

# Povezanost morfoloških karakteristika i motoričkih sposobnosti kod nogometaša

---

**Knežević, Ante**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2024**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Kinesiology Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Kineziološki fakultet Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:265:514135>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-28**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Kinesiology Osijek](#)



Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Kineziološki fakultet Osijek

Sveučilišni diplomski studij Kineziološka edukacija

Ante Knežević

**POVEZANOST MORFOLOŠKIH KARAKTERISTIKA I  
MOTORIČKIH SPOSOBNOSTI KOD NOGOMETAŠA**

Diplomski rad

Osijek, 2024.

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Kineziološki fakultet Osijek

Sveučilišni diplomski studij Kineziološka edukacija

Ante Knežević

**POVEZANOST MORFOLOŠKIH KARAKTERISTIKA I  
MOTORIČKIH SPOSOBNOSTI KOD NOGOMETAŠA**

Diplomski rad

JMBAG: 0034082197

e- mail: aknezevic@kifos.hr

Mentor: doc.dr.sc. Iva Šklempe Kokić

Komentor: doc.dr.sc. Ivan Perić

Osijek, 2024.

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek

Faculty of Kinesiology Osijek

University graduate study of Kinesiology

Ante Knežević

**THE CONNECTION BETWEEN MORPHOLOGICAL  
CHARACTERISTICS AND MOTOR SKILLS IN  
FOOTBALL PLAYERS**

Master's Thesis

Osijek, 2024.

**IZJAVA**  
**O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI,**  
**SUGLASNOSTI ZA OBJAVU U INSTITUCIJSKIM REPOZITORIJIMA**  
**I ISTOVJETNOSTI DIGITALNE I TISKANE VERZIJE RADA**

1. Kojom izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je diplomski rad isključivo rezultat osobnoga rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu. Potvrđujem poštivanje nepovredivosti autorstva te točno citiranje radova drugih autora i referiranje na njih.
2. Kojom izjavljujem da sam suglasan da se trajno pohrani i objavi moj rad u institucijskom digitalnom repozitoriju Kineziološkog fakulteta Osijek, repozitoriju Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku te javno dostupnom repozitoriju Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu (u skladu s odredbama Zakona o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju „Narodne novine“ broj 123/03., 198/03., 105/04., 174/04., 2/07.-Odluka USRH, 46/07., 63/11., 94/13., 139/13., 101/14.-Odluka USRH, 60/15.-Odluka USRH i 131/17.).
3. Izjavljujem da sam autor predanog rada i da je sadržaj predane elektroničke datoteke u potpunosti istovjetan sa dovršenom tiskanom verzijom rada predanom u svrhu obrane istog.

**Ime i prezime studenta/studentice:** Ante Knežević

**JMBAG:** 0034082197

**Službeni e-mail:** aknezevic@kifos.hr

**Naziv studija:** Diplomski sveučilišni studij Kineziološka edukacija

**Naslov rada:** Povezanost morfoloških karakteristika i motoričkih sposobnosti kod nogometaša

**Mentor diplomskog rada:** doc.dr.sc. Iva Šklempe Kokić / doc.dr.sc. Ivan Perić

U Osijeku \_\_\_\_\_ 1.9.2024



Potpis: \_\_\_\_\_

## **Povezanost morfoloških karakteristika i motoričkih sposobnosti kod nogometaša**

### **SAŽETAK**

Cilj ovog diplomskog rada je utvrditi stupanj povezanosti između morfoloških karakteristika i motoričkih sposobnosti kod nogometaša na području Virovitičko-podravске županije u dobi od 18 do 20 godina. Istraživanje je provedeno na uzorku od 20 nogometaša kojima su izmjerene morfološke karakteristike kao što su tjelesna visina (TV), tjelesna težina (TT), indeks tjelesne mase (ITM), postotak masti (PMA) i postotak mišića (PMI). Mjerenje je obavljeno pomoću antropometra te dijagnostičke vage za analizu tjelesnog sastava odnosno bioelektrične impedancije. Motoričke sposobnosti su evaluirane kroz različite standardizirane testove kao što je sprint na 10 metara (S10) i sprint na 20 metara (S20) koji procjenjuju brzinu, vertikalni skok odnosno Sargent test (ST) koji je korišten za procjenu eksplozivne snage donjih ekstremiteta, T-test (TAG) za procjenu agilnosti te Beep test (BT) kojim se procjenjivala aerobna izdržljivost. Ključni aspekti motoričkih sposobnosti koji su relevantni za uspješnost u nogometu su pokriveni prethodno navedenim testovima. Nakon prikupljanja podataka provedena je statistička analiza koja uključuje deskriptivnu statistiku u što se ubraja aritmetička sredina (AS), standardna devijacija (SD), minimum (MIN) te maksimum (MAX) za sve varijable. Kolmogorov-Smirnovljevim testom je utvrđena normalnost distribucije svih varijabli a rezultat je pokazao da su sve varijable normalno distribuirane, što je omogućilo primjenu parametrijskih statističkih testova. Za ispitivanje i određivanje povezanosti je korišten Pearsonov koeficijent korelacije. Analizirani rezultati su pokazali značajnu povezanost između svih morfoloških karakteristika i rezultata motoričkih testova. Istraživanjem je potvrđena značajnost i važnost morfoloških karakteristika za performanse igrača u nogometnoj igri. Dobiveni rezultati mogu pomoći sportskim stručnjacima te ostalim stručnim osobama u adaptaciji programa treninga s ciljem optimizacije motoričkih sposobnosti nogometaša u skladu s njihovom tjelesnom građom i kompozicijom.

**Ključne riječi:** morfološke karakteristike, motoričke sposobnosti, nogomet, bioelektrična impedancija, korelacija

## **The connection between morphological characteristics and motor skills in soccer players**

### **ABSTRACT**

The aim of this thesis is to determine the degree of connection between morphological characteristics and motor skills in soccer players in Virovitica-Podravina County aged 18 to 20. The research was conducted on a sample of 20 football players, whose morphological characteristics were measured such as body height (BH), body weight (BW), body mass index (BMI), body fat percentage (BF) and muscle mass percentage (MM). The measurement was performed using an anthropometer and a diagnostic scale for the analysis of body composition, i.e. bioelectrical impedance. Motor abilities were evaluated through various standardized tests such as the 10-meter sprint (S10) and 20-meter sprint (S20) that assess speed, the vertical jump also called the Sargent test (ST) that is used to assess the explosive power of the lower extremities, T - test for assessing agility (TAG) and the Beep test (BT), which assessed aerobic endurance. Key aspects of motor skills that are relevant to success in soccer are covered by the above tests. After data collection, a statistical analysis was carried out, which includes descriptive statistics, including the arithmetic mean (AM), standard deviation (SD), minimum (MIN) and maximum (MAX) for all variables. The Kolmogorov-Smirnov test determined the normality of the distribution of all variables, and the result showed that all variables were normally distributed, which enabled the application of parametric statistical tests. Pearson's correlation coefficient was used to examine and determine the relationship. The analyzed results showed a significant correlation between all morphological characteristics and motor test results. The research confirmed the significance and importance of morphological characteristics for the performance of players in football. The obtained results can help sports experts and other professionals in the adaptation of training programs with the aim of optimizing the motor skills of the players in accordance with their physical structure and composition.

**Keywords:** morphological characteristics, motor skills, football, bioelectrical impedance, correlation

<b>1. UVOD.....</b>	<b>1</b>
1.1. Analiza nogometne igre.....	2
1.2. Morfološke karakteristike.....	8
1.3. Motoričke sposobnosti.....	7
1.3.1. Izdržljivost.....	9
1.3.2. Brzina.....	10
1.3.3. Gibljivost.....	11
1.3.4. Koordinacija.....	11
1.3.5. Snaga.....	12
1.4. Bioelektrična impedancija.....	13
1.5. Dosadašnja istraživanja .....	14
<b>2. CILJ RADA.....</b>	<b>15</b>
2.1. Hipoteze.....	15
<b>3. METODE RADA.....</b>	<b>18</b>
3.1. Uzorak ispitanika.....	18
3.2. Uzorak varijabli.....	18
3.2.1. Mjerene morfološke karakteristike.....	18
3.2.2. Baterija motoričkih testova.....	24
3.3. Metode obrade podataka.....	29
<b>4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA.....</b>	<b>30</b>
<b>5. RASPRAVA.....</b>	<b>34</b>
<b>6. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>37</b>
<b>7. LITERATURA.....</b>	<b>38</b>
<b>8. ŽIVOTOPIS.....</b>	<b>42</b>
<b>9. PRILOG.....</b>	<b>43</b>



## 1. UVOD

Nogomet je ekipni sport u kojem se dvije momčadi od jedanaest igrača natječu s ciljem postizanja više pogodaka od protivnika pritom koristeći noge, tijelo ili glavu ali ne i ruke, samo vratar smije koristiti ruke u igri. Teren je pravokutnog oblika s golovima na obje strane, trajanje utakmice je dva poluvremena od 45 minuta. Nogomet se igra u više od 200 zemalja što ga čini najpopularnijim sportom na cijelom svijetu s milijardama ljubitelja (FIFA, 2022).

Zahtijeva visoku razinu fizičke pripreme, tehničkih vještina, taktičkog znanja i mentalne sposobnosti zbog svoje kompleksnosti i dinamičnosti. Može se opisati i kao interdisciplinarna sportska aktivnost za koju je potrebna kombinacija aerobnih i anaerobnih energetske sustava, taktička organizacija i razvijene tehničke vještine. Različite fizičke, psihološke, motoričke, tehničke te taktičke komponente su čimbenici koji utječu na uspješnost u nogometu (Reilly, Williams, 2003). Također ga definiramo kao kompleksnu kineziološku aktivnost koja se svrstava u aciklična polistrukturalna gibanja sa visokom raznovršnošću motoričkih radnji. Cilj u nogometnoj igri je postići više golova nego protivnička ekipa i tako ostvariti pobjedu (Barišić, 2007).

Uspješnost u nogometnoj igri određuje veliki opseg čimbenika poput morfoloških karakteristika, funkcionalnih te motoričkih sposobnosti i zdravstvenog statusa. Morfološke karakteristike obuhvaćaju fizičke osobine pojedinog igrača i one se mogu izmjeriti te kvantificirati, tu uključujemo dimenzije tijela, tjelesnu težinu i visinu, postotak mišićne i masne mase te druge aspekte tjelesne građe. Navedene karakteristike su od ključne važnosti u sportu zbog utjecaja na izvedbu sportaša u pojedinim disciplinama. Morfološke karakteristike predstavljaju pokazatelje tjelesne strukture i razvoja kod sportaša te mogu u velikoj mjeri odrediti potencijal za uspješnost u određenom sportu (Kurelić, 1975). S obzirom na kontekst sportske izvedbe, morfološke karakteristike služe kao temelj za procjenu fizičke spremnosti te adaptacije treninga. Bouchard i sur. (1997) ističu da tjelesna građa sportaša, s naglaskom na odnos između mišićne mase i masnog tkiva, ima izravan utjecaj na sportsku izvedbu pogotovo u sportovima gdje su snaga, brzina i izdržljivost ključni čimbenici.

Motoričke sposobnosti prezentiraju skup fizičkih sposobnosti koje omogućavaju sportašu da efikasno izvede različite tjelesne aktivnosti. Obuhvaćaju komponente kao što su snaga, izdržljivost, agilnost, brzina, koordinacija te fleksibilnost, imaju izuzetnu važnost jer izravno utječu na performans sportaša (Caspersen, Powell & Christenson, 1985).

Motoričke sposobnosti su osnova tjelesne pripremljenosti te predstavljaju sposobnost da tijelo efikasno i koordinirano reagira na različite podražaje i izazove (Malacko, Popović, 2001). U kontekstu sporta su motoričke sposobnosti ključne jer omogućavaju sportašu da razne tehničke i taktičke zahtjeve i zadatke izvodi na najvišoj mogućoj razini. Babić i Metikoš (2003) naglašavaju da su brzina i agilnost, skupa s koordinacijom i eksplozivnom snagom iznimno važni za sport poput nogometa u kojem sportaš mora brzo mjenjati smjerove, skakati, sprintati te biti dugotrajno pod fizičkim naporom.

Temelji sportskog treninga su upravo razvijanje motoričkih sposobnosti, pravilna identifikacija i usmjeravanje u razvoju specifičnih motoričkih sposobnosti omogućava optimiziranu sportsku izvedbu, različiti sportovi imaju drugačije zahtjeve kada su u pitanju kombinacije različitih motoričkih sposobnosti. Naprimjer, u sportovima kao što je maraton, izdržljivost će biti ključna komponenta motoričkih sposobnosti, dok u sportu poput nogometa će brzina, snaga i agilnost biti važniji.

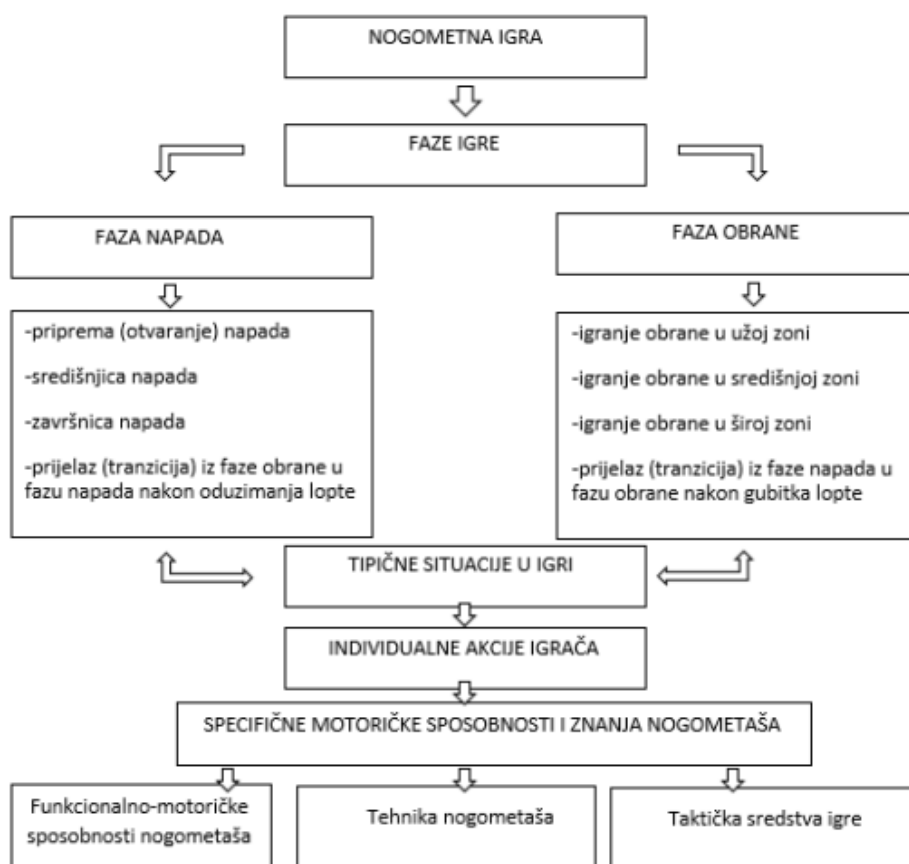
## **1.1 . ANALIZA NOGOMETNE IGRE**

Nogometnu igru analizom možemo podijeliti na strukturalnoj, funkcionalnoj te anatomske razini, na te načine prikupljamo informacije o zahtjevima i zadacima koje sportaši moraju svladati tijekom izvođenja aktivnosti. Igrači sa unaprijeđenim motoričkim i funkcionalnim sposobnostima te optimalnim morfološkim karakteristikama će biti u povoljnijoj poziciji za postizanje sportske izvedbe najviše moguće razine te će biti u stanju efikasnijeg rješavanja nogometnih zadataka. Analiza se također odnosi i na sustavno praćenje, bilježenje i procjenjivanje tehničko-taktičkih, fizičkih te psiholoških aspekata kod ekipe ili pojedinca. Cilj je identifikacija ključnih elemenata koji utječu na uspješnost u nogometnoj igri, tako se omogućuje preciznija adaptacija treninga. Analiza također uključuje različite metode poput kvantitativnog bilježenja TE-TA parametara kao što su broj dodavanja, udaraca i presiječenih lopte pa sve do kvalitativnih procjena ponašanja igrača i momčadi (Hughes, Bartlett, 2002).

## Analiza strukture nogometa

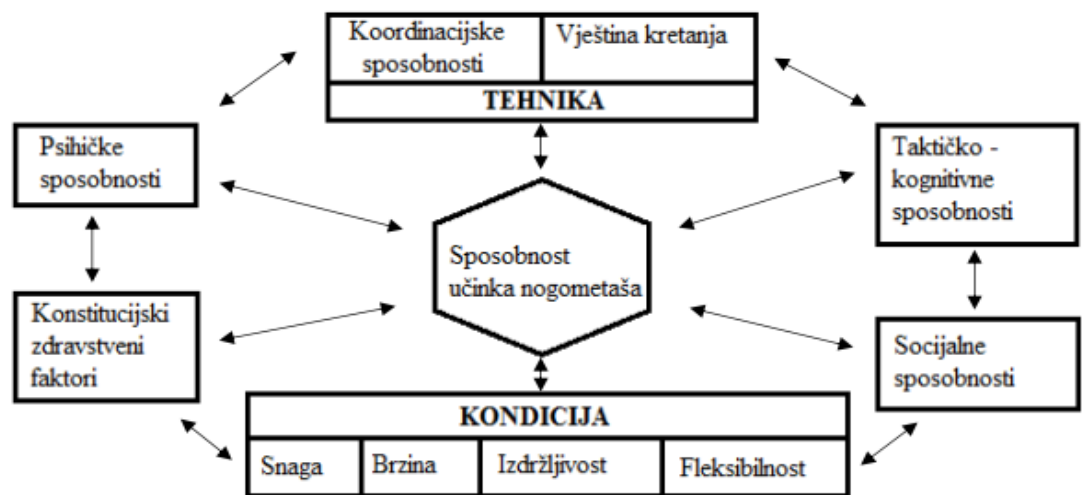
Analiza strukture se bavi proučavanjem dinamike i organizacije nogometne momčadi, odnosno kako se igrači kreću, djeluju te surađuju tijekom igre. Ova analiza se fokusira na proučavanje kolektivnih obrazaca igre poput formacija, prijelaza između napada i obrane te uloga pojedinih igrača unutar struktura (Secretone i sur., 2014). Osnovni cilj je određivanje optimalnih organizacijskih obrazaca i pristupa koji unaprjeđuju učinkovitost ekipe. Korištenjem koncepta „dinamičkih mreža“ može se utvrditi povezanost između igrača, gdje su njihovi međusobni odnosi predstavljeni kao čvorovi i veze što nam omogućuje praćenje razine suradnje unutar momčadi u svakom trenutku igre (Buldu, 2019).

Ključno je poznavati strukturu te sve njene faze i podfaze u vidu razumijevanja određenih situacija tijekom igre. Nogomet se sastoji od faze napada, faze obrane te faze tranzicije, sve faze možemo podijeliti na manje podfaze s kojima se susreću igrači tijekom igre (Barišić, 2007).



Slika 1. Faze igre u nogometu ( Barišić, 2007)

Uspješnost u nogometu ovisi o povezivanju ključnih čimbenika poput tehničkih, taktičkih, kognitivnih, socijalnih, motoričkih i psihičkih sposobnosti te različitih vještina kretanja koji direktno utječu na krajnju sportsku izvedbu kod nogometaša i momčadi.



