persons. *Physical Therapy Rehabilitation Science*. 2;57-61
  124. Singh, L., Malik, A., K. (2015). Selected anthropometric and physical fitness measures as predictors of performance in 400 meters track event. *International Journal of Physical Education, Sports and Health*; 1(4): 70-72

125. Slater-Hammel, A.,T., Stumpner, R., L. (1952). Choise batting reaction-time. *Research Quarterly*. 21, 377-380
126. Slawinski, J., Termoz, N., Rabita, G., Guilhem, G., Dorel, S. , Morin, J., Samozino, P. (2017). How 100-m event analyses improve our understanding of world-class men's and women's sprint performance. *Scandinavian Journal of Medicine Science in Sports*. 27; 45-54
127. Sprague, P., Mann, R., V. (1983). The effects of muscular fatigue on the kinetics of sprint running. *Exercise and Sport*. 54; 60-66
128. Stock, M. (1962). Influence of various track starting positions on speed. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. 33(4); 607-614
129. Valle, C. (2017). 5 Jupm Tests that Transfer To Speed. Dostupnoo na: <https://www.freeleapusa.com/5-jump-test-that-transfer-to-speed/>
130. Valle, C. (2019). Why Contact Length Matters in Sprinting (and Jumping). Dostupno na: <https://simplifaster.com/articles/contact-length-sprinting-speed/>
131. Vescovi, J., D., Mcguigan, M., R. (2008). Relationships between sprinting, aqility and jump ability in female athletes. *Journal of Sports Sciences*. 26(1); 97-107
132. Vittori, C. (1995). Monitoring the training of the sprinter. *New Studies in Athletics*, 10(83); 39-44
133. Vučetić, V., Babić, V., Šentija, D., Nekić, B. (2005). Anthropometric and Morphological Characteristics of Runners. 4th International Scientific Conference on Kinesiology "Science and Profession - Challenge for the Future" (ur) Milanović, D., Prot, F. Faculty of Kinesiology, Zagreb. 612-615
134. Vučetić, V., Sukreški, M., Sporiš, G. (2013). Izbor adekvatnog protokola testiranja za procjenu aerobnog i anaerobnog energetskeg kapaciteta. *Kondicijska priprema sportaša*, (Ur) Jukić, I., Milanović, D. Kineziološki fakultet u Zagrebu, Zagrebački športski savez, Udruga kondicijskih trenera Hrvatske. 11; 99 – 110
135. Weyand, P., Sternlight, D., Bellizzi, M., Wright, S. (2000). Faster top running speeds are achieved with greater ground forces not more rapid leg movements. *Journal of Applied Physiology*. 89; 1991-2000
136. Wiemann, K., Tidow, G.(1995). Relative activity of hip and knee extensors in sprinting - Implications for training. *New Stud. Athletics* 10:29–49
137. Wikipedia (2019). [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/77/1912\\_Athletics\\_men%27s\\_100\\_metre\\_final3.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/77/1912_Athletics_men%27s_100_metre_final3.JPG)

138. Williams, K., R. (2000). Biomechanics in sport: Performance enhancement and injury prevention. (Ed.) V., M. Zatsiorsky. Blackwell Science
139. Young, W. (1992). Sprint bounding and sprint bound indeks. National Strength and Condition Association Journal. 14(4); 18-21
140. Young, W., B., James, R., Montgomery, I. (2002). Is muscle power related to running speed with changes of direction? Journal of Sports Medicine and Physical Fitness. 42; 282-288
141. Young, W., McLean, B., Ardagna, J. (1995). Relationship between strength qualities and sprinting performance. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness. 35; 13–19
142. Zatsiorsky, V. M. (1995). Science and practice of strength training. Champaign, IL: Human Kinetics
143. Zatsiorsky, V., M., Primakov Y., N. (1969). Time course of initial acceleration in running and the factors which determine it. Teorija y Praktika v Fizicheskoj Kultury. 32; 5-10