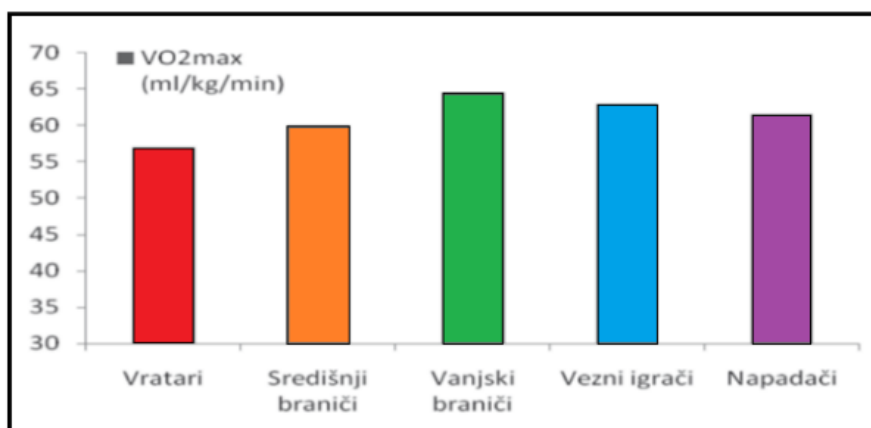
Slika 2. Komponente ključne za uspjeh u nogometnoj igri (Weineck, 1999.)

### Funkcionalna analiza nogometa

Funkcionalnom analizom dobivamo uvid u informacije o energerskim procesima te sustavima korištenih za vrijeme igre. Nogomet svrstavamo u aerobno-anaerobne sportove zbog nemogućnosti određivanja točnog udjela aerobne i anaerobne energetske potrošnje. Omjer udjela je ovisan o više stavki a neki od njih su pozicija igrača na terenu te taktika momčadi. Uz pomoć ove analize možemo uvidjeti intenzitet, trajanje te vrstu opterećenja i procese koje omogućavaju sportašima izvođenje aktivnosti (Milanović, 2013).

Diobom anaerobne skupine energetske procesa dobivamo fosfogene te glikolitičke koji su značajni za eksplozivne aktivnosti poput različitih sprinteva, promjena smjera kretanja te skokova i to sve u nekoliko sekundi. Količina energije u ovome sustavu je mala ali je brzina oslobađanja energije iznimno velika (Šentija, 2014).

S druge strane imamo aerobni sustav kod kojeg se energija stvara uz prisustvo kisika. Kroz aktivnosti se povećava prijem kisika kroz određeni intenzitet, aerobni sustav osim prijenosa energije ima također zadaću u sudjelovanju obnove zaliha adenozin trifosfata i kreatinfosfata, tim procesom se smanjuje vrijeme potrebno za oporavak od aktivnosti (Blažanović, 2017).



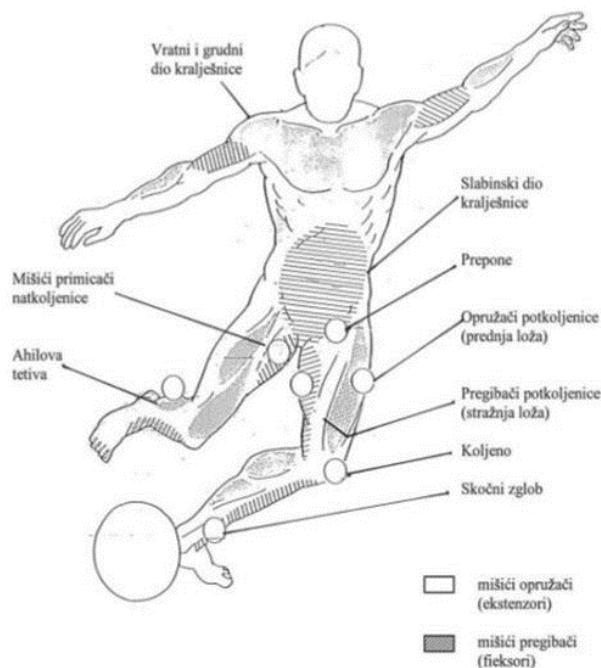
Slika 3. Prosjek maksimalnog primitka kisika u nogometu po pozicijama (Marković, Bradić, 2008)

Kada tijelo radi u dinamičnom režimu kroz dugotrajnu fizičku aktivnost poput nogometa tada se srčana frekvencija povećava i to nam je dobar pokazatelj intenziteta opterećenja te tako možemo pratiti i kontrolirati intenzitet tijekom treninga ili utakmice. Pored srčane frekvencije jedan od najboljih pokazatelja aerobne spremnosti kod nogometaša je i primitak kisika, označava količinu kisika koju organizam može potrošiti u jednoj minuti kako bi obavio neki rad (ml/kg/min). Vrhunski nogometaši postižu vrijednosti maksimalnog relativnog primitka kisika u rasponu od 60-67 ml/kg/min (Marković, Bradić, 2008).

## Anatomska analiza nogometa

Kroz anatomsku analizu dobivamo informacije o mišićima i skupinama potrebnim za izvođenje aktivnosti te koja je razina aktivacije tijekom aktivnosti, također dobivamo i podatke o redoslijedu aktivacije kao i o kojoj se vrsti kontrakcije mišića radi (Milanović, 2013). U sportskim aktivnostima se aktiviraju mišićne skupine koje sudjeluju u svakoj strukturi gibanja koja se izvodi kroz aktivnost i zato se nazivaju sport specifične mišićne skupine, predstavljaju osnovu gibanja koju sportaši izvode poput trčanja, skokova, doskoka, promjena smjera, zaustavljanja i dr. Funkcije pojedinih mišića su podijeljene na agoniste odnosno pokretače koji imaju glavnu ulogu u realizaciji gibanja, sinergisti pomažu agonistima dok antagonisti na suprotnoj strani poluge rade istežanje ili relaksaciju kako bi se omogućila kontrakcija agonista. Stabilizatori kao što samo ime kaže održavaju tijelo u stabilnom položaju. Kritične zone lokomotornog sustava definirane su brojnim istraživanjima, to su zone koje su najviše izložene i najpodložnije ozljedama (Jonath, Krempel, 1987).

Koljeno, skočni zglob te kralježnica su kritični kada govorimo o zglobovima, kod mišića najviše opterećenje trpe opružači i primicači natkoljenice te pregibači i opružači potkoljenice. Također moramo istaknuti prepone i Ahilovu tetivu zbog promjena smjera koje su iznimno frekventne u nogometu na različitim vrstama podloge na kojima sportaši izvode aktivnost.



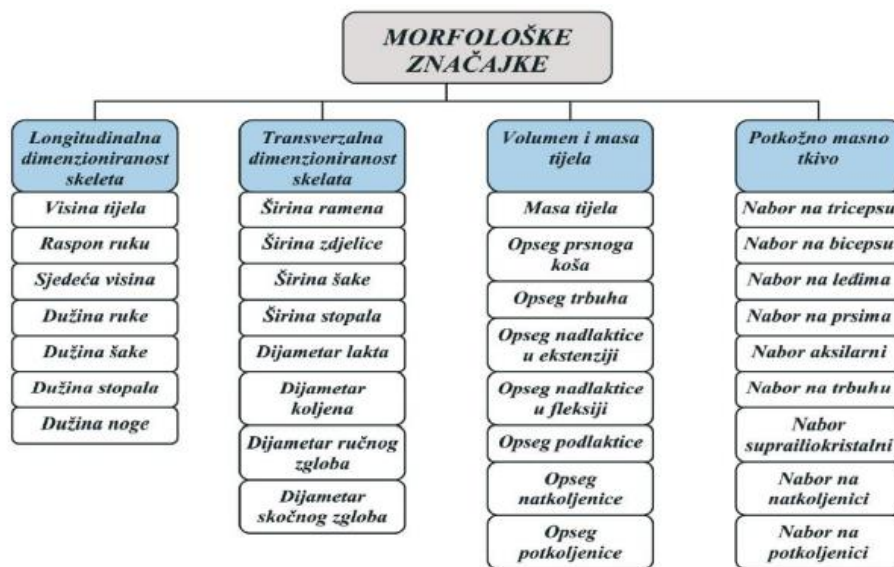
Slika 4. Kritične regije lokomotornog sustava kod nogometaša (Jonath, 1987).

## 1.2. MORFOLOŠKE KARAKTERISTIKE

Morfološkim karakteristikama opisujemo građu i kompoziciju tijela sportaša na temelju procjene morfološke antropometrije. To je metoda mjerenja različitih dimenzija ljudskog tijela, obrada podataka te daljnje proučavanje dobivenih mjera. Morfološke karakteristike se odnose na osobine tijela koje su važne za uspješnost u pojedinom sportu, to uključuje mjere poput tjelesne visine, težine, indeksa tjelesne mase, postotka mišića te postotka masti. Navedene karakteristike znatno utječu na sposobnost nogometaša da izvrši specifične zadatke kao što su trčanja, sprintevi, skokovi, promjene smjera i dr. (Mišigoj-Duraković, 2008).

Morfološke karakteristike igraju jednu od ključnih uloga za uspješnost u sportu jer mogu znatno utjecati i na motoričke sposobnosti poput snage, brzine, agilnosti i izdržljivosti. U pojedinim sportovima razlike u tjelesnoj kompoziciji mogu biti prednost. U nogometu sportaši koji igraju različite pozicije imaju također i različite morfološke profile, npr. braniči imaju izraženu veću tjelesnu visinu i masu dok su krilni napadači u pravilu brži i lakši zbog specifičnosti izvođenja različitih zadataka u igri (Reilly, 2005).

Sa velikom sigurnošću kroz faktorski pristup se može utvrditi da je morfologija komponenta sa 4 dimenzije, što nam objašnjava model strukture morfoloških karakteristika koji se sastoji od 4 morfološka faktora: 1. Longitudinalna dimenzioniranost skeleta, 2. Transverzalna dimenzioniranost skeleta, 3. Volumen i masa tijela i 4. Potkožno masno tkivo.



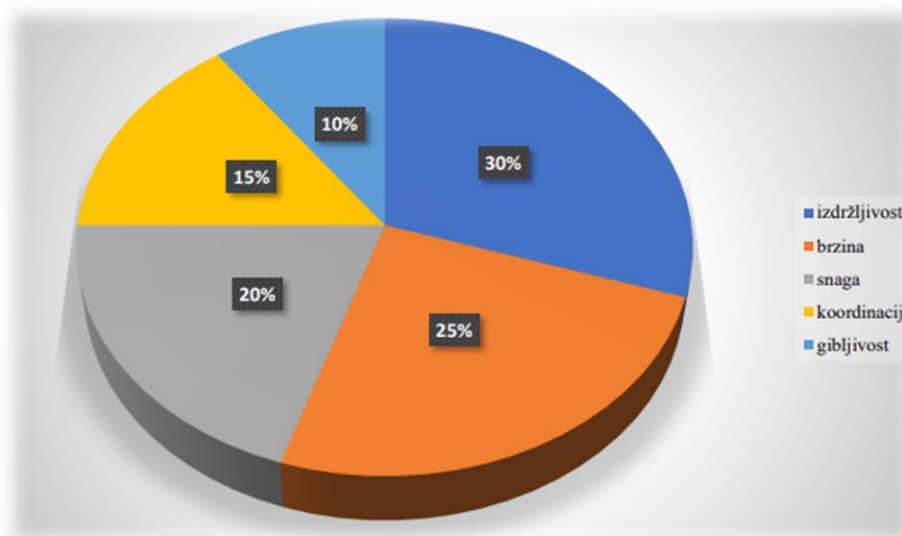
Slika 5. Prikaz morfoloških faktora (Jukić i sur., 2008)

### 1.3. MOTORIČKE SPOSOBNOSTI

Motoričke sposobnosti definiramo kao latentne motoričke strukture koje uvjetuju beskonačan broj manifestnih motoričkih reakcija, one su mjerljive i moguće ih je opisati. (Findak, 1992). Prema dosadašnjim istraživanjima motoričke sposobnosti ne možemo opisati ili definirati uz pomoć samo jedne ili više latentnih dimenzija. Diobom motoričkih sposobnosti dobivamo kvalitativne i kvantitativne sposobnosti. Kvalitativne su koordinacija, agilnost, ravnoteža te preciznost, dok su snaga, brzina, izdržljivost i gibljivost kvantitativne motoričke sposobnosti. (Meinel, 2007).

Bouchard i suradnici (1994.) tvrde da se motoričke sposobnosti dijela na:

- Brzinu – sposobnost izvođenja pokreta u što kraćem vremenu
- Snagu/Jakost – sposobnost generiranja sile
- Izdržljivost – sposobnost sportaša da duži vremenski period održava visoku razinu sportske izvedbe
- Koordinacija – sposobnost sinkronizacije pokreta
- Fleksibilnost – sposobnost koja omogućava određeni opseg pokreta
- Ravnoteža – sposobnost održavanja tijela u stabilnom položaju tijekom pokreta



Slika 6. Graf – Faktorska struktura uspješnosti u nogometnoj igri (Milanović, 2005).



### 1.3.1. Izdržljivost

Izdržljivost podrazumijeva sposobnost odupiranja umoru i održavanja određenog intenziteta aktivnosti kroz duži vremenski period, također podrazumijeva sposobnost brze rekuperacije nakon aktivnosti. Psihička izdržljivost sportaša dolazi do izražaja kada se odupire podražaju koji ga tjera na smanjenje intenziteta ili prekida aktivnosti, s druge strane fizička izdržljivost predstavlja sveobuhvatni otpor cijelog organizma ili pojedinih dijelova umoru (Weineck, 1999).

Willmore i Castillo (2004) navode da se izdržljivost dijeli na dva oblika:

- Aerobna izdržljivost, ona ovisi o sposobnostima kardiovaskularnog sustava da transportira kisik mišićima tijekom sportske aktivnosti niskog do srednjeg intenziteta. Ključna je kod sportaša koji moraju održati visoku razinu izvedbe tijekom duljih vremenskih perioda.
- Anaerobna izdržljivost doprinosi sposobnosti mišića da izvršavaju intenzivne aktivnosti kratkog trajanja kao što je npr. sprint, aktivnost se odvija bez prisustva dovoljne količine kisika. Ovaj tip izdržljivosti omogućuje sportašu izvođenje eksplozivnih i brzih pokreta unatoč velikom opterećenju u kratkom periodu.

Ključna komponenta za sve aktivnosti koje traju duži vremenski period je upravo izdržljivost, njena razvijenost ovisi o kombinaciji faktora genetike i trenažnih metoda (Hoffman, 2002). Dobro razvijena aerobna izdržljivost omogućit će nogometašu održavanje tempa tijekom cijele utakmice, dok će anaerobna izdržljivost omogućiti uspješno izvođenje intenzivnih i kratkih aktivnosti poput sprintanja ili skakanja, također anaerobnu izdržljivost karakterizira stvaranje mliječne kiseline u organizmu te velikog duga kisika. Dug kisika je poznatiji i kao EPOC ( na engl. Excess Post-Exercise Oxygen Consumption), on predstavlja količinu kisika koji je potreban tijelu nakon tjelesne aktivnosti visokog intenziteta kako bi se vratilo u normalno stanje mirovanja. Uključuje nekoliko procesa poput obnove kisika u mišićima i krvi, eliminacije mliječne kiseline iz sustava te obnove glikogena i adenozin trifosfata, tijelo upotrebljava dodatni kisik kako bi se ubrzale metaboličke aktivnosti radi što bržeg oporavka (Brooks, 2000).

### 1.3.2. Brzina

Brzinu definiramo kao sposobnost brze reakcije kod izvođenja pokreta, cilj je svladati što veći put u što manjem vremenu. Postoje više tipova brzine, neki od njih su brzina reakcija te pokreta, frekvencija te maksimalna brzina (Milanović, 2013).

Brzina je opširan pojam stoga ju moramo konkretnije definirati kroz Bauerove (1990) teorije:

- Podrazumijeva sposobnost identificiranja situacije u što manjem vremenu
- Sposobnost predviđanja događaja u igri u što manjem vremenu
- Sposobnost donošenja brzih odluka
- Sposobnost reakcije na nepredvidive događaje
- Mogućnost izvođenja cikličkih i acikličkih kretanja što većom brzinom
- Sposobnost djelovanja u igri kroz kompleksnu upotrebu te-ta te kognitivnih mogućnosti

Također postoji još oblika manifestiranja brzine kao što je brzina promjene smjera u kretanju, taj oblik brzine nazivamo agilnost i omogućava nam efikasno kretanje u različitim pravcima kroz promjenu pozicije tijela tijekom aktivnosti (Marković, Bradić, 2008).

U nogometnoj igri je brzina ključna za uspješnost, nebitno radi li se to o kretanjama sa loptom ili bez, promjeni smjera kretanja ili brzini donošenja odluka (Bompa, 1999).

### **1.3.3. Gibljivost**

Sposobnost koja omogućava izvođenje određenog opsega pokreta u zglobovima. Opseg pokreta za svaki zglob je različit u zavisnosti o tome radi li se o statički ili dinamičnom pokretu. Nogometna igra ne zahtijeva da sportaš ima izrazito razvijenu gibljivost osim u zglobovima koljena, stopala, donjeg dijela leđa te kuka gdje je poželjna optimalna fleksibilnost. S druge strane, ako je fleksibilnost mišića previše razvijena može doći do ozljede zbog toga što su fleksibilnost i stabilnost obrnuto proporcionalni čimbenici (Marković, Bradić, 2008).

Postoje više dimenzija fleksibilnosti a to su aktivna, pasivna, statička, dinamička, balistička, izometrička te PNF (Proprioceptivna neuromuskularna facilitacija). Prema dosadašnjim istraživanjima aktivna fleksibilnost ima najveću povezanost sa uspješnosti u sportu, pasivna fleksibilnost ima nešto manju povezanost ali također nije zanemariva. Treninzi fleksibilnosti kao nadopuna standardnom treningu u određenom sportu dokazano pridonose prevenciji ozljeda kako u pripremnom tako i u natjecateljskom razdoblju (Marković, Bradić, 2008).

### **1.3.4. Koordinacija**

Koordinaciju definiramo kao motoričku sposobnost koja omogućava efikasno i skladno upravljanje pokretima pomoću kojih izvršavamo motoričke zadatke s velikom preciznošću. Milanović (2013) tvrdi da je koordinacija sposobnost izvođenja pokreta na brz i pravilan način kroz rješavanje različitih motoričkih zadataka.

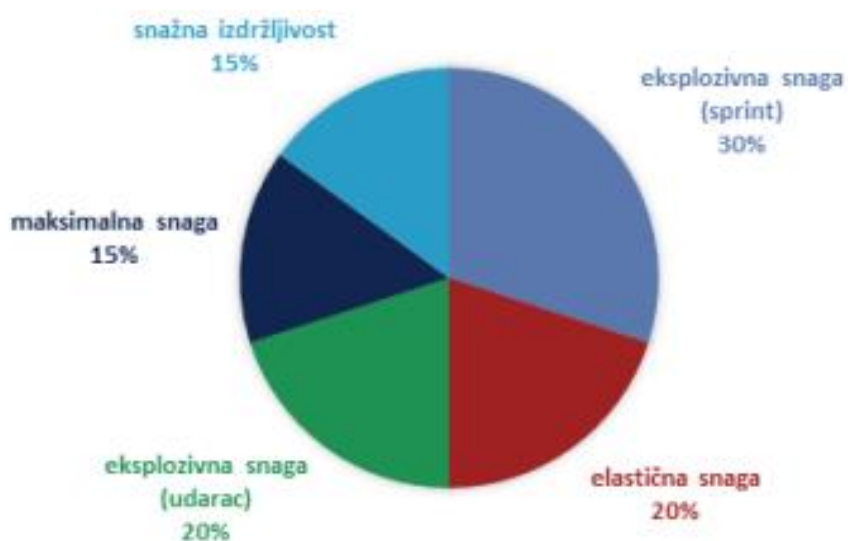
Lokomotorni te živčani sustav objedinjuje koordinaciju što omogućava sinkronizirane pokrete tijela. Ova sposobnost je od iznimne važnosti kod nogometaša jer je usko povezana sa tehnikom u nogometnoj igri, kroz planiranje i programiranje trenažnih procesa veliku pažnju treba pridati specifičnoj koordinaciji kako bi što bolje unaprijedili komunikaciju na relaciji središnjeg živčanog sustava s perifernim dijelovima lokomotornog sustava. Bez koordinacije nemoguće je uspješno izvesti bilo kakve zadatke tehničke ili taktičke prirode u nogometu.

### 1.3.5. Snaga

Snagu definiramo kao motoričku sposobnost koja nam omogućuje da savladamo neki otpor kontrakcijom mišića, ključna je za skoro sve sportske aktivnosti zbog toga što nam omogućava generirati silu potrebnu za izvođenje pokreta poput skakanja, sprintanja ili promjene smjera kretanja. Zatsiorski (2001) naglašava da je snaga sposobnost razvijanja sile kroz kontrakciju, dok Bompa (1999) ističe da je snaga temelj za mnoge druge sposobnosti kao što su izdržljivost i brzina.

Postoji više dimenzija snage:

- Maksimalna snaga je najveća moguća količina sile koju mišić može razviti tijekom jedne kontrakcije
- Eksplozivna snaga je sposobnost mišića da stvori što veću silu u što manjem vremenu što je ključno za aktivnosti poput sprinta ili skoka (Newton, Kraemer, 1994).
- Relativna snaga se odnosi na tjelesnu masu sportaša, ona je izuzetno bitna kod sportova kod kojih je potrebno zadržati visoku razinu intenziteta na optimalnoj tjelesnoj težini (Bompa, 1999).

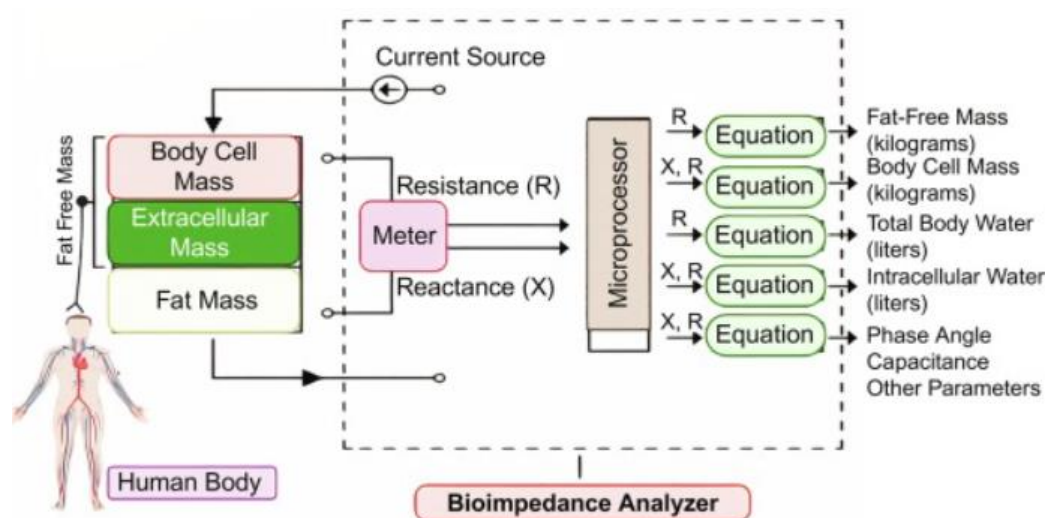


Slika 7. Grafikon – razni oblici snage u nogometu (Bompa, 1999)

## 1.4. BIOELEKTRIČNA IMPEDANCIJA

Bioelektrična impedancija odnosno BIA (eng. Bioelectrical impedance analysis) je metoda koja se koristi za procjenjivanje sastava tijela s naglaskom na postotak i omjer mišićne mase, masnog tkiva te fluida u tijelu. Analiza funkcionira na temelju prolaska električne struje kroz tijelo koja ovisi o sastavu različitih tkiva – tako će npr. voda i mišići bolje provoditi struju zbog visokog postotka fluida te niskog otpora, a masno tkivo će lošije provoditi struju zbog visokog otpora. Bioelektrična impedancija je potpuno bezopasna te neinvazivna metoda, jednostavna je za korištenje te je često primjenjivana kod sportaša i u medicini za praćenje i analiziranje tjelesne kompozicije (Bucholz, 2004).

Po dosadašnjim istraživanjima bioelektrična impedancija pruža iznimno pouzdane informacije o ljudskom tijelu ako je korištena pravilno. Unatoč velikoj pouzdanosti točnost može varirati o nekoliko faktora kao što su razina hidratacije, vrijeme mjerenja te individualne karakteristike kod sportaša. Osim za sportaše metoda je korisna i za sve druge vrste populacija neovisno o dobi i spolu. Metoda je stekla ogromnu popularnost zbog svoje jednostavnosti, brzine te relativno velike pristupačnosti stoga je integrirana u veliki broj uređaja koji su namijenjeni za kućnu upotrebu, nekadašnje obične vage za mjerenje tjelesne mase su dobile dodatne funkcije i tako postale dijagnostičke vage koje mogu precizno mjeriti težinu, postotak masti u tijelu, visceralno masno tkivo, indeks tjelesne mase (BMI) te postotak mišićnog tkiva. Poželjno je pri korištenju takvih uređaja da su certificarni kao medicinski uređaj te da imaju potvrđenu točnost kliničkom validacijom (Kyle, 2004).



Slika 8. Prikaz principa rada bioelektrične impedancije (Kyle, 2004)

Ključni parametri metode mjerenja bioelektričnom impedancijom uključuju:

- **Otpor** odnosno rezistenciju - ona se odnosi na sposobnost tijela da se odupire strujanju elektriciteta što je direktno povezano sa količinom vode u tijelu
- **Reaktanciju** - ona ukazuje na sposobnost stanice da zadrži električne naboje što je direktno povezano sa zdravljem staničnih membrana
- **Fazni kut (Phase Angle, PA)** – koristi se kao indikator cjeloukupnog zdravlja organizma

Istraživanja naglašavaju da je bioelektrična impedancija ključna u procjeni zdravlja staničnih membrana preko varijable faznog kuta, na taj način se mogu predvidjeti zdravstveni problemi kao što su sarkopenija odnosno gubitak mišićne mase te se može dobiti uvid u razne druge osjetljivosti na bolesti kod osoba starije dobi. U zadnjih nekoliko godina se ova metoda također koristi kod pacijenata oboljelih od karcinoma te za razna druga medicinska stanja (Cotogni, Monge, 2018).

## 1.5. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA

Krmek (2018) radi istraživanje na temu razlika morfoloških karakteristika i motoričkih sposobnosti kod mladih nogometaša na području Dubrovačko-neretvanske županije. Istraživanje je sprovedeno na 29 nogometaša u dobi od 12 do 13 godina starosti kroz 10 varijabli morfoloških karakteristika a to su: tjelesna visina, tjelesna težina, opseg nadlaktice, opseg grudnog koša, opseg potkoljenice, opseg podlaktice, kožni nabor leđa, kožni nabor trbuha, kožni nabor potkoljenice te kožni nabor nadlaktice. Motorički testovi koji su korišteni u istraživanju su sprint na 10 metara, sprint na 20 metara, sprint na 20 metara s loptom, sprint na 60 metara, skok u dalj s mjesta, skok u vis odnosno Sargent test, test 93539 sa i bez lopte, ZIG-ZAG test sa i bez lopte te trčanje na 1500 metara. Prikazana je deskriptivna statistika kojom je izračunata aritmetička sredina, minimum te maksimum, standardna devijacija, skewness i kurtosis. Antropometrijske i motoričke varijable definirale su faktorsku strukturu prostora. Dobiveni rezultati nogometaša su komparirani sa rezultatima djece identične starosti koja se ne bave sportom uopće ili se bave nekim drugim sportom. Analizom rezultata definirano je da ne postoji značajna razlika u tjelesnoj visini između ove dvije skupine entiteta, kod nogometaša su vrijednosti opsega bile izraženije s naglaskom na donje ekstremitete dok su kožni nabori bili naglašeni kod djece koja se ne bave sportom. Kod baterije testova motoričkih sposobnosti nogometaši su bili znatno bolji u skoku u dalj s mjesta, Sargent testu te testu sprinta na 60 metara. Drugi rezultati u sport specifičnim testovima nisu uspoređivani zbog manjka literature na određenim područjima.

Erceg i suradnici (2014) istraživali su mlade hrvatske nogometaše na temu povezanosti morfoloških karakteristika i motoričkih sposobnosti. Uzorak ispitanika je obuhvaćao 72 nogometaša s prosječnom starosti od 14 godina. Morfološke karakteristike kao što su tjelesna visina, težina, opseg nadlaktice, opseg podlaktice, opseg prsa, opseg lista, kožni nabori na tricepsu, kožni nabori na leđima, kožni nabori na stomaku te kožni nabori na listu noge su izmjerene u sklopu ovog istraživanja. Baterija motoričkih testova sastojala se od sprinta na 5 metara, sprinta na 20 metara, Sargent testa odnosno vertikalnog skoka, testa trbušnjaka u 60 sekundi, sklekova, trčanje 93639 te „Beep“ testa, svi ovi testovi su provedeni kroz istraživanje kako bi se pronašao odgovor na pitanje postoji li povezanost između morfoloških karakteristika i motoričkih sposobnosti kod mladih hrvatskih nogometaša. Statističkom

obradom podataka ustanovljeno je da morfološke karakteristike u određenoj mjeri utječu na uspješnost u motoričkim testovima među prethodno predstavljenim ispitanicima. Erceg tvrdi da je razlog zbog kojeg je došlo do takvog rezultata to što ispitanici još uvijek nisu prošli fazu naglog rasta i razvoja koji su uobičajeni za razdoblje sazrijevanja odnosno puberteta, stoga morfologija nije znatno utjecala na motoričke sposobnosti ispitanika. Drugi zaključak je bio da su motoričke sposobnosti unaprijeđene kroz sportski trening izravno utjecale na izvođenje pojedinih testova budući da su motorički testovi ispitivali posebne motoričke sposobnosti pa je baš zbog toga treniranost određenih sposobnosti imala najveći utjecaj, a ne morfološke karakteristike u tolikoj mjeri.

Marković i suradnici (2007) su analizirali tjelesne kompozicije 41 profesionalnog nogometaša koji igraju prvu ili drugu ligu te su radili povezanost s motoričkim sposobnostima. Snaga, brzina, fleksibilnost, izdržljivost te morfološke karakteristike su bili ispitivani parametri koji su mjereni idućim testovima: sprint na 5 metara, sprint na 10 metara, sprint na 20 metara, skok u dalj s mjesta, pro-agility test, wingate test, beep test, mjerenje tjelesne visine, težine, postotka masti i mišića. Sportaši su u testovima sprinta postigli vrhunske rezultate s naglaskom na sprintu na 10 i 20 metara što govori da je brzina bila na iznimno visokoj razini, eksplozivna snaga mjerena skokom u dalj je također bila na visokoj razini, kroz pro-agility test su nogometaši pokazali odlične sposobnosti za promjenu smjera kretanja, wingate test je pokazao razvijenost anaerobne izdržljivosti gdje su rezultati bili zadovoljavajući a beep testom je mjerena aerobna izdržljivost koja je bila nešto slabija od anaerobne, morfološke karakteristike su bile na optimalnoj razini što i je uobičajeno za sportaše koji se natječu u elitnim rangovima nogometa. Zaključak istraživanja je da su profesionalni hrvatski nogometaši iznimno dobro pripremljeni u svim aspektima motoričkih sposobnosti te da su im morfološke karakteristike u rangu s ostalim profesionalnim nogometašima.



## **2. CILJ RADA**

Cilj ovog istraživanja odnosno diplomskog rada je utvrditi postoji li statistički značajna povezanost između morfoloških karakteristika i motoričkih sposobnosti kod mladih nogometaša u dobi od 18 do 20 godina.

### **2.1. HIPOTEZE**

1. **H<sub>0</sub>** – Ne postoji statistički značajna povezanost između morfoloških karakteristika i motoričkih sposobnosti kod mladih nogometaša.
2. **H<sub>1</sub>** – Postoji statistička značajna povezanost između morfoloških karakteristika i motoričkih sposobnosti kod mladih nogometaša.

### **3. METODE RADA**

#### **3.1. Uzorak ispitanika**

Uzorak ispitanika čini 20 nogometaša sa područja Virovitičko–podravske županije starosti od 18 do 20 godina koji se natječu u dobnoj kategoriji seniora.

#### **3.2. Uzorak varijabli**

Uzorak varijabli obuhvaća sve skupa 10 varijabli, odnosno pet varijabli predstavlja mjere morfoloških karakteristika dok drugih pet varijabli prezentiraju razvijenost motoričkih sposobnosti kod ispitanika.

##### **3.2.1. Mjerene morfološke karakteristike**

Mjerenje morfoloških karakteristika obuhvaćalo je pet dimenzija:

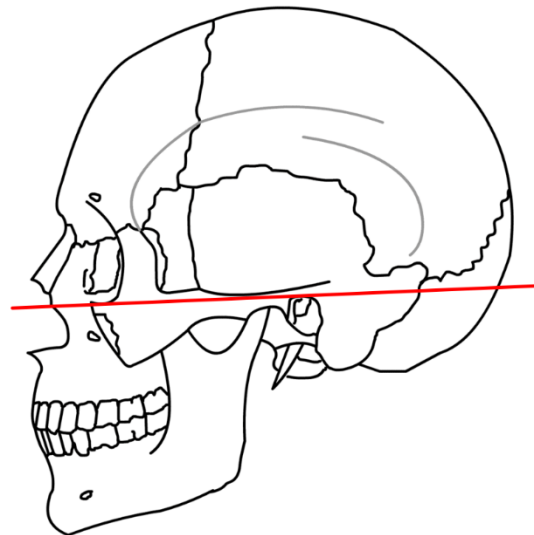
- Tjelesna visina (TV)
- Tjelesna težina (TT)
- Indeks tjelesne mase (ITM)
- Postotak masti (PMA)
- Postotak mišića (PMI)

Morfološke karakteristike mjerene su pomoću antropometra, kojim se mjerila tjelesna visina. Za ostale dimenzije mjera morfoloških karakteristika odnosno tjelesnu težinu, indeks tjelesne mase, postotak masti te postotak mišićne mase korištena je OMRON dijagnostička vaga za analizu tjelesnog sastava.

**Tjelesna visina (TV, eng. Body Height)** mjerena je pomoću antropometra, ispitanik je morao bez obuće stati na postolje antropometra naslonjen uz mjerilo na način da su mu pete uz predviđenu oznaku te težina tijela podjednako raspoređena na lijevu i desnu nogu. Glava je postavljena u položaj Frankfurtske horizontale, to je zamišljena ravnina kojom se spaja donji rub orbite i gornja točka zvukovoda u vodoravnom položaju.



Slika 9. Položaj prilikom mjerenja TV



Slika 10. Frankfurtska horizontala

Ispitanik se pozicionira na način da mu je antropometar postavljen vertikalno uz leđa te da ga antropometar dodiruje u zoni sakruma i interskapularno. Krak antropometra koji je vodoravno postavljen spušta se čvrsto do tjemena glave, visina je mjerena od stopala do najviše točke tjemena. Očitavanje rezultata se vrši u centimetrima te se mjerenje provodi jedan put (Mišigoj – Duraković, 2008).

**Tjelesna težina (TT, eng. Body Weight)** mjerena je uz pomoć digitalne vage gdje su ispitanici stali mirno na vagu bez obuće i sa minimalnom količinom odjeće, težina je raspoređena na oba stopala ravnomjerno (Mišigoj-Duraković, 2008). Mjerenje se izvodilo samo jedanput i rezultat je izražen u kilogramima.



Slika 11. Omron dijagnostička vaga BF 511 ([Omron-healthcare.com](https://www.omron-healthcare.com), 2024.)

Tjelesna težina jedan je od ključnih čimbenika za optimalnu sportsku izvedbu u nogometu, pogotovo ako govorimo o kontekstu specifičnosti zahtjeva različitih pozicija na terenu. Adaptacija plana i programa treninga te prehrane ključna je za upravljanje tjelesnom težinom. Prehrana koja je bogata bjelančevinama osigurava dobar oporavak i rast mišićne mase, dok su ugljikohidrati zaduženi za opskrbu sportaša energijom pri optimalnoj tjelesnoj težini dok izdržava fizičke napore (Caterisano, 2001).

**Indeks tjelesne mase (ITM, eng. BMI - Body Mass Index)** je omjer korišten za procjenu tjelesne težine u odnosu sa tjelesnom visinom osobe, često je korišten alat kada se radi o kategoriziranju osoba unutar grupa prema tjelesnoj težini. Osobe možemo kategorizirati prema indeksu tjelesne mase na osobe koje su pothranjene, osobe koje imaju normalnu tjelesnu težinu, prekomjernu tjelesnu težinu te osobe koje su pretile. ITM ne mjeri direktno masnoću tijela ali se koristi kao dobar indikator za rizik od razvoja bolesti koje su povezane sa poremećajem kod tjelesne težine, bilo da se radi o višku ili manjku težine (Nutall, 2015). Podatke o tjelesnoj visini smo prikupili u prijašnjem mjerenju pomoću antropometra te smo te podatke unijeli u sustav na dijagnostičkoj vagi koja je nakon izmjerene tjelesne težine izbacila podatke o ITM ispitanika, mjerenje smo proveli samo jedanput i rezultat je izražen u  $\text{kg/m}^2$ .

$$\text{ITM} = \frac{\text{tjelesna težina (kg)}}{\text{visina (m)}^2}$$

Slika 12. Formula za izračun indeksa tjelesne mase

Prema Svjetskoj zdravstvenoj organizaciji, WHO (World Health Organization, 2000) osobe se mogu kategorizirati po grupama s obzirom na njihove vrijednosti ITM-a:

- Pothranjenost:  $\text{ITM} < 18.5$
- Normalna tjelesna težina:  $\text{ITM} 18.5 - 24.9$
- Prekomjerna tjelesna težina:  $\text{ITM} 25 - 29.9$
- Pretile osobe:  $\text{ITM} > 30$

Indeks tjelesne mase je danas u svijetu široko prihvaćen ali kod te mjere za procjenu tjelesne kompozicije postoji ograničenje koje uključuje nemogućnost razlikovanja mišićne mase od masne mase u tjelesnom sastavu, to može dovesti do pogrešaka u procjeni kod određenih populacija poput npr. sportaša (Keys, 1972).

Postotak masti (PMA ili eng. BF – Body fat) obuhvaća udio tjelesne težine koju čine masti u odnosu na ukupnu tjelesnu težinu, koristi se za procjenu tjelesne kompozicije uz BMI i ostale parametre. Tjelesna mast se može mjeriti metodom mjerenja kožnih nabora pomoću kalipera, hidrostatskim vaganjem, DEXA skeniranjem (dual energy X-ray absorptiometry) ili što je u ovom istraživanju slučaj, bioelektričnom impedancijom koja koristi električne signale za dobivanje informacija.

Prije samog mjerenja bilo je potrebno unijeti podatke u sustav dijagnostičke vage kao što su broj godina, spol te tjelesnu visinu. Nakon toga, postotak masti mjeren je na način da je ispitanik bos, bez ikakve obuće stao na vagu te težinu podjednako rasporedio na obje noge unutar površine 4 senzora koji su predviđeni za stopala. Zatim iz kućišta vage s obje ruke ispitanik izvlači ručke sa integriranim monitorom koji prikazuje sve izmjerene parametre dijagnostičke vage, ispitanik ruke drži potpuno opružene paralelno sa tlom ispred sebe na način da mu dlanovi prekrivaju druga 4 senzora na ručkama vage, postupak mjerenja traje dok vaga ne signalizira da je mjerenje završeno.



Slika 13. Pravilan položaj tijela tijekom mjerenja sa dijagnostičkom vagom (Omron, 2024).