## 10. ŽIVOTOPIS I POPIS JAVNO OBJAVLJENIH RADOVA

### 10.1 Životopis

Ivan Milinović rođen je 23.09.1978. u Bjelovaru, Hrvat po nacionalnosti te građanin Republike Hrvatske. Otac je djeteta, kćeri Ivane. U Bjelovaru je završio osnovnu i srednju školu, a Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu upisuje 1997. godine na kojem je diplomirao 2003. godine s temom: „Upotreba niskih i visokih prepona u fizičkoj pripremi sportaša“ na usmjerenju Kondicijska priprema sportaša. Te iste godine upisuje poslijediplomski magistarski znanstveni studij koji završava 2012. godine s obranjenim radom na temu: „Analiza trendova razvoja olimpijskih rezultata u ženskim bacačkim disciplinama“. 2014. godine upisuje poslijediplomski doktorski studij kineziologije na Kineziološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.

Nakon završetka studija radi sa sportašima i rekreativcima kao kondicijski trener. 2004. zapošljava se u I. Osnovnoj školi u Bjelovaru kao nastavnik tjelesne i zdravstvene kulture te kasnije iste godine u Srednjoj školi u Čazmi kao profesor tjelesne i zdravstvene kulture.

Od 2005. do 2018. godine radi kao vanjski suradnik na Kineziološkom fakultetu suradnik na predmetima Atletika I i Atletika II, odnosno kasnije Atletika- hodanja i trčanja i Atletika-skokovi i bacanja. 2006. godine zapošljava se na radno mjesto predavača na Katedri za tjelesnu i zdravstvenu kulturu na Ekonomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. 2012. postaje viši predavač, a od 2014. godine do danas obnaša dužnost pročelnika Katedre za tjelesnu i zdravstvenu kulturu.

Sudjeluje na raznim domaćim i stranim konferencijama, stručnim skupovima i radionicama te objavljuje stručne i znanstvene radove u stručnim i znanstvenim publikacijama te konferencijama.

## 10.2 Popis javno objavljenih radova

1. **Milinović, I.**, Štefan, L., Čule, M. (2017). Differences between body composition parameters in university students according to self rated health status. 11th International Conference on Kinanthropology Book of Abstracts. Zvonař, Martin (ur.). Brno: Muni Press, 150-150
2. Štefan, L., Čule, M., **Milinović, I.**, Juranko, D., Sporiš, G. (2017). The Relationship between Lifestyle Factors and Body Composition in Young Adults. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 14: 8; 893-900
3. Štefan, L., Čule, M., **Milinović, I.**, Sporiš, G., Juranko, D. (2017). The relationship between adherence to the Mediterranean diet and body composition in Croatian university students. *European Journal of Integrative Medicine*. 13, 40-46
4. Štefan, L., Prosoli, R., Juranko, D., Čule, M., **Milinović, I.**, Novak, D., Sporiš, G. (2017). The Reliability of the Mediterranean Diet Quality Index (KIDMED) Questionnaire. *Nutrients*. 9, 419
5. Čule, M., **Milinović, I.**, Lizačić, C. (2018). Trendovi razvoja rezultata u eksplozivnoj snazi učenika 5. razreda Osnovne škole Đure Deželića u Ivanić-Gradu. 27. Ljetna škola kineziologa RH / Babić, Vesna (ur.). Zagreb. Hrvatski kineziološki savez, 134-138
6. Čule, M., **Milinović, I.**, Obadić, E. (2017). Students' attitudes towards sports and recreational activities in spare time. 8th International Scientific Conference On Kinesiology. Milanović, D., Sporiš, G., Šalaj, S., Škegro, D. (ur.). Zagreb : Faculty of Kinesiology, University of Zagreb, 282-286
7. Čule, M., **Milinović, I.**, Štefan, L. (2017). Motoričke sposobnosti u tjelesnoj i zdravstvenoj kulturi: Stanje repetitivne snage trupa učenika 5. razreda osnovne škole Đure Deželića u Ivanić-Grad. 26. ljetna škola kineziologa Republike Hrvatske. Findak, V. (ur.). Zagreb, Hrvatski kineziološki savez, 225-228
8. Lizačić, C., Čule, M., **Milinović, I.**, Čuić, S. (2016). Analiza utjecaja stavova na odabir kineziološkog programa studenata Ekonomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. *Kineziologija i područja edukacije, sporta, sportske rekreacije i kineziterapije u razvitku hrvatskog društva*. Findak, V. (ur.). Zelina: Hrvatski kineziološki savez, 358-364
9. **Milinović, I.**, Čule, M., Papec, M. (2015). Utjecaj pliometrijskog treninga na kvantitativne promjene u nekim morfološkim i motoričkim karakteristikama košarkaša