Postotak mišića (PMI, eng. Muscle Mass) je jedan od pokazatelja fizičke spremne kod sportaša. U nogometu je taj pokazatelj od iznimne važnosti zbog toga što su motoričke sposobnosti poput snage, izdržljivosti te brzine usko povezane sa mišićnom masom. Najjednostavnije objašnjeno, postotak mišića je udio mišićne mase u ukupnoj tjelesnoj masi. Sportaši koji imaju viši postotak mišićne mase imaju veće mogućnosti razvoja eksplozivne snage što je veoma bitno za aktivnosti poput sprinteva, skokova, raznih promjena smjera kretanja te duela. S druge strane mišići služe i kao oblik energetske rezervi te tako pomažu u održavanju visoke razine intenziteta tijekom dužih perioda sportske izvedbe (Jones i sur., 2006).

U sportovima visokog intenziteta poput nogometa, sportaši imaju veći postotak mišićne mase u odnosu na prosječnu populaciju, tako u zavisnosti od određenih sportova optimalni postotak mišićne mase za muškarce se kreće u rasponu od 40 % - 50 % od ukupne tjelesne mase (Clarkson, Thompson, 2000). Postotak mišićne mase kod sportaša, a posebno nogometaša je ključan faktor za uspješnost u nogometnoj igri, tako je igraču omogućena visoka razina snage, eksplozivnosti te izdržljivosti. Održavanje optimalnog postotka mišića uz niske razine tjelesne masti pomaže sportašima da poboljšaju i maksimiziraju svoj performans na terenu te preveniraju ozljede.

Prije samog mjerenja bilo je potrebno unijeti podatke u sustav dijagnostičke vage kao što su broj godina, spol te tjelesnu visinu. Nakon toga, postotak mišića mjeren je na način da je ispitanik bos, bez ikakve obuće stao na vagu te težinu podjednako rasporedio na obje noge unutar površine 4 senzora koji su predviđeni za stopala. Zatim iz kućišta vage s obje ruke ispitanik izvlači ručke sa integriranim monitorom koji prikazuje sve izmjerene parametre dijagnostičke vage, ispitanik ruke drži potpuno opružene paralelno sa tlom ispred sebe na način da mu dlanovi prekrivaju druga 4 senzora na ručkama vage, postupak mjerenja traje dok vaga ne signalizira da je mjerenje završeno.

### 3.2.2. Baterija motoričkih testova

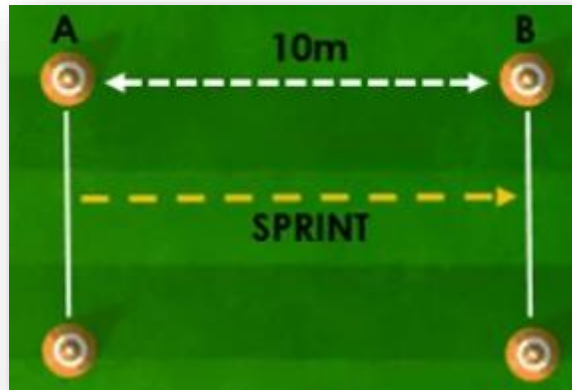
Motorički testovi provedeni u sklopu ovog diplomskog rada su:

- Sprint na 10 metara (S10)
- Sprint na 20 metara (S20)
- Sargent test (ST)
- T-test agilnosti (TAG)
- Beep test (BT)

Testiranje je provedeno na prirodnoj travi uz optimalne uvjete terena na stadionu „Antun Tona Butorac“. Na dan testiranja je vrijeme bilo sunčano sa prosječnom temperaturom od 20 stupnjeva celzijevih. Ispitanici su prije provođenja testiranja dobro zagrijani kroz kontinuirano trčanje, vježbe dinamičke fleksibilnosti te nekoliko vježbi za agilnost i ubrzanje. Prvo su se provodili testovi za eksplozivnu snagu tipa sprinta (sprint na 10 metara i sprint na 20 metara) i test agilnosti (T-test), na kraju je proveden Beep test izdržljivosti. Mjerenje morfoloških karakteristika i test vertikalnog skoka (Sargent test) je provedeno jedan dan prije prethodno navedenih testova.

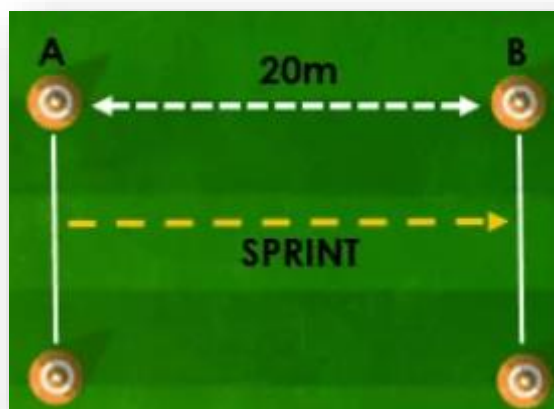
Sprint na 10 metara – Ovaj test služi za procjenu eksplozivne snage tipa sprinta odnosno eksplozivne snage donjih ekstremiteta, potrebno je aktivirati maksimalni broj motoričkih jedinica u danom trenutku i realizirati jednostavno motoričko gibanje (trčanje) gdje glavni otpor predstavlja masa tijela. Procijenjeno trajanje testiranja po jedinici izvođenja sa uključenim ispisom rezultata je oko 20 sekundi. Od pomagala su korišteni čunjevi za označavanje te štoperica i zviždaljka. Test se provodio na nogometnom terenu. Ispitanik prije početka testa stoji u visokom startu te na znak pretrčava označenu dužinu od 10 metara u punom sprintu što brže može. Zadatak završava kada ispitanik prijeđe ciljnu liniju, test se ponavlja 3 puta sa minimalnom stankom od 5 minuta između ponavljanja. Rezultati se pomoću štoperice očitavaju u stotinkama sekunde te se rezultati svih mjerenja upisuju i nakon toga se uzima najbolji rezultat.





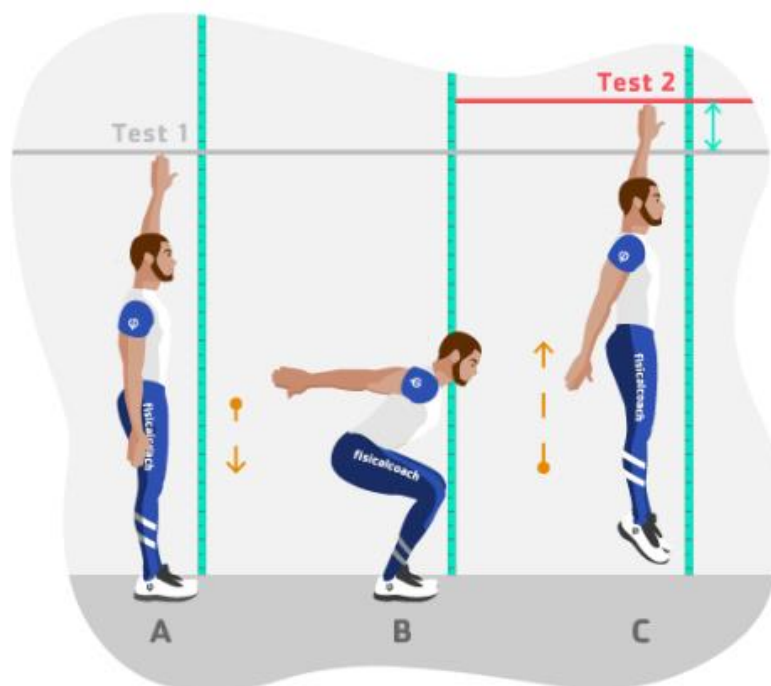
Slika 14. Test sprinta na 10 metara

Sprint na 20 metara - Ovaj test služi za procjenu eksplozivne snage tipa sprinta odnosno eksplozivne snage donjih ekstremiteta, potrebno je aktivirati maksimalni broj motoričkih jedinica u danom trenutku i realizirati jednostavno motoričko gibanje (trčanje) gdje glavni otpor predstavlja masa tijela. Procjenjeno trajanje testiranja po jedinici izvođenja sa uključenim ispisom rezultata je oko 20 sekundi. Od pomagala su korišteni čunjevi za označavanje te štoperica i zviždaljka. Test se provodio na nogometnom terenu. Ispitanik prije početka testa stoji u visokom startu te na znak pretrčava označenu dužinu od 20 metara u punom sprintu što brže može. Zadatak završava kada ispitanik prijeđe ciljnu liniju, test se ponavlja 3 puta sa minimalnom stankom od 5 minuta između ponavljanja. Rezultati se pomoću štoperice očitavaju u stotinkama sekunde te se rezultati svih mjerenja upisuju i nakon toga se uzima najbolji rezultat.



Slika 15. Test sprinta na 20 metara

Sargent test – to je test koji procjenjuje eksplozivnu snagu tipa skoka odnosno procjenjuje eksplozivnu snagu donjih ekstremiteta kroz vertikalni skok. Potrebno je aktivirati maksimalan broj motoričkih jedinica u vremenu te realizirati motoričko gibanje skoka s glavnim otporom koji je proporcionalan s masom tijela. Procjenjeno trajanje testiranja po izvođenju testa sa upisom rezultata je otprilike 30 sekundi. Od pomagala je korištena centimetarska traka i površina zida minimalnih dimenzija 5m x 3m. Mjesto izvođenja je sportski kompleks na nogometnom stadionu. Startno mjesto testiranja je označeno na tlu u obliku kruga a na zidu je okomito postavljena centimetarska vrpca koju možemo pomicati. Ispitanik stoji na označenom startnom mjestu u sunožnom stavu gdje mu je tijelo bočno okrenuto uza zid sa podignutom rukom. Ispitanik dlan stavlja na površinu zida te ispitivač stavlja centimetarsku traku na vrh prstiju tako da je vrijednost nule na vrhu. Nakon toga se nekoliko centimetara odmiče od zida te iz položaja koji mu je optimalan za skok izvodi vertikalni skok i ispruža ruku koliko može a da pritom dotakne traku na zidu u najvišoj mogućoj točki. Zadatak se završava nakon doskoka ispitanika, test se ponavlja 3 puta zaredom te je mjesto odraza ujedno i mjesto doskoka. Rezultat se mjeri od nulte vrijednosti trake do najviše točke dodira vrhova prstiju. Rezultat je izražen u centimetrima. Ispitivač je dužan kontrolirati da ispitanici budu u ispravnom početnom položaju, pokušaj se ponavlja ako ispitanik prilikom skoka ne dotakne površinu centimetarske trake, mjesto doskoka je potrebno osigurati radi prevencije ozljeda.



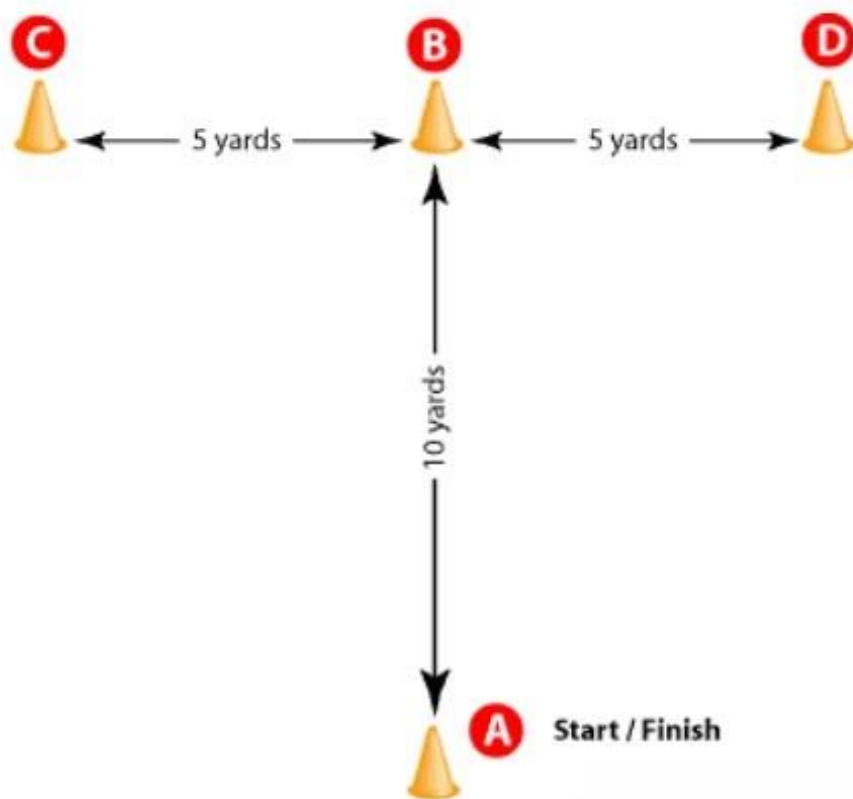
Slika 16. Faze Sargent testa

Beep test – test koji procjenjuje aerobnu izdržljivost odnosno funkcionalne sposobnosti. Procjenjeno vrijeme za izvođenje ovog testa je oko 15 minuta sa upisom rezultata mjerenja. Od pomagala korišten je bluetooth zvučnik za signalizaciju tijekom testa uparen sa mobilnim uređajem, centimetarska vrpca, čunjevi za označavanje te lista za praćenje ispitanika. Ispitivanje je provedeno na nogometnom stadionu sa prirodnom travom. Početni položaj ispitanika je bio visoki start i na zvučni signal je započet test, označeni prostor od 20 metara se pretrčava prvo laganim intenzitetom te tempiranjem kako bi ispitanik u trenutku idućeg zvučnog signala bio unutar markacija. Svaki signal je označavao početak idućeg intervala trčanja. Na kraju svake razine testa ispitanik čuje najavu koja označava višu razinu opterećenja od prethodne. Test se završava kada ispitanik unutar jednog intervala trčanja dva puta zakasni s dolaskom u označene markacije prilikom zvučnog signala (npr. na 10. razini testa ispitanik zakasni 2 puta zaredom na signal). Test se provodi samo jedanput, upis rezultata se vrši numerički ovisno koji je broj istrčanih razina te intervala unutar razina. Svaka razina testa obuhvaća pojedini broj intervala koje imaju istu brzinu trčanja. Npr. ispitanik koji je prošao 5 intervala na 11. razini ostvaruje rezultat 11,5. Brzina trčanja se na svakoj razini povećava stoga se sukladno tome povećava i broj intervala (Vučetić, 2004).

Level	Shuttles	Speed (km/h)	Shuttle Time (seconds)	Cumulative Distance (m)	Cumulative Time (min and seconds)
1	7	8	9	140	01:03
2	8	9	8	300	02:07
3	8	9.5	7.58	460	03:08
4	9	10	7.2	640	04:12
5	9	10.5	6.86	820	05:14
6	10	11	6.55	1,020	06:20
7	10	11.5	6.26	1,220	07:22
8	11	12	6	1,440	08:28
9	11	12.5	5.76	1,660	09:31
10	11	13	5.54	1,880	10:32
11	12	13.5	5.33	2,120	11:36
12	12	14	5.14	2,360	12:38
13	13	14.5	4.97	2,620	13:43
14	13	15	4.8	2,880	14:45
15	13	15.5	4.65	3,140	15:46
16	14	16	4.5	3,420	16:49
17	14	16.5	4.36	3,700	17:50
18	15	17	4.24	4,000	18:54
19	15	17.5	4.11	4,300	19:56
20	16	18	4	4,620	21:00
21	16	18.5	3.89	4,940	22:03

Slika 17. Tablica s informacijama Beep testa po razinama

T-test agilnosti – test pomoću kojeg se procjenjuje agilnost. Provodimo ga na nogometnom terenu, popularan je zbog svoje jednostavnosti a izgledom formira slovo T. Čunjevi su postavljeni na udaljenosti od 4.57 metara i u istoj su ravnini, linija starta je pod kutom 90 stupnjeva i započinje sa startnim čunjem koji je udaljen 9.14 metara od središnjeg čunja. Ispitanik prije početka testa stoji u visokom startu te na znak zviždaljke kreće u frontalni sprint prema središnjem čunju kojeg mora dotaknuti, nakon doticanja središnjeg čunja ispitanik se mora bočno kretati prema lijevom ili desnom čunju. Nakon što dotakne drugi po redu čunj kreće se bočno do čunja na suprotnoj strani slova T, zatim se opet vraća na središnji čunj bočno, poslije drugog doticanja središnjeg čunja ispitanik se na startnu poziciju mora vratiti kretanjem unatrag da bi finalizirao test. Za test od pomagala je bila potrebna centimetarska traka, čunjevi te štoperica. Foto-ćelije bi naravno bila bolja opcija za izvođenje testa ali ta varijanta nije svima dostupna. Test smo ponovili 3 puta te između ponavljanja je sportaš imao dovoljno dugu pauzu za kvalitetnu rekuperaciju i odmor. Prije izvođenja testa ispitanicima su omogućeni probni pokušaji koji se nisu zabilježili u rezultatima. Rezultati se bilježe uz pomoć štoperice i izraženi su u stotinkama sekunde.



Slika 18. T-test agilnosti

### 3.3. METODE OBRADJE PODATAKA

Podaci koji su prikupljeni od strane ispitivača obrađeni su programom Statistica 14.0.0.15 kompanije TIBCO Software Inc. za operativni sustav Windows. Svi statistički testovi provedeni su na razini značajnosti  $p < 0.05$ .

- Deskriptivni pokazatelji koji su korišteni tijekom ovog istraživanja su: broj ispitanika (N), aritmetička sredina (AS), standardna devijacija (SD), minimalni rezultat (MIN) te maksimalni rezultat (MAX).
- Kolmogorov – Smirnov test (K-S) je korišten kako bi se testirala normalnost distribucije navedenih podataka
- Za pokazatelj povezanosti između morfoloških karakteristika i motoričkih sposobnosti kod nogometaša korišten je Pearsonov koeficijent korelacije (r)

#### 4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Selekcija ispitanika je napravljena prema kriteriju sporta kojim se bave te prema kriteriju dobi. Svi ispitanici koji su sudjelovali u ovom istraživanju su nogometaši amateri koji se natječu u seniorskoj konkurenciji na području Virovitičko – podravske županije te imaju prijašnje iskustvo igranja u mlađim dobnim kategorijama kroz različite natjecateljske formate. U tablici 1. su prikazani svi deskriptivni pokazatelji varijabli morfoloških karakteristika koji obuhvaćaju uzorak od 20 nogometaša.

**Tablica 1.** Deskriptivni pokazatelji varijabli morfoloških karakteristika nogometaša

VARIJABLA	N	AS	SD	MIN	MAX
TV (cm)	20	181.36	6.44	171.8	192.9
TT (kg)	20	77.24	9.63	60.9	91.5
ITM (kg/m <sup>2</sup> )	20	23.44	2.24	20.4	28.2
PMI (%)	20	43.49	2.40	38.5	47
PMA (%)	20	14.44	3.12	9.8	21.5

*Legenda: N- broj ispitanika, AS – aritmetička sredina, MIN – minimalni rezultat, MAX – maksimalni rezultat, SD – standardna devijacija, TV – tjelesna visina, TT – tjelesna težina, ITM – Indeks tjelesne mase, PMI – Postotak mišića, PMA – postotak masti*

Rezultati su pokazali da je prosječna visina svih ispitanika iznosila 181.36 centimetara, najviši nogometaš je visok 192.9 centimetara dok je najniži visok 171.8 centimetara. Kada govorimo o težini prosjek je iznosio 77.24 kilograma, najteži ispitanik je imao 91.5 kilograma dok je nogometaš s najmanjom tjelesnom težinom imao 60.9 kilograma. Prosječan indeks tjelesne mase (BMI) svih ispitanika je 23.44 kg/m<sup>2</sup>, najmanju vrijednost indeksa tjelesne mase iznosila je 20.4 dok je maksimum kod jednog ispitanika bio čak 28.2 kg/m<sup>2</sup>.

Prosječan postotak tjelesne mase koju čine mišići iznosio je 43.49 %, najmanji postotak imao je ispitanik sa 38.5 % mišićne mase dok je najveći postotak imao ispitanik sa 47 % mišićne mase. Prosječan postotak tjelesne mase koju su činile masti iznosio je 14.44 %, ispitanik sa najmanjim postotkom u ovoj mjeri imao je 9.8 % masti dok je ispitanik sa najvećim postotkom imao 21.5 % masnih naslaga.

**Tablica 2.** Deskriptivni pokazatelji varijabli motoričkih testova nogometaša

<b>VARIJABLA</b>	<b>N</b>	<b>AS</b>	<b>SD</b>	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>
<b>S10 (s)</b>	20	1.79	0.14	1.59	2.05
<b>S20 (s)</b>	20	3.24	0.20	2.94	3.52
<b>ST (cm)</b>	20	56.01	8.34	44.70	70.20
<b>TAG (s)</b>	20	10.20	0.75	9	11.30
<b>BT (razina)</b>	20	9.3	1.3	7.4	11.5

*Legenda: N- broj ispitanika, AS – aritmetička sredina, MIN – minimalni rezultat, MAX – maksimalni rezultat, SD – standardna devijacija, S10 – sprint na 10 metara, S20 – sprint na 20 metara, ST – Sargent test, TAG – T-test agilnosti, BT – Beep test*

Analizom rezultata motoričkih testova možemo vidjeti da prosječno vrijeme potrebno za sprint na 10 metara iznosi 1.79 sekundi. Najbolji rezultat je ostvario ispitanik sa vremenom 1.59 sekundi, dok je najsporiji ispitanik ostvario rezultat od 2.05 sekundi. U testu sprint na 20 metara prosjek vremena na skupu podataka svih ispitanika je iznosio 3.24 sekundi. Najbrži ispitanik je postigao rezultat od 2.94 sekunde za 20 metara, dok je najsporiji ispitanik imao vrijeme od 3.52 sekunde.

U Sargent testu prosječna visina vertikalnog skoka iznosila je 56.01 centimetar, najmanje je skočio ispitanik sa rezultatom 44.70 centimetara dok je najveću vrijednost skoka postigao ispitanik sa rezultatom od čak 70.20 centimetara. U T-testu agilnosti je prosjek vremena za izvršavanje motoričkog zadatka bio 10.20 sekundi, najbrži ispitanik je test svladao za 9 sekundi dok je najsporiji ostvario rezultat od 11.30 sekundi. Prosječna razina koja je postignuta u Beep testu je 9.3, najnižu razinu je postigao nogometaš s rezultatom 7.4 a najuspješnije je test odradio ispitanik s rezultatom 11.5.

Kolmogorov – Smirnov test je korišten u svrhu određivanja normalnosti distribucije na uzorku ispitanika uključenih u ovo istraživanje koji je pokazao da su sve varijable normalno distribuirane ( $p > 0.20$ ), što možemo uvidjeti u Tablici 3.

**Tablica 3.** Rezultati Kolmogorov – Smirnov testa za određivanje normalnosti distribucije

<b>VARIJABLA</b>	<b>N</b>	<b>K – S test</b>
<b>TV (cm)</b>	20	$p > 0.20$
<b>TT (kg)</b>	20	$p > 0.20$
<b>ITM (kg/m<sup>2</sup>)</b>	20	$p > 0.20$
<b>PMI (%)</b>	20	$p > 0.20$
<b>PMA (%)</b>	20	$p > 0.20$
<b>S10 (s)</b>	20	$p > 0.20$
<b>S20 (s)</b>	20	$p > 0.20$
<b>ST (cm)</b>	20	$p > 0.20$
<b>TAG (s)</b>	20	$p > 0.20$
<b>BT (razina)</b>	20	$p > 0.20$

*Legenda: N- broj ispitanika, K – S test – Kolmogorov – Smirnov test, TV – tjelesna visina, TT – tjelesna težina, ITM – Indeks tjelesne mase, PMI – postotak mišića, PMA – postotak masti, S10 – sprint na 10 metara, S20 – sprint na 20 metara, ST – Sargent test, TAG – T-test agilnosti, BT – Beep test*

Povezanost morfoloških karakteristika nogometaša sa testovima koji procjenjuju motoričke sposobnosti analizirana je putem Pearsonovog koeficijenta korelacije ( $r$ ) na razini značajnosti  $p < 0.05$ , rezultati koji su označeni zvjezdicom prikazuju između kojih je varijabli statistički značajna povezanost.



**Tablica 4.** Matrica korelacija između morfoloških karakteristika i rezultata testova koji procjenjuju motoričke sposobnosti nogometaša

<b>VARIJABLA</b>	<b>S10 (s)</b>	<b>S20 (S)</b>	<b>ST (cm)</b>	<b>TAG (s)</b>	<b>BT (razine)</b>
<b>TV (cm)</b>	0.25	0.28	-0.25	0.30	-0.22
<b>TT (kg)</b>	0.42*	0.45*	0.30	0.38*	-0.41*
<b>ITM (kg/m<sup>2</sup>)</b>	0.60*	0.63*	-0.45*	0.50*	-0.55*
<b>PMI (%)</b>	-0.38*	-0.36*	0.46*	-0.40*	0.52*
<b>PMA (%)</b>	0.50*	0.55*	-0.42*	0.47*	-0.60*

*Legenda: \* - statistički značajno na razini  $p < 0,05$ , S10 – Sprint na 10 metara, S20 – Sprint na 20 metara, ST – Sargent test, TAG – T-test agilnosti, BT – Beep test, TV – tjelesna visina, TT – tjelesna težina, ITM – indeks tjelesne mase, PMI – Postotak mišića, PMA – postotak masti*

Uvidom u varijablu sprint na 10 metara (S10) možemo zaključiti da povezanost nije dokazana odnosno može biti minimalna. S druge strane tjelesna težina, indeks tjelesne mase koji ima najveću vrijednost te postotak masti su pozitivno povezani sa sprintom na 10 metara na razini značajnosti  $p < 0,05$ , postotak mišića jedini ima negativnu povezanost i rezultat je značajan.

Varijabla sprint na 20 metara također je pozitivno povezana s tjelesnom težinom, postotkom masti te iznimno je jaka povezanost sa indeksom tjelesne mase na razini značajnosti  $p < 0,05$ . Postotak mišića s navedenom varijablom ima negativnu povezanost i rezultat je statistički značajan, s tjelesnom visinom povezanost opet nije dokazana odnosno rezultat nije statistički značajan.

Sargent test je negativno povezan sa indeksom tjelesne mase te postotkom masti, dok je pozitivno povezan sa postotkom mišića na razini značajnosti  $p < 0,05$ . Povezanost tjelesnom visinom i tjelesnom težinom nije dokazana.

T-test agilnosti je pozitivno povezan sa tjelesnom težinom, indeksom tjelesne mase te postotkom masti na razini značajnosti  $p < 0,05$ . Sa postotkom mišića postoji negativna povezanost koja je statistički značajna dok povezanost sa tjelesnom visinom nije značajna.

Kod Beep testa rezultati pokazuju da postoji statistički značajna pozitivna povezanost sa postotkom mišića te negativna povezanost sa tjelesnom težinom, indeksom tjelesne mase te postotkom masti na razini značajnosti  $p < 0,05$ .

## 5. RASPRAVA

S obzirom na hipoteze postavljene ranije, možemo potvrditi da su rezultati istraživanja djelomično potvrdili hipotezu da je povezanost između morfoloških karakteristika i motoričkih sposobnosti kod nogometaša statistički značajna. Morfološke karakteristike poput visine, težine, indeksa tjelesne mase, postotka mišića te postotka masti su bile ispitivane uz motoričke sposobnosti koje su se procjenjivale pomoću testova sprinta na 10 metara, sprinta na 20 metara, Sargent testa, T-testa te Beep testa izdržljivosti na uzorku od 20 amaterskih nogometaša u dobi od 18 do 20 godina. Rezultati su prikazani pomoću matrice korelacija koja je omogućila uvid u odnose između varijabli.

Kada govorimo o visini rezultati su pokazali da nema statističke značajne povezanosti ni sa jednim od motoričkih testova iako je zabilježena određena blaga korelacija. Konkretno između visine i rezultata sprinta pokazatelj je blaga pozitivna povezanost, to nam sugerira da viši igrači imaju neznatno lošije vrijeme tijekom sprinta ali ove povezanosti nisu statistički značajne. Ta pojava se može objasniti time što obično visoki igrači imaju duži korak ali imaju nedostatak eksplozivnosti na kraćoj dionici. Negativna povezanost kod Sargent testa i visine ukazuje na to da su viši igrači postizali slabije rezultate u ovom testu ali ni ova povezanost nije statistički značajna. T-test agilnosti je sa visinom ostvario blago pozitivnu korelaciju što nam govori da viši igrači postižu slabije rezultate u testu agilnosti, ali ni ta povezanost nije bila statistički značajna. Kod izdržljivosti odnosno Beep testa također nismo imali nikakvu značajnu povezanost s visinom. Iako vidimo da postoji blaga tendencija koja govori o tome da visina može negativno utjecati na agilnost i brzinu, hipoteza o statistički značajnoj povezanosti visine s motoričkim sposobnostima nije dokazana.

Tjelesna težina pokazuje statistički značajnu povezanost s pojedinim motoričkim sposobnostima, naglasak je na sprintu i agilnosti. Pozitivno je povezana s rezultatima sprinta na 10 i 20 metara što nam govori da teži igrači postižu lošije rezultate u testovima sprintanja, povezanosti su statistički značajne a to znači da tjelesna težina igra zaista važnu ulogu kod brzine nogometaša. Postoji negativna korelacija između težine i Sargent testa što sugerira da teži igrači slabije skaču iako rezultat nije statistički značajan. Kod T-testa agilnosti su vidljivi statistički značajni rezultati koji nam dokazuju da igrači sa većom tjelesnom masom postižu lošije rezultate u testovima agilnosti. Kod testova izdržljivosti teži igrači imaju lošije rezultate,

to možemo uvidjeti kroz statistički značajnu negativnu povezanost sa Beep testom. Možemo zaključiti da postoji povezanost između tjelesne težine i brzine te agilnosti koja je statistički značajna, tako potvrđujemo hipotezu da veća tjelesna težina negativno utječe na motoričke sposobnosti.

Indeks tjelesne mase (BMI) pokazuje statistički značajnu povezanost sa svim motoričkim testovima što nam govori o tome da igrači s višim indeksom tjelesne mase imaju lošije rezultate u sprintu i skoku te da im povišen ITM negativno utječe na agilnost odnosno sposobnosti brze promjene smjera, također negativna povezanost koja je statistička značajna ukazuje na to da imaju slabiju izdržljivost. Na temelju prethodnih rezultata možemo potvrditi hipotezu da je povezanost između indeksa tjelesne mase i motoričkih sposobnosti statistički značajna, to znači da viši ITM negativno utječe na motoričke sposobnosti koje su ključne za uspješnost u nogometu.

Mišićna masa je jedan od ključnih čimbenika kada govorimo o motoričkim sposobnostima, što je i dokazano rezultatima. Postoji negativna povezanost između postotka mišića i sprintanja što nam govori da igrači koji imaju veći postotak mišićne mase postižu bolje vrijeme u testovima sprinta, što je ujedno i statistički značajan rezultat. Nogometaš s većim postotkom mišića ima ujedno i veći vertikalni skok što je potvrđeno kroz Sargent test. Kod testa agilnosti imamo statistički značajnu povezanost, negativna korelacija sugerira da veći postotak mišićne mase poboljšava sposobnosti brze promjene smjera. Također je i kod izdržljivosti mišićna masa poželjna u ovom slučaju, pošto rezultati Beep testa ukazuju na to da igrači sa većim udjelom mišićne mase imaju i bolje rezultate u ovom testu. Možemo potvrditi hipotezu da je udjel mišićne mase u ukupnoj tjelesnoj težini statistički značajno povezan s motoričkim sposobnostima, što znači da veći postotak mišićne mase ide u prilog boljim rezultatima u motoričkim testovima te tako povećava razinu uspješnosti u nogometnoj igri.

Značajan utjecaj na motoričke sposobnosti ima i postotak tjelesne masti što možemo vidjeti kroz pozitivnu povezanost sa testovima sprint na 10 i 20 metara, što nikako nije dobro jer nam taj rezultat govori o tome da što je veći postotak masti to su gori rezultati u testovima sprinta. Kod Sargent testa je postojana negativna korelacija koja je također statistički značajna kao i kod svih drugih motoričkih testova kada je u pitanju postotak masti, to znači da veći postotak masti smanjuje skočnost. Kroz pozitivnu korelaciju sa T-testom zaključujemo da veći postotak masti nosi sa sobom i lošije rezultate u testovima gdje je bitna sposobnost brze

promjene smjera. Igrači sa većim postotkom masti su također imali i slabiju izdržljivost. Prethodno navedeni rezultati ukazuju na to da je postotak masti statistički značajno povezan sa motoričkim sposobnostima, stoga možemo potvrditi hipotezu da veći postotak masti ujedno i negativno utječe na motoričke sposobnosti bitne za sportsku izvedbu u nogometu.

Kako bi ove rezultate nogometaša amatera stavili u širi kontekst, moramo ih usporediti s rezultatima profesionalnih nogometaša iz prijašnjih istraživanja koja nam govore o značajnoj povezanosti između morfoloških karakteristika i motoričkih sposobnosti. Bangsbo i sur. (2006) provodi istraživanje koje obuhvaća težinu, ITM te postotak masti kod profesionalnih nogometaša. Usporedbom rezultata autora te rezultata ovog istraživanja možemo zaključiti kako profesionalni nogometaši imaju niže prosjeke indeksa tjelesne mase te im se postotak masti kreće između 7 % i 12 % dok je kod amaterskih igrača taj postotak nešto veći, upravo ova razlika u sastavu tijela utječe na motoričke sposobnosti nogometaša. Ostojić (2000) kroz svoje istraživanje tvrdi da je nizak postotak masti te veliki postotak mišićne mase ključan za agilnost, brzinu i snagu, što odgovara rezultatima ovog istraživanja gdje su ispitanici sa većim postotkom mišićne mase imali i bolje rezultate u motoričkim testovima dok su oni sa većim postotkom masti imali slabiju izvedbu. Chamari (2004) navodi da profesionalni nogometaši imaju značajno bolje rezultate u odnosu na amatere u testovima sprinta što možemo potvrditi kroz rezultate istraživanja, profesionalci su bili brži u prosjeku za 0.3 s, to se može objasniti po boljoj fizičkoj spremi te optimiziranom sastavu tijela. Little i Williams (2005) naglašavaju da je agilnost najvažnija sposobnost u elitnom rangu nogometa te da igrači s malim postotkom masti te većom eksplozivnošću uobičajeno postižu i bolje rezultate što je potvrđeno i kroz rezultate ovog istraživanja na temelju negativne korelacije između postotka masti i agilnosti koji sugerira sličan obrazac uspješnosti kao i kod profesionalaca. Wisloff (2004) tvrdi da su sprint i skok usko povezani sa postotkom mišića te postotkom masti što smo u radu i potvrdili. Kada govorimo o izdržljivosti kod igrača, Halgerud (2001) navodi da profesionalci postižu dosta bolje rezultate na beep testu i da se nalaze oko 13. i 14. razine, prosjek kod ispitanika u ovom istraživanju je bio 9.3 što je zaista ogromna razlika te tako opet možemo potvrditi važnost niske razine postotka masti kada je u pitanju izdržljivost.

## 6. ZAKLJUČAK

S obzirom na dobivene rezultate povezanosti morfoloških karakteristika i motoričkih sposobnosti kod nogometaša možemo zaključiti da težina i indeks tjelesne mase pokazuju negativnu povezanost sa rezultatima motoričkih testova. To nam govori da povećanje tjelesne težine negativno utječe na motoričke sposobnosti poput brzine, agilnosti te izdržljivosti. Postotak masti je također imao veliku povezanost sa motoričkim testovima s naglaskom na sprint i Beep test, što direktno znači da veći postotak masti usporava nogometaša te ga čini manje izdržljivim. Pozitivnu korelaciju s brzinom, eksplozivnosti, izdržljivosti te agilnosti je imao postotak mišićne mase, iz čega se može zaključiti da udjel mišićne mase ima značajnu ulogu kod razine motoričkih sposobnosti.

Potvrđena je hipoteza da postoji statistički značajna povezanost između morfoloških karakteristika i motoričkih sposobnosti kod nogometaša skoro u cijelosti. Rezultati pokazuju da faktori u ovom istraživanju poput povećane tjelesne težine, većeg indeksa tjelesne mase te većeg postotka masti zaista negativno utječu na izvedbu u motoričkim testovima. Nasuprot navedenim faktorima zaključeno je da višim postotkom mišića u tjelesnom sastavu pridonosimo boljitku rezultata u motoričkim testovima sprinta, agilnosti, izdržljivosti te snage.

Prethodno navedeni rezultati sugeriraju da je optimizacija tjelesne kompozicije ključna za poboljšanje svih motoričkih sposobnosti nogometaša. Igrači sa većim postotkom mišićne mase te manjim postotkom tjelesne masti postižu znatno bolje rezultate u testovima koji su presudni za nogometnu izvedbu te uspješnost u nogometnoj igri.

Zaključno, kod amaterskih nogometaša je povezanost između morfoloških karakteristika i motoričkih sposobnosti statistički značajna te su dobiveni rezultati u ovom istraživanju konzistentni s obzirom na prijašnja istraživanja provedena na profesionalnim sportašima.

## 7. LITERATURA

- Babić, V., & Metikoš, D. (2003). *Utjecaj morfoloških karakteristika i motoričkih sposobnosti na uspjeh u nogometu*. *Kinesiology*, 35(2), 168-174.
- Bangsbo, J., Norregaard, L., & Thorsø, F. (2006). *Activity profile of competition soccer*. *Canadian Journal of Sports Sciences*, 16(2), 110-116.
- Barišić, V. (2007). *Kineziološka analiza taktičkih sredstava u nogometnoj igri*. (Doktorska disertacija), Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu
- Blažanović, T. (2017). *Primjena unilateralnih vježbi jakosti u treningu nogometaša* (diplomski rad) Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu
- Bompa, T. O. (1999). *Periodization: Theory and Methodology of Training*. *Human Kinetics*.
- Bouchard, C., Malina, R. M., & Pérusse, L. (1997). *Genetics of fitness and physical performance*. *Human Kinetics*.
- Brooks, G. A., Fahey, T. D., & Baldwin, K. M. (2000). *Exercise Physiology: Human Bioenergetics and Its Applications*. McGraw-Hill.
- Buchholz, A. C., & Bartok, C. (2004). *Bioelectric impedance analysis: Reliability for day-to-day measurements of body composition and influence of hydration status*. *Obesity Research*, 12(5), 761-769.
- Buldú, J. M., Busquets, J., Echegoyen, I., & Seirul-lo, F. (2019). *Defining a historic football team: Using network science to analyze Guardiola's FC Barcelona*. *Scientific Reports*, 9(1), 13602.
- Caspersen, C. J., Powell, K. E., & Christenson, G. M. (1985). *Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research*. *Public Health Reports*, 100(2), 126-131.
- Caterisano, A., Patrick, B. T., Edenfield, W. L., & Batson, M. J. (2001). *The effects of a football season on body composition and selected physical fitness measures in college football players*. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(1), 58-60.
- Chamari, K., Hachana, Y., Ahmed, Y. B., Galy, O., Sghaïer, F., Chatard, J. C., Hue, O., & Wisloff, U. (2004). *Field and laboratory testing in young elite soccer players*. *British Journal of Sports Medicine*, 38(2), 191-196.
- Clarkson, P. M., & Thompson, H. S. (2000). *Muscular adaptations to eccentric exercise*. *SM*

- Cordero-MacIntyre, Z. R., Peters, W., & Stults-Kolehmainen, M. A. (2014). *Bioimpedance analysis in sport and exercise: its role in assessing body composition, hydration, and training effects*. *Sports Medicine*, 44(S1), 41-53.
- Cotogni, P., Monge, T., Fadda, M. et al. *Bioelectrical impedance analysis for monitoring cancer patients receiving chemotherapy and home parenteral nutrition*. *BMC Cancer* 18, 990 (2018).
- Dizdar, D. (2006). *Kvantitativne metode*.
- Erceg, M., Milić, M., Sivrić, H. i Košta Alujević, A. (2014). *Correlation between morphological characteristics and motor abilities in young Croatian soccer players*. *Research in Physical Education, Sport and Health* 3(1): 51–56.
- Erceg, M., Rađa, A. i Sporiš, G. (2018). *Razvoj nogometaša: antropološki status nogometaša tijekom razvojnih faza*. Zagreb: vlastita naklada.
- FIFA. (2022). *History of Football*. FIFA.
- Findak, V. (1992.). *Metodika tjelesne i zdravstvene kulture*. Zagreb: Školska knjiga.
- Helgerud, J., Engen, L. C., Wisloff, U., & Hoff, J. (2001). *Aerobic endurance training improves soccer performance*. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(11), 1925-1931.
- Hoffman, J. (2002). *Physiological Aspects of Sport Training and Performance*. Human Kinetics.
- Hughes, M., & Bartlett, R. (2002). *The use of performance indicators in performance analysis*. *Journal of Sports Sciences*, 20(10), 739-754.
- Jerković, S. (1986). *Relacije između antropometrijskih, dinamometrijskih i situaciono-motoričkih dimenzija uspjeha u nogometnoj igri*. (Doktorska disertacija). Zagreb:Fakultet za fizičku kulturu Sveučilišta u Zagrebu
- Jonath, U. i Krempel, R. (1987). *Konditionstraining*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
- Jones, D. A., Newham, D. J., & Round, J. M. (2006). *Skeletal muscle stiffness and pain following eccentric exercise*. *Clinical Science*, 64(1), 55-62.