- juniora KK "Maksimir". 24. ljetna škola kineziologa Republike Hrvatske. Findak, V. (ur.). Zagreb: Hrvatski kineziološki savez, 89-94
10. **Milinović, I.**, Milanović, D., Harasin D. (2013). Differences between best olympic results and best world athletics events' throws women accomplished in the olympic games' years. *Acta Kinesiologica*, 7 (2); 12-18
  11. **Milinović, I.**, Mazinjanin, P., Lamza, D. (2012). Vrijednosti frekvencije srca u mirovanju i pod umjerenim opterećenjem u tjelesno aktivnih i neaktivnih studenata. Odgojni i zdravstveni aspekti sporta i rekreacije. Andrijašević, M., Jurakić, D. (ur.). Zagreb: Sveučilište u Zagrebu Kineziološki fakultet, 434-439.
  12. **Milinović, I.**, Gruić, I., Ohnjec, K. (2009). Ocjena važnosti pojedinih aktivnosti u slobodnom vremenu u odnosu na subjektivni doživljaj stupnja psihičke i fizičke kondicije studenata Ekonomskog fakulteta u Zagreb. Upravljanje slobodnim vremenom sadržajima sporta i rekreacije. Andrijašević, M. (ur.). Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 151-157
  13. Harasin, D., Milanović, D., **Milinović, I.** (2008). The differences in toe-to-toe distance in first single support phase of rotational shot put between elite and sub-elite performer. *Proceedings Book of the 5th International Scientific Conference on Kinesiology "Kinesiology Research Trends and Applications"*. Milanović, D. ; Prot, F. (ur.). Zagreb: Kineziološki fakultet, 235-237
  14. **Milinović, I.**, Harasin, D. (2008). Development of sport performance in the olympic games women discus throw finalists. *Proceedings Book of the 5th International Scientific Conference on Kinesiology "Kinesiology Research Trends and Applications"*. Milanović, D., Prot, F. (ur.). Zagreb. Kineziološki fakultet, 235-237
  15. **Milinović, I.**, Harasin, D., Mazinjanin, P. (2011). Razlike u morfološkom statusu studenata Ekonomskog fakulteta i Kineziološkog fakulteta u Zagrebu. *Zbornik radova 20. ljetne škole kineziologa Republike Hrvatske*. Findak, V ; Prskalo, I ; (ur.). Poreč: Hrvatski Kineziološki savez, 91-96
  16. **Milinović, I.**, Harasin, D., Lamza, D. (2010). Konstrukcija i validacija mjernog instrumenta za procjenu agilnosti. 19. ljetna škola kineziologa RH "Individualizacija rada u područjima edukacije, sporta, sportske rekreacije i kineziterapije". Findak, V. (ur.). Zagreb. Hrvatski kineziološki savez, 276-281
  17. Harasin, D., Milanović, D., **Milinović, I.** (2009). Razlike u kutnim pomacima donjih ekstremiteta u izbačaju između boljih i lošijih bacača kugle. *Zbornik radova 18. ljetne škole kineziologa RH "Metodički organizacijski oblici rada u područjima edukacije,*