- Jukić, I. i sur. (2008). *Dijagnostika kondicijske pripremljenosti*. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu
- Keys, A., Fidanza, F., Karvonen, M. J., Kimura, N., & Taylor, H. L. (1972). *Indices of relative weight and obesity*. *Journal of Chronic Diseases*, 25(6), 329-343.
- Krmek, M. (2018). *Morfološke karakteristike i motoričke sposobnosti mladih nogometaša* (diplomski rad). Split: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Splitu.
- Kurelić, N., Momirović, K., Stojanović, M., Šturm, J., Radojević, Đ., & Viskiće-Štaleb, N. (1975). *Struktura morfoloških i motoričkih dimenzija čoveka*. Fakultet za fizičku kulturu, Univerzitet u Beogradu.
- Kyle, U. G. "Bioelectrical impedance analysis—part I: review of principles and methods." *Clinical nutrition* 23.5 (2004): 1226-1243.
- Little, T., & Williams, A. G. (2005). *Specificity of acceleration, maximum speed, and agility in professional soccer players*. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(1), 76-78.
- Malacko, J., & Popović, D. (2001). *Teorija i metodologija treninga: Antropomotorika*. Fakultet za fizičku kulturu, Beograd.
- Malina, R. M., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004). *Growth, Maturation, and Physical Activity*. Human Kinetics.
- Marković, G., et al. (2007). *Fitness profile of elite Croatian soccer players*. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(3), 757-765.
- Marković, G. i Bradić, A. (2008). *Nogomet – integralni kondicijski trening*. Zagreb: Kineziološki fakultet.
- Mihačić, V. i Ujević, B. (2003). *Kondicija nogometaša. Priručnik za UEFA A trenere*. Zagreb: Hrvatska nogometna akademija.
- Meinel, K., & Schnabel, G. (2007). *Bewegungslehre-Sportmotorik*. Berlin
- Milanović, D. (2005). *Teorija treninga priručnik za praćenje nastave i pripremanje*
- Milanović, D. (2013). *Teorija treninga*. (3. izd.) Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu
- Mišigoj-Duraković, M. (2008). *Kinantropologija*. Zagreb, Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu



- Newton, R. U., & Kraemer, W. J. (1994). *Developing Explosive Muscular Power: Implications for a Mixed Methods Approach*.
- Nuttall, F. Q. (2015). *Body Mass Index: Obesity, BMI, and health: A critical review*. Nutrition Today, 50(3), 117-128.
- Ostojić, S. M., Mazić, S., & Dikić, N. (2000). *Profiling in soccer: physical and physiological characteristics of elite players*. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 40(2), 103-110.
- Perić, D. (1991). *Osnove sportskog treninga*. Fakultet za fizičku kulturu, Zagreb.
- Rampinini, E., Coutts, A.J., Castagna, C., Sassi, R. i Impellizzeri, F.M. (2007). *Variation in top level soccer match performance*. Int J Sports Med 28: 1018–1024.
- Reilly, T., & Williams, A. M. (2003). *Science and Soccer*. Routledge.
- Secreton, Y., Rein, R., Memmert, D., & Davids, K. (2014). *How nonlinear pedagogy can improve decision-making and movement skills in sport*. International Journal of Sports Science & Coaching, 9(5), 745-755.
- Sporiš, G. (2002). *Analiza nogometne igre u funkciji planiranja i programiranja fizičke pripreme*. (Diplomski rad). Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Šentija, D. (2014). *Fiziologija UEFA B* (priručnik). Zagreb: Hrvatski nogometni savez
- Vučetić, V. (2004). *Morfološke karakteristike i motoričke sposobnosti nogometaša*. Master's thesis, Faculty of Kinesiology, University of Zagreb.
- Weineck J., Erlangen (1999). *Optimales Fussballtraining*, Spitta-Veri, Nurnberg.
- Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2004). *Physiology of Sport and Exercise*. Human Kinetics.
- Wisloff, U., Castagna, C., Helgerud, J., Jones, R., & Hoff, J. (2004). *Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players*. British Journal of Sports Medicine, 38(3), 285-288.
- World Health Organization. (2000). *Obesity: Preventing and managing the global epidemic*. World Health Organization Technical Report Series, 894.
- [www.omron-healthcare.com](http://www.omron-healthcare.com) (prisutpljeno 1.9.2024)
- Zatsiorsky, V. M. (2001). *Science and Practice of Strength Training*. Human Kinetics.

## ŽIVOTOPIS

### Osobni podaci

Prezime(na) / Ime(na)	Knežević Ante
Adresa(e)	Ulica Milke Trnine 61, 33520 Slatina
E-mail	<a href="mailto:knezevicante88@gmail.com">knezevicante88@gmail.com</a>
Datum rođenja	17.6.1998
Spol	Muško

### Obrazovanje i osposobljavanje

Datumi	2022.
Naziv dodijeljene kvalifikacije	Sveučilišni prvostupnik kineziologije (univ.bacc.cin.)
Ime i vrsta organizacije pružatelja obrazovanja i osposobljavanja	Kineziološki fakultet Osijek

### Osobne vještine i kompetencije

Materinski jezik(ci)	Hrvatski jezik
Drugi jezik(ci)	Engleski jezik, Njemački jezik
Računalne vještine i kompetencije	Osnovno poznavanje rada na Microsoft Office alatima (Word, Power point, Excel)

Ante Knežević, univ.bacc.cin., rođen 17.6.1998. u Virovitici. Nakon završetka osnovne škole u Slatini, upisuje Srednju školu Marka Marulića Slatina – smjer opća gimnazija u trajanju od 4 godine. Po završetku srednjoškolskog obrazovanja upisuje Kineziološki fakultet u Zagrebu te nakon 3 godine školovanja nastavlja studij na Kineziološkom fakultetu u Osijeku. Aktivno trenira nogomet od 2004. godine te futsal od 2014. godine.

## 9. PRILOG

9/23/24, 8:12 AM

Turnitin - Originality Report - Knežević diplomski turnitin

<h3>Turnitin Originality Report</h3>		
Processed on: 23-Sep-2024 8:12 AM CE	Similarity Index <b>11%</b>	<b>Similarity by Source</b> Internet Sources: 11% Publications: 1% Student Papers: 4%
ID: 2452801705		
Word Count: 8378 Submitted: 7		
Knežević diplomski turnitin By Ivan Perić		

2% match (Internet from 08-Dec-2022) <a href="https://repositorij.unios.hr/islandora/object/kifos:146/datastream/PDF">https://repositorij.unios.hr/islandora/object/kifos:146/datastream/PDF</a>
2% match (Internet from 16-Feb-2024) <a href="https://repositorij.unios.hr/en/islandora/object/kifos%3A277/datastream/PDF/view">https://repositorij.unios.hr/en/islandora/object/kifos%3A277/datastream/PDF/view</a>
1% match () <a href="#">Blažanović, Tomislav. "Primjena unilateranih vježbi jakosti u treningu nogometaša", University of Zagreb. Faculty of Kinesiology., 2017</a>
1% match (Internet from 18-Jan-2023) <a href="https://repositorij.kfst.unist.hr/islandora/object/kfst:977/datastream/PDF">https://repositorij.kfst.unist.hr/islandora/object/kfst:977/datastream/PDF</a>
< 1% match (Internet from 25-Nov-2020) <a href="https://repositorij.unios.hr/islandora/object/foozos%3A1460/datastream/PDF/view">https://repositorij.unios.hr/islandora/object/foozos%3A1460/datastream/PDF/view</a>
< 1% match () <a href="#">Alić, Jelena. "The relationship between students physical activity level, self-perceived health status and body image satisfaction", University of Zagreb. Faculty of Kinesiology., 2015</a>
< 1% match (Internet from 30-Nov-2020) <a href="https://repositorij.svkst.unist.hr/islandora/object/kfst:31/datastream/PDF">https://repositorij.svkst.unist.hr/islandora/object/kfst:31/datastream/PDF</a>
< 1% match (Internet from 06-Sep-2021) <a href="https://repositorij.svkst.unist.hr/islandora/object/kfst%3A691/datastream/PDF/view">https://repositorij.svkst.unist.hr/islandora/object/kfst%3A691/datastream/PDF/view</a>
< 1% match (Internet from 29-Nov-2020) <a href="https://repositorij.svkst.unist.hr/islandora/object/kfst:58/datastream/PDF">https://repositorij.svkst.unist.hr/islandora/object/kfst:58/datastream/PDF</a>
< 1% match (Internet from 06-Sep-2021) <a href="https://repositorij.svkst.unist.hr/islandora/object/kfst:125/datastream/PDF/download">https://repositorij.svkst.unist.hr/islandora/object/kfst:125/datastream/PDF/download</a>
< 1% match (Internet from 01-Dec-2020) <a href="https://repositorij.svkst.unist.hr/islandora/object/kfst:336/datastream/PDF">https://repositorij.svkst.unist.hr/islandora/object/kfst:336/datastream/PDF</a>
< 1% match (Internet from 01-Dec-2020) <a href="https://repositorij.svkst.unist.hr/islandora/object/kfst:438/datastream/PDF">https://repositorij.svkst.unist.hr/islandora/object/kfst:438/datastream/PDF</a>
< 1% match (Internet from 18-Nov-2020)

[https://www.turnitin.com/newreport\\_printview.asp?eq=1&eb=1&esm=5&oid=2452801705&sid=0&n=0&m=2&svr=6&r=30.03544073068205&lang=en\\_us](https://www.turnitin.com/newreport_printview.asp?eq=1&eb=1&esm=5&oid=2452801705&sid=0&n=0&m=2&svr=6&r=30.03544073068205&lang=en_us) 1/17

<https://repositorij.svkst.unist.hr/islandora/object/kifst:14/datastream/PDF>

< 1% match (Internet from 18-Jan-2023)

<https://repositorij.kifos.hr/islandora/object/kifos:73/datastream/PDF/view>

< 1% match (Internet from 28-Feb-2024)

<https://repositorij.kifos.hr/en/islandora/object/kifos%3A148/datastream/PDF/view>

< 1% match (Submitted to Kineziološki fakultet u Splitu / Faculty of Kinesiology)

[Submitted to Kineziološki fakultet u Splitu / Faculty of Kinesiology](#)

< 1% match (Internet from 02-Jan-2024)

<https://zir.nsk.hr/en/islandora/object/ufzg%3A3977/datastream/PDF/view>

< 1% match ( )

[Čižmešija, Kristijan. "Influence of Shift Work on the Safety of Participants in Public City Transport", University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences. Independent chairs. Chair of Fundamental Courses., 2018](#)

< 1% match (Submitted to Zdravstveno veleučilište u Zagrebu / University of Applied Health Sciences)

[Submitted to Zdravstveno veleučilište u Zagrebu / University of Applied Health Sciences](#)

< 1% match (Submitted to Kineziološki fakultet / Faculty of Kinesiology)

[Submitted to Kineziološki fakultet / Faculty of Kinesiology](#)

< 1% match (student papers from 15-Sep-2023)

[Submitted to University of Osijek Faculty of Kinesiology on 2023-09-15](#)

< 1% match (Internet from 23-Apr-2024)

<https://hub.ufzg.hr/books/zbornikbook-of-proceedings-stoo2/export/plaintext>

< 1% match (Internet from 22-Jun-2016)

<http://www.mojaljekarna.hr/181-njega-za-mrsavljenje>

< 1% match (Internet from 05-Feb-2023)

<https://psihologijanis.rs/dpp/arhiva/zbornik-9-2.pdf>

< 1% match (Internet from 15-Dec-2022)

<https://core.ac.uk/download/232987617.pdf>

< 1% match (Internet from 27-Oct-2022)

<https://repositorij.ufzg.unizg.hr/islandora/object/ufzg%3A2020/datastream/PDF/view>

< 1% match (Internet from 26-Jan-2024)

<https://vdocuments.site/061-020-14-ro.html>

< 1% match (Internet from 12-Dec-2022)

[http://www.fsvconference.rs/documents/book\\_of\\_proceedings\\_20211210.pdf](http://www.fsvconference.rs/documents/book_of_proceedings_20211210.pdf)

< 1% match (Internet from 01-Sep-2021)

<https://repositorij.mefos.hr/islandora/object/mefos%3A95/datastream/PDF/view>

< 1% match (Internet from 25-Jun-2019)

<http://www.apartmani-altis.com/cijena-nocenja-u-zagrebu.html>

< 1% match (Internet from 23-Aug-2018)

<http://detoxforlife.hr/relax/>

< 1% match (Internet from 29-Sep-2023)

<https://hrks.hr/images/datoteke/Ljetna%20%C5%A1kola/Zbornici%20radova/Ljetna-skola-2007.pdf>

< 1% match (Internet from 30-Apr-2021)

[https://nf.unmo.ba/resources/site1/General/Educa/educa\\_11.pdf](https://nf.unmo.ba/resources/site1/General/Educa/educa_11.pdf)

< 1% match (Internet from 18-Aug-2019)

[http://www.hvk.hr/hrv/zbornici/2016\\_6\\_kongres-zbornik.pdf](http://www.hvk.hr/hrv/zbornici/2016_6_kongres-zbornik.pdf)

< 1% match ( )

[Grujić, Slađana. "Model characteristics of young handball players on the basis of morphologic and motoric features", Универзитет Едукокс, Факултет за спорт и туризам, 2016](#)

1. UVOD [Nogomet je](#) ekipni [sport u](#) kojem [se dvije momčadi od](#) jedanaest [igrača](#) natječu s ciljem postizanja više pogodaka od protivnika pritom koristeći noge, tijelo ili glavu ali ne i ruke, samo vratar smije koristiti ruke u igri. Teren je pravokutnog oblika s golovima na obje strane, trajanje utakmice je dva poluvremena od 45 minuta. Nogomet se igra u više od 200 zemalja što ga čini najpopularnijim sportom na cijelom svijetu s milijardama ljubitelja (FIFA, 2022). Zahtijeva visoku razinu fizičke pripreme, tehničkih vještina, taktičkog znanja i mentalne sposobnosti zbog svoje kompleksnosti i dinamičnosti. Može se opisati i kao interdisciplinarna sportska aktivnost za koju je potrebna kombinacija aerobnih i anaerobnih energetskih sustava, taktička organizacija i razvijene tehničke vještine. Različite fizičke, psihološke, motoričke, tehničke te taktičke komponente su čimbenici koji utječu na uspješnost u nogometu (Reilly, Williams, 2003). Također ga definiramo kao kompleksnu kineziološku aktivnost koja se svrstava u aciklična polistrukturalna gibanja sa visokom raznovršnošću motoričkih radnji. Cilj u nogometnoj igri je postići više golova nego protivnička ekipa i tako ostvariti pobjedu (Barišić, 2007). Uspješnost u nogometnoj igri određuje veliki opseg čimbenika poput morfoloških karakteristika, funkcionalnih te motoričkih sposobnosti i zdravstvenog statusa. Morfološke karakteristike obuhvaćaju fizičke osobine pojedinog igrača i one se mogu izmjeriti te kvantificirati, tu uključujemo dimenzije tijela, tjelesnu težinu i visinu, postotak mišićne i masne mase te druge aspekte tjelesne građe. Navedene karakteristike su od ključne važnosti u sportu zbog utjecaja na izvedbu sportaša u pojedinim disciplinama. Morfološke karakteristike predstavljaju pokazatelje tjelesne strukture i razvoja kod sportaša te mogu u velikoj mjeri odrediti potencijal za uspješnost u određenom sportu (Kurelić, 1975). S obzirom na kontekst sportske izvedbe, morfološke karakteristike služe kao temelj za procjenu fizičke spremnosti te adaptacije treninga. Bouchard i sur. (1997) ističu da tjelesna građa sportaša, s naglaskom na odnos između mišićne mase i masnog tkiva, ima izravan utjecaj na sportsku izvedbu pogotovo u sportovima gdje su snaga, brzina i izdržljivost ključni čimbenici. Motoričke sposobnosti prezentiraju skup fizičkih sposobnosti koje omogućavaju sportašu da efikasno izvede različite tjelesne aktivnosti. Obuhvaćaju komponente kao što su snaga, izdržljivost, agilnost, brzina, koordinacija te fleksibilnost, imaju izuzetnu važnost jer izravno utječu na performans sportaša (Caspersen,

Powell & Christenson, 1985). Motoričke sposobnosti su osnova tjelesne pripremljenosti te predstavljaju sposobnost da tijelo efikasno i koordinirano reagira na različite podražaje i izazove (Malacko, Popović, 2001). U kontekstu sporta su motoričke sposobnosti ključne jer omogućavaju sportašu da razne tehničke i taktičke zahtjeve i zadatke izvodi na najvišoj mogućoj razini. Babić i Metikoš (2003) naglašavaju da su brzina i agilnost, skupa s koordinacijom i eksplozivnom snagom iznimno važni za sport poput nogometa u kojem sportaš mora brzo mjenjati smjerove, skakati, sprintati te biti dugotrajno pod fizičkim naporom. Temelji sportskog treninga su upravo razvijanje motoričkih sposobnosti, pravilna identifikacija i usmjeravanje u razvoju specifičnih motoričkih sposobnosti omogućava optimiziranu sportsku izvedbu, različiti sportovi imaju drugačije zahtjeve kada su u pitanju kombinacije različitih motoričkih sposobnosti. Naprimjer, u sportovima kao što je maraton, izdržljivost će biti ključna komponenta motoričkih sposobnosti, dok u sportu poput nogometa će brzina, snaga i agilnost biti važniji.

### 1.1 . ANALIZA NOGOMETNE IGRE

Nogometnu igru analizom možemo podijeliti na strukturalnoj, funkcionalnoj te anatomskoj razini, na te načine prikupljamo informacije o zahtjevima i zadacima koje sportaši moraju svladati tijekom izvođenja aktivnosti. Igrači sa unaprijeđenim motoričkim i funkcionalnim sposobnostima te optimalnim morfološkim karakteristikama će biti u povoljnijoj poziciji za postizanje sportske izvedbe najviše moguće razine te će biti u stanju efikasnijeg rješavanja nogometnih zadataka. Analiza se također odnosi i na sustavno praćenje, bilježenje i procjenjivanje tehničko-taktičkih, fizičkih te psiholoških aspekata kod ekipe ili pojedinca. Cilj je identifikacija ključnih elemenata koji utječu na uspješnost u nogometnoj igri, tako se omogućuje preciznija adaptacija treninga. Analiza također uključuje različite metode poput kvantitativnog bilježenja TE-TA parametara kao što su broj dodavanja, udaraca i presiječenih lopte pa sve do kvalitativnih procjena ponašanja igrača i momčadi (Hughes, Bartlett, 2002). Analiza strukture nogometa Analiza strukture se bavi proučavanjem dinamike i organizacije nogometne momčadi, odnosno kako se igrači kreću, djeluju te surađuju tijekom igre. Ova analiza se fokusira na proučavanje kolektivnih obrazaca igre poput formacija, prijelaza između napada i obrane te uloga pojedinih igrača unutar struktura (Secretone i sur., 2014). Osnovni cilj je određivanje optimalnih organizacijskih obrazaca i pristupa koji unaprjeđuju učinkovitost ekipe. Korištenjem koncepta „dinamičkih mreža“ može se utvrditi povezanost između igrača, gdje su njihovi međusobni odnosi predstavljeni kao čvorovi i veze što nam omogućuje praćenje razine suradnje unutar momčadi u svakom trenutku igre (Buldu, 2019). Ključno je poznavati strukturu te sve njene faze i podfaze u vidu razumijevanja određenih situacija tijekom igre. Nogomet se sastoji od faze napada, faze obrane te faze tranzicije, sve faze možemo podijeliti na manje podfaze s kojima se susreću igrači tijekom igre (Barišić, 2007). Slika 1. Faze igre u nogometu ( Barišić, 2007) Uspješnost u nogometu ovisi o povezivanju ključnih čimbenika poput tehničkih, taktičkih, kognitivnih, socijalnih, motoričkih i psihičkih sposobnosti te različitih vještina kretanja koji direktno utječu na krajnju sportsku izvedbu kod nogometaša i momčadi. Slika 2. Komponente ključne za uspjeh u nogometnoj igri (Weineck, 1999.)

Funkcionalna analiza nogometa Funkcionalnom analizom dobivamo uvid u informacije o energerskim procesima te sustavima korištenih za vrijeme igre. Nogomet svrstavamo u aerobno-anaerobne sportove zbog nemogućnosti određivanja točnog udjela aerobne i anaerobne energetske potrošnje. Omjer udjela je ovisan o više stavki a neki od njih su pozicija igrača na terenu te taktika momčadi. Uz pomoć ove analize možemo uvidjeti intenzitet, trajanje te vrstu opterećenja i procese koje omogućavaju sportašima izvođenje aktivnosti (Milanović, 2013). Diobom anaerobne skupine energetskih procesa dobivamo fosfagene te glikolitičke koji su značajni za eksplozivne aktivnosti poput različitih sprinteva, promjena smjera kretanja te skokova i to sve u

nekoliko sekundi. Količina energije u ovome sustavu je mala ali je brzina oslobađanja energije iznimno velika (Šentija, 2014). S druge strane imamo aerobni sustav kod kojeg se energija stvara uz prisustvo kisika. Kroz aktivnosti se povećava prijem kisika kroz određeni intenzitet, aerobni sustav osim prijenosa energije ima također zadaću u sudjelovanju obnove zaliha adenozin trifosfata i kreatinfosfata, tim procesom se smanjuje vrijeme potrebno za oporavak od aktivnosti (Blažanović, 2017). Slika 3. Prosjek maksimalnog primitka kisika u nogometu po pozicijama (Marković, Bradić, 2008) Kada tijelo radi u dinamičnom režimu kroz dugotrajnu fizičku aktivnost poput nogometa tada se srčana frekvencija povećava i to nam [je dobar pokazatelj intenziteta opterećenja](#) te tako [možemo](#) pratiti i kontrolirati intenzitet tijekom treninga ili utakmice. Pored srčane frekvencije [jedan od najboljih pokazatelja aerobne spremnosti](#) kod [nogometaša je i primitak kisika](#), [označava količinu kisika koju organizam može potrošiti u jednoj minuti kako bi obavio neki rad](#) (ml/kg/min). Vrhunski nogometaši postižu vrijednosti maksimalnog relativnog primitka kisika u rasponu od [60- 67 ml/kg/min](#) (Marković, Bradić, 2008). Anatomska [analiza](#) nogometa Kroz anatomsku analizu [dobivamo informacije o mišićima i skupinama](#) potrebnim za izvođenje aktivnosti te koja je razina aktivacije tijekom aktivnosti, također dobivamo i [podatke o redoslijedu](#) aktivacije [kao i o](#) kojoj se [vrsti kontrakcije mišića](#) radi (Milanović, 2013). U sportskim aktivnostima se aktiviraju mišićne skupine koje sudjeluju u svakoj strukturi gibanja koja se izvodi kroz aktivnost i zato se [nazivaju sport specifične mišićne](#) skupine, [predstavljaju osnovu gibanja](#) koju sportaši izvode poput trčanja, skokova, doskoka, promjena smjera, zaustavljanja i dr. Funkcije pojedinih mišića su podijeljene na agoniste odnosno pokretače koji imaju glavnu ulogu u realizaciji gibanja, sinergisti pomažu agonistima dok antagonisti na suprotnoj strani poluge rade istezanje ili relaksaciju kako bi se omogućila kontrakcija agonista. Stabilizatori kao što samo ime kaže održavaju tijelo u stabilnom položaju. Kritične zone lokomotornog sustava definirane su brojnim istraživanjima, to su zone koje su najviše izložene i najpodložnije ozljedama (Jonath, Krempel, 1987). Koljeno, skočni zglob te kralježnica su kritični kada govorimo o zglobovima, kod mišića najviše opterećenje trpe [opružači i primicači natkoljenice te pregibači i opružači potkoljenice](#). Također moramo istaknuti prepone i Ahilovu tetivu zbog promjena smjera koje su iznimno frekventne u nogometu [na različitim vrstama podloge na kojima](#) sportaši izvode aktivnost. [Slika 4. Kritične regije lokomotornog sustava kod nogometaša](#) (Jonath, 1987). 1.2. MORFOLOŠKE KARAKTERISTIKE Morfološkim karakteristikama opisujemo građu i kompoziciju tijela sportaša na temelju procjene morfološke antropometrije. To je metoda mjerenja različitih dimenzija ljudskog tijela, obrada podataka te daljnje proučavanje dobivenih mjera. Morfološke karakteristike se odnose na osobine tijela koje su važne za uspješnost u pojedinom sportu, to uključuje mjere poput tjelesne visine, težine, indeksa tjelesne mase, postotka mišića te postotka masti. Navedene karakteristike znatno utječu na sposobnost nogometaša da izvrši specifične zadatke kao što su trčanja, sprintevi, skokovi, promjene smjera i dr. (Mišigoj-Duraković, 2008). Morfološke karakteristike igraju jednu od ključnih uloga za uspješnost u sportu jer mogu znatno utjecati i na motoričke sposobnosti poput snage, brzine, agilnosti i izdržljivosti. U pojedinim sportovima razlike u tjelesnoj kompoziciji mogu biti prednost. U nogometu sportaši koji igraju različite pozicije imaju također i različite morfološke profile, npr. braniči imaju izraženu veću tjelesnu visinu i masu dok su krilni napadači u pravilu brži i lakši zbog specifičnosti izvođenja različitih zadataka u igri (Reilly, 2005). Sa velikom sigurnošću kroz faktorski pristup se može utvrditi da je morfologija komponenta sa 4 dimenzije, što nam objašnjava model [strukture morfoloških karakteristika koji se sastoji od 4 morfološka faktora: 1. Longitudinalna dimenzioniranost skeleta, 2. Transverzalna dimenzioniranost skeleta, 3. Volumen i masa tijela i 4.](#)

[Potkožno masno tkivo](#). Slika 5. Prikaz morfoloških faktora (Jukić i sur., 2008)

**1.3. MOTORIČKE SPOSOBNOSTI** *Motoričke sposobnosti* definiramo [kao latentne motoričke strukture koje](#) uvjetuju [beskonačan broj manifestnih motoričkih reakcija](#), one [su](#) mjerljive i moguće ih je [opisati](#). (Findak, 1992). Prema dosadašnjim istraživanjima motoričke sposobnosti ne možemo opisati ili definirati uz pomoć samo jedne ili više latentnih dimenzija. Diobom motoričkih sposobnosti dobivamo kvalitativne i kvantitativne sposobnosti. Kvalitativne su koordinacija, agilnost, ravnoteža te preciznost, dok su snaga, brzina, izdržljivost i gibljivost kvantitativne motoričke sposobnosti. (Meinel, 2007). Bouchard i suradnici (1994.) tvrde da se motoričke sposobnosti dijela na: ? Brzinu – sposobnost izvođenja pokreta u što kraćem vremenu ? Snagu/Jakost – sposobnost generiranja sile ? Izdržljivost – sposobnost sportaša da duži vremenski period održava visoku razinu sportske izvedbe ? Koordinacija – sposobnost sinkronizacije pokreta ? Fleksibilnost – sposobnost koja omogućava određeni opseg pokreta ? Ravnoteža – sposobnost održavanja tijela u stabilnom položaju tijekom pokreta Slika 6. Graf – Faktorska struktura uspješnosti u nogometnoj igri (Milanović, 2005).

**1.3.1. Izdržljivost** Izdržljivost podrazumijeva sposobnost odupiranja umoru i održavanja određenog intenziteta aktivnosti kroz duži vremenski period, također podrazumijeva sposobnost brze rekuperacije nakon aktivnosti. Psihička izdržljivost sportaša dolazi do izražaja kada se odupire podražaju koji ga tjera na smanjenje intenziteta ili prekida aktivnosti, s druge strane [fizička izdržljivost predstavlja](#) sveobuhvatni [otpor](#) cijelog [organizma ili pojedinih dijelova umoru](#) (Weineck, 1999). Willmore i Castillo (2004) navode da se izdržljivost dijeli na dva oblika: ? Aerobna izdržljivost, ona ovisi o sposobnostima kardiovaskularnog sustava da transportira kisik mišićima tijekom sportske aktivnosti niskog do srednjeg intenziteta. Ključna je kod sportaša koji moraju održati visoku razinu izvedbe tijekom duljih vremenskih perioda. ? Anaerobna izdržljivost doprinosi sposobnosti mišića da izvršavaju intenzivne aktivnosti kratkog trajanja kao što je npr. sprint, aktivnost se odvija bez prisutstva dovoljne količine kisika. Ovaj tip izdržljivosti omogućuje sportašu izvođenje eksplozivnih i brzih pokreta unatoč velikom opterećenju u kratkom periodu. Ključna komponenta za sve aktivnosti koje traju duži vremenski period je upravo izdržljivost, njena razvijenost ovisi o kombinaciji faktora genetike i trenažnih metoda (Hoffman, 2002). Dobro razvijena aerobna izdržljivost omogućit će nogometašu održavanje tempa tijekom cijele utakmice, dok će anaerobna izdržljivost omogućiti uspješno izvođenje intenzivnih i kratkih aktivnosti poput sprintanja ili skakanja, također anaerobnu izdržljivost karakterizira stvaranje mliječne kiseline u organizmu te velikog duga kisika. Dug kisika je poznatiji i kao EPOC ( na engl. Excess Post-Exercise Oxygen Consumption), on predstavlja količinu kisika koji je potreban tijelu nakon tjelesne aktivnosti visokog intenziteta kako bi se vratilo u normalno stanje mirovanja. Uključuje nekoliko procesa poput obnove kisika u mišićima i krvi, eliminacije mliječne kiseline iz sustava te obnove glikogena i adenozin trifosfata, tijelo upotrebljava dodatni kisik kako bi se ubrzale metaboličke aktivnosti radi što bržeg oporavka (Brooks, 2000).

**1.3.2. Brzina** Brzinu definiramo kao sposobnost brze reakcije kod izvođenja pokreta, cilj je svladati što veći put u što manjem vremenu. Postoje više tipova brzine, neki od njih su brzina reakcija te pokreta, frekvencija te maksimalna brzina (Milanović, 2013). Brzina je opširan pojam stoga ju moramo konkretnije definirati kroz Bauerove (1990) teorije: ? Podrazumijeva sposobnost identificiranja situacije u što manjem vremenu ? Sposobnost predviđanja događaja u igri u što manjem vremenu ? Sposobnost donošenja brzih odluka ? Sposobnost reakcije na nepredvidive događaje ? Mogućnost izvođenja cikličkih i acikličkih kretanja što većom brzinom ? Sposobnost [djelovanja u igri](#) kroz [kompleksnu upotrebu te-ta](#) te kognitivnih [mogućnosti](#) Također postoji još oblika manifestiranja brzine kao što je brzina promjene smjera u



kretanju, taj oblik brzine nazivamo agilnost i omogućava nam efikasno kretanje u različitim pravcima kroz promjenu pozicije tijela tijekom aktivnosti (Marković, Bradić, 2008). U nogometnoj igri je brzina ključna za uspješnost, nebitno radi li se to o kretanjima sa loptom ili bez, promjeni smjera kretanja ili brzini donošenja odluka (Bompa, 1999).

1.3.3. Gibljivost Sposobnost koja omogućava izvođenje određenog opsega pokreta u zglobovima. Opseg pokreta za svaki zglob je različit u zavisnosti o tome radi li se o statički ili dinamičnom pokretu. Nogometna igra ne zahtijeva da sportaš ima izrazito razvijenu gibljivost osim u zglobovima koljena, stopala, donjeg dijela leđa te kuka gdje je poželjna optimalna fleksibilnost. S druge strane, ako je fleksibilnost mišića previše razvijena može doći do ozljede zbog toga što su fleksibilnost i stabilnost obrnuto proporcionalni čimbenici (Marković, Bradić, 2008). Postoje više dimenzija fleksibilnosti a to su aktivna, pasivna, statička, dinamička, balistička, izometrička te PNF (Proprioceptivna neuromuskularna facilitacija). Prema dosadašnjim istraživanjima aktivna fleksibilnost ima najveću povezanost sa uspješnosti u sportu, pasivna fleksibilnost ima nešto manju povezanost ali također nije zanemariva. Treninzi fleksibilnosti kao nadopuna standardnom treningu u određenom sportu dokazano pridonose prevenciji ozljeda kako u pripremnom tako i u natjecateljskom razdoblju (Marković, Bradić, 2008).

1.3.4. Koordinacija Koordinaciju definiramo kao motoričku sposobnost koja omogućava efikasno i skladno upravljanje pokretima pomoću kojih izvršavamo motoričke zadatke s velikom preciznošću. Milanović (2013) tvrdi da je koordinacija sposobnost izvođenja pokreta na brz i pravilan način kroz rješavanje različitih motoričkih zadataka. Lokomotorni te živčani sustav objedinjuje koordinaciju što omogućava sinkronizirane pokrete tijela. Ova sposobnost je od iznimne važnosti kod nogometaša jer je usko povezana sa tehnikom u nogometnoj igri, kroz planiranje i programiranje trenažnih procesa veliku pažnju treba pridati specifičnoj koordinaciji kako bi što bolje unaprijedili komunikaciju na relaciji središnjeg živčanog sustava s perifernim dijelovima lokomotornog sustava. Bez koordinacije nemoguće je uspješno izvesti bilo kakve zadatke tehničke ili taktičke prirode u nogometu.

1.3.5. Snaga Snagu definiramo kao motoričku sposobnost koja nam omogućuje da savladamo neki otpor kontrakcijom mišića, ključna je za skoro sve sportske aktivnosti zbog toga što nam omogućava generirati silu potrebnu za izvođenje pokreta poput skakanja, sprintanja ili promjene smjera kretanja. Zatsiorski (2001) naglašava da je snaga sposobnost razvijanja sile kroz kontrakciju, dok Bompa (1999) ističe da je snaga temelj za mnoge druge sposobnosti kao što su izdržljivost i brzina. Postoji više dimenzija snage: ? Maksimalna snaga je najveća moguća količina sile koju mišić može razviti tijekom jedne kontrakcije ? Eksplozivna snaga je sposobnost mišića da stvori što veću silu u što manjem vremenu što je krucijalno za aktivnosti poput sprinta ili skoka (Newton, Kraemer, 1994). ? Relativna snaga se odnosi na tjelesnu masu sportaša, ona je izuzetno bitna kod sportova kod kojih je potrebno zadržati visoku razinu intenziteta na optimalnoj tjelesnoj težini (Bompa, 1999).

Slika 7. Grafikon – razni oblici snage u nogometu (Bompa, 1999)

1.4. BIOELEKTRIČNA IMPEDANCIJA Bioelektrična impedancija odnosno BIA (eng. Bioelectrical impedance analysis) je metoda koja se koristi za procjenjivanje sastava tijela s naglaskom na postotak i omjer mišićne mase, masnog tkiva te fluida u tijelu. Analiza funkcionira na temelju prolaska električne struje kroz tijelo koja ovisi o sastavu različitih tkiva – tako će npr. voda i mišići bolje provoditi struju zbog visokog postotka fluida te niskog otpora, a masno tkivo će lošije provoditi struju zbog visokog otpora. Bioelektrična impedancija je potpuno bezopasna te neinvazivna metoda, jednostavna je za korištenje te je često primjenjivana kod sportaša i u medicini za praćenje i analiziranje tjelesne kompozicije (Bucholz, 2004). Po dosadašnjim istraživanjima bioelektrična impedancija pruža iznimno pouzdane informacije o ljudskom tijelu ako je

korištena pravilno. Unatoč velikoj pouzdanosti točnost može varirati o nekoliko faktora kao što su razina hidratacije, vrijeme mjerenja te individualne karakteristike kod sportaša. Osim za sportaše metoda je korisna i za sve druge vrste populacija neovisno o dobi i spolu. Metoda je stekla ogromnu popularnost zbog svoje jednostavnosti, brzine te relativno velike pristupačnosti stoga je integrirana u veliki broj uređaja koji su namijenjeni za kućnu upotrebu, nekadašnje obične vage za mjerenje tjelesne mase su dobile dodatne funkcije i tako postale dijagnostičke vage koje mogu [precizno mjeriti težinu, postotak masti u tijelu, visceralno masno tkivo, indeks tjelesne mase \(BMI\) te postotak mišićnog tkiva](#). Poželjno je pri korištenju takvih uređaja da su certificirani kao medicinski uređaj te da imaju potvrđenu točnost kliničkom validacijom (Kyle, 2004). Slika 8. Prikaz principa rada bioelektrične impedancije (Kyle, 2004) Ključni parametri metode mjerenja bioelektričnom impedancijom uključuju: ? Otpor odnosno rezistenciju - ona se odnosi na sposobnost tijela da se odupire strujanju elektriciteta što je direktno povezano sa količinom vode u tijelu ? Reaktanciju - ona ukazuje na sposobnost stanice da zadrži električne naboje što je direktno povezano sa zdravljem staničnih membrana ? Fazni kut (Phase Angle, PA) – koristi se kao indikator cjelokupnog zdravlja organizma Istraživanja naglašavaju da je bioelektrična impedancija ključna u procjeni zdravlja staničnih membrana preko varijable faznog kuta, na taj način se mogu predvidjeti zdravstveni problemi kao što su sarkopenija odnosno gubitak mišićne mase te se može dobiti uvid u razne druge osjetljivosti na bolesti kod osoba starije dobi. U zadnjih nekoliko godina se ova metoda također koristi kod pacijenata oboljelih od karcinoma te za razna druga medicinska stanja (Cotogni, Monge, 2018).