- sporta, sportske rekreacije i kineziterapije". Neljak, B. (ur.). Zagreb: Hrvatski kineziološki savez, 144-148
18. **Milinović, I.**, Milanović, D., Harasin, D. (2009). Analiza razvojnih trendova olimpijskih rezultata bacačica kugle. Zbornik radova 18. ljetne škole kineziologa RH "Metodički organizacijski oblici rada u područjima edukacije, sporta, sportske rekreacije i kineziterapije". Neljak, B. (ur.). Zagreb. Hrvatski kineziološki savez, 94-199
19. Čule, M., **Milinović, I.**, Lizačić, C. (2018). Trendovi razvoja rezultata u eksplozivnoj snazi učenika 5. razreda Osnovne škole Đure Deželića u Ivanić-Gradu. 27. Ljetna škola kineziologa RH. Babić, V. (ur.). Zagreb: Hrvatski kineziološki savez, 134-138
20. Lizačić, C., Modrić, I., Herceg, R., **Milinović, I.**, Mazinjanin, P. (2012). Prikaz rada Športskog društva Ekonomskog fakulteta. Intenzifikacija procesa vježbanja u područjima edukacije, sporta, sportske rekreacije i kineziterapije. Findak, V. (ur.). Zagreb: Hrvatski kineziološki savez, 450-456
21. Harasin, D., **Milinović, I.**, Antekolović, Lj. (2011). Život i preživljavanje u prirodi - predmet na znanstvenom polju kineziologije. Zbornik radova 20. ljetne škole kineziologa Republike Hrvatske. Findak, V., Prskalo, I. (ur.). Poreč: Hrvatski Kineziološki savez, 417-422
22. Harasin, D., Milanović, D., **Milinović, I.** (2008). Razlike u vršnoj brzini kugle u okretu između boljih i lošijih bacača . Zbornik radova 17. ljetne škole kineziologa RH "Stanje i perspektive razvoja u područjima edukacije, sporta, sportske rekreacije i kineziterapije". Neljak, Boris (ur.). Zagreb: Hrvatski kineziološki savez, 125-129
23. Lizačić, C., **Milinović, I.**, Mazinjanin, P., Modrić, I., Herceg, R. (2013). Prikaz rada Športskog društva Ekonomskog fakulteta - II dio. Organizacijski oblici rada u područjima edukacije, sporta, sportske rekreacije i kineziterapije. Findak, Vladimir (ur.) Zagreb: Hrvatski kineziološki savez, 351-355
24. Harasin, D., Smode, B., **Milinović, I.** (2010). Strukturalna analiza izviđačkog taborovanja. 19. ljetna škola kineziologa RH "Individualizacija rada u područjima edukacije, sporta, sportske rekreacije i kineziterapije". Findak, V. (ur.). Zagreb: Hrvatski kineziološki savez, 461-465
25. **Milinović, I.**, Milanović, D., Harasin, D. (2008). Analiza razvoja trenda olimpijskih rezultata pobjednica u bacanju koplja. Zbornik radova 17. ljetne škole kineziologa RH "Stanje i perspektive razvoja u područjima edukacije, sporta, sportske rekreacije i kineziterapije". Neljak, Boris (ur.). Zagreb, Hrvatski kineziološki savez, 2008. 141-146

26. Antekolović, Lj., **Milinović, I.**, Hofman, E. (2003). Upotreba prepona u kondicijskoj pripremi sportaša. *Kondicijski trening : stručni časopis za teoriju i metodiku kondicijske pripreme*, 1 (2); 42-50
27. **Milinović, I.**, Mazinjanin, P., Lizačić, C., Herceg, R., Modrić, I. (2013). Stavovi studenata o samoobrani s obzirom jesu li doživjeli fizički napad. 22. Ljetna škola kineziologa Republike Hrvatske. Findak, V. (ur.). Zagreb: Hrvatski kineziološki savez, 253-255