1.5. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA Krmek (2018) radi istraživanje na temu [razlika morfoloških karakteristika i motoričkih sposobnosti kod mladih nogometaša na području Dubrovačko-neretvanske županije](#). Istraživanje je sprovedeno na 29 nogometaša [u dobi od 12 do 13 godina](#) starosti kroz 10 varijabli morfoloških karakteristika a to su: [tjelesna visina, tjelesna težina, opseg nadlaktice, opseg grudnog koša, opseg potkoljenice, opseg podlaktice, kožni nabor leđa, kožni nabor trbuha, kožni nabor potkoljenice te kožni nabor nadlaktice](#). Motorički testovi koji su korišteni u istraživanju [su sprint na 10 metara, sprint na 20 metara, sprint na 20 metara s loptom, sprint na 60 metara, skok u dalj s mjesta](#), skok u vis odnosno Sargent test, test 93539 sa i bez lopte, ZIG-ZAG test sa i bez lopte te trčanje na 1500 metara. Prikazana je deskriptivna statistika kojom je izračunata [aritmetička sredina, minimum te maksimum, standardna devijacija, skewness i kurtosis](#). Antropometrijske i motoričke varijable definirale su faktorsku strukturu prostora. Dobiveni rezultati nogometaša su komparirani sa rezultatima djece identične starosti koja [se ne bave sportom](#) uopće [ili se bave](#) nekim [drugim](#) sportom. Analizom rezultata definirano je [da ne postoji značajna razlika u tjelesnoj visini između ove dvije skupine](#) entiteta, kod nogometaša su vrijednosti opsega bile izraženije s naglaskom na donje ekstremitete dok su kožni nabori bili naglašeni kod djece koja se ne bave sportom. Kod baterije [testova motoričkih sposobnosti nogometaši su](#) bili znatno bolji [u skoku u dalj s mjesta](#), Sargent testu te testu sprinta na 60 metara. Drugi rezultati u sport specifičnim testovima nisu uspoređivani zbog manjka literature na određenim područjima. Erceg i suradnici (2014) istraživali su mlade hrvatske nogometaše na temu povezanosti [morfoloških karakteristika i motoričkih sposobnosti](#). Uzorak ispitanika [je](#) obuhvaćao 72 nogometaša s prosječnom starosti od 14 godina. Morfološke karakteristike kao što su [tjelesna visina, težina, opseg nadlaktice, opseg podlaktice, opseg prsa, opseg lista, kožni nabori na tricepsu, kožni nabori na leđima, kožni nabori na stomaku te kožni nabori na listu nogu](#) su izmjerene [u sklopu ovog istraživanja](#). Baterija motoričkih testova sastojala se od [sprinta na 5 metara, sprinta na 20 metara](#), Sargent testa odnosno vertikalnog skoka, testa trbušnjaka u 60 sekundi, sklekova, trčanje 93639 te

„Beep“ testa, svi ovi testovi su provedeni kroz istraživanje kako bi se pronašao odgovor na pitanje postoji li povezanost između morfoloških karakteristika i motoričkih sposobnosti kod mladih hrvatskih nogometaša. Statističkom obradom podataka ustanovljeno je da morfološke karakteristike u određenoj mjeri utječu na uspješnost u motoričkim testovima među prethodno predstavljanim ispitanicima. Erceg tvrdi da je razlog zbog kojeg je došlo do takvog rezultata to što ispitanici još uvijek nisu prošli fazu naglog rasta i razvoja koji su uobičajeni za razdoblje sazrijevanja odnosno puberteta, stoga morfologija nije znatno utjecala na motoričke sposobnosti ispitanika. Drugi zaključak je bio da su motoričke sposobnosti unaprijeđene kroz sportski trening izravno utjecale na izvođenje pojedinih testova budući da su motorički testovi ispitivali posebne motoričke sposobnosti pa je baš zbog toga treniranost određenih sposobnosti imala najveći utjecaj, a ne morfološke karakteristike u tolikoj mjeri. Marković i suradnici (2007) su analizirali tjelesne kompozicije 41 profesionalnog nogometaša koji igraju prvu ili drugu ligu te su radili povezanost s motoričkim sposobnostima. Snaga, brzina, fleksibilnost, izdržljivost te morfološke karakteristike su bili ispitivani parametri koji su mjereni idućim testovima: sprint na 5 metara, sprint na 10 metara, sprint na 20 metara, skok u dalj s mjesta, pro-agility test, wingate test, beep test, mjerenje tjelesne visine, težine, postotka masti i mišića. Sportaši su u testovima sprinta postigli vrhunske rezultate s naglaskom na sprintu na 10 i 20 metara što govori da je brzina bila na iznimno visokoj razini, eksplozivna snaga mjerena skokom u dalj je također bila na visokoj razini, kroz pro-agility test su nogometaši pokazali odlične sposobnosti za promjenu smjera kretanja, wingate test je pokazao razvijenost anaerobne izdržljivosti gdje su rezultati bili zadovoljavajući a beep testom je mjerena aerobna izdržljivost koja je bila nešto slabija od anaerobne, morfološke karakteristike su bile na optimalnoj razini što i je uobičajeno za sportaše koji se natječu u elitnim rangovima nogometa. Zaključak istraživanja je da su profesionalni hrvatski nogometaši iznimno dobro pripremljeni u svim aspektima motoričkih sposobnosti te da su im morfološke karakteristike u rangu s ostalim profesionalnim nogometašima.

**2. CILJ RADA** Cilj ovog istraživanja odnosno diplomskog rada je utvrditi postoji li statistički značajna povezanost između morfoloških karakteristika i motoričkih sposobnosti kod mladih nogometaša u dobi od 18 do 20 godina. 2.1. HIPOTEZE 1. H0 – Ne postoji statistički značajna povezanost između morfoloških karakteristika i motoričkih sposobnosti kod mladih nogometaša. 2. H1 – Postoji statistički značajna povezanost između morfoloških karakteristika i motoričkih sposobnosti kod mladih nogometaša. 3. **METODE RADA** 3.1. Uzorak ispitanika Uzorak ispitanika čini 20 nogometaša sa `javascript:void(0);` ko-podravske županije starosti od 18 do 20 godina koji su u najmlađoj kategoriji seniora. 3.2. Uzorak varijabli Uzorak varijabli obuhvaća sve skupa 10 varijabli, odnosno pet varijabli predstavlja mjere morfoloških karakteristika dok drugih pet varijabli prezentiraju razvijenost motoričkih sposobnosti kod ispitanika. 3.2.1. Mjerene morfološke karakteristike Mjerenje morfoloških karakteristika obuhvaćalo je pet dimenzija: ? Tjelesna visina (TV) ? Tjelesna težina (TT) ? Indeks tjelesne mase (ITM) ? Postotak masti (PMA) ? Postotak mišića (PMI) Morfološke karakteristike mjerene su pomoću antropometra, kojim se mjerila tjelesna visina. Za ostale dimenzije mjera morfoloških karakteristika odnosno tjelesnu težinu, indeks tjelesne mase, postotak masti te postotak mišićne mase korištena je OMRON dijagnostička vaga za analizu tjelesnog sastava. Tjelesna visina (TV, eng. Body Height) mjerena je pomoću antropometra, ispitanik je morao bez obuće stati na postolje antropometra naslonjen uz mjerilo na način da su mu pete uz predviđenu oznaku te težina tijela podjednako raspoređena na lijevu i desnu nogu. Glava je postavljena u položaj Frankfurtske horizontale, to je zamišljena ravnina kojom se spaja donji rub orbite i gornja točka zvukovoda u vodoravnom položaju. Slika 9.

Položaj prilikom mjerenja TV Slika 10. Frankfurtska horizontala Ispitanik se pozicionira na način da mu je antropometar postavljen vertikalno uz leđa te da ga antropometar dodiruje u zoni sakruma i interskapularno. Krak antropometra koji je vodoravno postavljen spušta se čvrsto do tjemena glave, visina je mjerena od stopala do najviše točke tjemena. Očitavanje rezultata se vrši u centimetrima te se mjerenje provodi jedan put (Mišigoj – Duraković, 2008). Tjelesna težina (TT, eng. Body Weight) mjerena je uz pomoć digitalne vage gdje su ispitanici stali mirno na vagu bez obuće i sa minimalnom količinom odjeće, težina je raspoređena na oba stopala ravnomjerno (Mišigoj-Duraković, 2008). Mjerenje se izvodilo samo jedanput i rezultat je izražen u kilogramima. Slika 11. Omron dijagnostička vaga BF 511 (Omron-healthcare.com, 2024.) Tjelesna težina jedan je od ključnih čimbenika za optimalnu sportsku izvedbu u nogometu, pogotovo ako govorimo o kontekstu specifičnosti zahtjeva različitih pozicija na terenu. Adaptacija plana i programa treninga te prehrane ključna je za upravljanje tjelesnom težinom. Prehrana koja je bogata bjelančevinama osigurava dobar oporavak i rast mišićne mase, dok su ugljikohidrati zaduženi za opskrbu sportaša energijom pri optimalnoj tjelesnoj težini dok izdržava fizičke napore (Caterisano, 2001). Indeks tjelesne mase (ITM, eng. BMI – Body Mass Index) je omjer korišten za procjenu tjelesne težine u odnosu sa tjelesnom visinom osobe, često je korišten alat kada se radi o kategoriziranju osoba unutar grupa prema tjelesnoj težini. Osobe možemo kategorizirati prema indeksu tjelesne mase na osobe koje su pothranjene, osobe koje imaju normalnu tjelesnu težinu, prekomjernu tjelesnu težinu te osobe koje su pretile. ITM ne mjeri direktno masnoću tijela ali se koristi kao dobar indikator za rizik od razvoja bolesti koje su povezane sa poremećajem kod tjelesne težine, bilo da se radi o višku ili manjku težine (Nutall, 2015). Podatke o tjelesnoj visini smo prikupili u prijašnjem mjerenju pomoću antropometra te smo te podatke unijeli u sustav na dijagnostičkoj vagi koja je nakon izmjerene tjelesne težine izbacila podatke o ITM ispitanika, mjerenje smo proveli samo jedanput i rezultat je izražen u  $\text{kg/m}^2$ . Slika 12. Formula za izračun indeksa tjelesne mase Prema Svjetskoj zdravstvenoj organizaciji, WHO (World Health Organization, 2000) osobe se mogu kategorizirati po grupama s obzirom na njihove vrijednosti ITM-a: ? Pothranjenost: ITM < 18.5 ? Normalna tjelesna težina: ITM 18.5 – 24.9 ? Prekomjerna tjelesna težina: ITM 25 – 29.9 ? Pretile osobe: ITM > 30 Indeks tjelesne mase je danas u svijetu široko prihvaćen ali kod te mjere za procjenu tjelesne kompozicije postoji ograničenje koje uključuje nemogućnost razlikovanja mišićne mase od masne mase u tjelesnom sastavu, to može dovesti do pogrešaka u procjeni kod određenih populacija poput npr. sportaša (Keys, 1972). Postotak masti (PMA ili eng. BF – Body fat) obuhvaća udio tjelesne težine koju čine masti u odnosu na ukupnu tjelesnu težinu, koristi se za procjenu tjelesne kompozicije uz BMI i ostale parametre. Tjelesna mast se može mjeriti metodom mjerenja kožnih nabora pomoću kalipera, hidrostatskim vaganjem, DEXA skeniranjem (dual energy X-ray absorptiometry) ili što je u ovom istraživanju slučaj, bioelektričnom impedancijom koja koristi električne signale za dobivanje informacija. Prije samog mjerenja bilo je potrebno unijeti podatke u sustav dijagnostičke vage kao što su broj godina, spol te tjelesnu visinu. Nakon toga, postotak masti mjereno je na način da je ispitanik bos, bez ikakve obuće stao na vagu te težinu podjednako rasporedio na obje noge unutar površine 4 senzora koji su predviđeni za stopala. Zatim iz kućišta vage s obje ruke ispitanik izvlači ručke sa integriranim monitorom koji prikazuje sve izmjerene parametre dijagnostičke vage, ispitanik ruke drži potpuno opružene paralelno sa tlom ispred sebe na način da mu dlanovi prekrivaju druga 4 senzora na ručkama vage, postupak mjerenja traje dok vaga ne signalizira da je mjerenje završeno. Slika 13. Pravilan položaj tijela tijekom mjerenja sa dijagnostičkom vagom (Omron, 2024). Postotak mišića (PMI, eng. Muscle Mass) je jedan od

pokazatelja fizičke spremre kod sportaša. U nogometu je taj pokazatelj od iznimne važnosti zbog toga što su motoričke sposobnosti poput snage, izdržljivosti te brzine usko povezane sa mišićnom masom. Najjednostavnije objašnjeno, postotak mišića je udio mišićne mase u ukupnoj tjelesnoj masi. Sportaši koji imaju viši postotak mišićne mase imaju veće mogućnosti razvoja eksplozivne snage što je veoma bitno za aktivnosti poput sprinteva, skokova, raznih promjena smjera kretanja te duela. S druge strane mišići služe i kao oblik energetske rezervi te tako pomažu u održavanju visoke razine intenziteta tijekom dužih perioda sportske izvedbe (Jones i sur., 2006). U sportovima visokog intenziteta poput nogometa, sportaši imaju veći postotak mišićne mase u odnosu na prosječnu populaciju, tako u zavisnosti od određenih sportova optimalni postotak mišićne mase za muškarce se kreće u rasponu od 40 % - 50 % od ukupne tjelesne mase (Clarkson, Thompson, 2000). Postotak mišićne mase kod sportaša, a posebno nogometaša je ključan faktor za uspješnost u nogometnoj igri, tako je igraču omogućena visoka razina snage, eksplozivnosti te izdržljivosti. Održavanje optimalnog postotka mišića uz niske razine tjelesne masti pomaže sportašima da poboljšaju i maksimiziraju svoj performans na terenu te preveniraju ozljede. Prije samog mjerenja bilo je potrebno unijeti podatke u sustav dijagnostičke vage kao što su broj godina, spol te tjelesnu visinu. Nakon toga, postotak mišića mjeren je na način da je ispitanik bos, bez ikakve obuče stao na vagu te težinu podjednako rasporedio na obje noge unutar površine 4 senzora koji su predviđeni za stopala. Zatim iz kucišta vage s obje ruke ispitanik izvlači ručke sa integriranim monitorom koji prikazuje sve izmjerene parametre dijagnostičke vage, ispitanik ruke drži potpuno opružene paralelno sa tlom ispred sebe na način da mu dlanovi prekrivaju druga 4 senzora na ručkama vage, postupak mjerenja traje dok vaga ne signalizira da je mjerenje završeno. 3.2.2. Baterija motoričkih testova Motorički testovi provedeni u sklopu ovog diplomskog rada su: ? [Sprint na 10 metara \(S10\)](#) ? [Sprint na 20 metara \(S20\)](#) ? Sargent test (ST) ? T-test agilnosti (TAG) ? Beep test (BT) Testiranje je provedeno na prirodnoj travi uz optimalne uvjete terena na stadionu „Antun Tona Butorac“. Na dan testiranja je vrijeme bilo sunčano sa prosječnom temperaturom od 20 stupnjeva celzijevih. Ispitanici su prije provođenja testiranja dobro zagrijani kroz kontinuirano trčanje, vježbe dinamičke fleksibilnosti te nekoliko vježbi za agilnost i ubrzanje. Prvo su se provodili testovi za eksplozivnu snagu tipa sprinta ([sprint na 10 metara](#) i [sprint na 20 metara](#)) i [test](#) agilnosti (T-test), na kraju je proveden Beep test izdržljivosti. Mjerenje morfoloških karakteristika i test vertikalnog skoka (Sargent test) je provedeno jedan dan prije prethodno navedenih testova. [Sprint na 10 metara](#) – Ovaj [test](#) služi za procjenu [eksplozivne snage tipa sprinta](#) odnosno eksplozivne snage donjih ekstremiteta, potrebno je aktivirati maksimalni broj motoričkih jedinica u danom trenutku i realizirati jednostavno motoričko gibanje (trčanje) gdje glavni otpor predstavlja masa tijela. Procjenjeno trajanje testiranja po jedinici izvođenja sa uključenim ispisom rezultata je oko 20 sekundi. Od pomagala su korišteni čunjevi za označavanje te štoperica i zviždaljka. Test se provodio na nogometnom terenu. Ispitanik prije početka testa stoji u visokom startu te na znak pretrčava označenu dužinu od 10 metara u punom sprintu što brže može. Zadatak završava kada ispitanik prijeđe ciljnu liniju, test se ponavlja 3 puta sa minimalnom stankom od 5 minuta između ponavljanja. Rezultati se pomoću štoperice očitavaju u stotinkama sekunde te se rezultati svih mjerenja upisuju i nakon toga se uzima najbolji rezultat. Slika 14. Test sprinta na 10 metara [Sprint na 20 metara](#) – Ovaj [test](#) služi za procjenu [eksplozivne snage tipa](#) sprinta odnosno eksplozivne snage donjih ekstremiteta, potrebno je aktivirati maksimalni broj motoričkih jedinica u danom trenutku i realizirati jednostavno motoričko gibanje (trčanje) gdje glavni otpor predstavlja masa tijela. Procjenjeno trajanje testiranja po jedinici izvođenja sa uključenim ispisom rezultata je oko

20 sekundi. Od pomagala su korišteni čunjevi za označavanje te štoperica i zviždaljka. Test se provodio na nogometnom terenu. Ispitanik prije početka testa stoji u visokom startu te na znak pretrčava označenu dužinu od 20 metara u punom sprintu što brže može. Zadatak završava kada ispitanik prijeđe ciljnu liniju, test se ponavlja 3 puta sa minimalnom stankom od 5 minuta između ponavljanja. Rezultati se pomoću štoperice očitavaju u stotinkama sekunde te se rezultati svih mjerenja upisuju i nakon toga se uzima najbolji rezultat. Slika 15. Test sprinta na 20 metara Sargent test – to je test koji procjenjuje eksplozivnu snagu tipa skoka odnosno procjenjuje eksplozivnu snagu donjih ekstremiteta kroz vertikalni skok. Potrebno je aktivirati maksimalan broj motoričkih jedinica u vremenu te realizirati motoričko gibanje skoka s glavnim otporom koji je proporcionalan s masom tijela. Procijenjeno trajanje testiranja po izvođenju testa sa upisom rezultata je otprilike 30 sekundi. Od pomagala je korištena centimetarska traka i površina zida minimalnih dimenzija 5m x 3m. Mjesto izvođenja je sportski kompleks na nogometnom stadionu. Startno mjesto testiranja je označeno na tlu u obliku kruga a na zidu je okomito postavljena centimetarska vrpca koju možemo pomicati. Ispitanik stoji na označenom startnom mjestu u sunožnom stavu gdje mu je tijelo bočno okrenuto uza zid sa podignutom rukom. Ispitanik dlan stavlja na površinu zida te ispitivač stavlja centimetarsku traku na vrh prstiju tako da je vrijednost nule na vrhu. Nakon toga se nekoliko centimetara odmiče od zida te iz položaja koji mu je optimalan za skok izvodi vertikalni skok i ispruža ruku koliko može a da pritom dotakne traku na zidu u najvišoj mogućoj točki. Zadatak se završava nakon doskoka ispitanika, test se ponavlja 3 puta zaredom te je mjesto odraza ujedno i mjesto doskoka. Rezultat se mjeri od nulte vrijednosti trake do najviše točke dodira vrhova prstiju. Rezultat je izražen u centimetrima. Ispitivač je dužan kontrolirati da ispitanici budu u ispravnom početnom položaju, pokušaj se ponavlja ako ispitanik prilikom skoka ne dotakne površinu centimetarske trake, mjesto doskoka je potrebno osigurati radi prevencije ozljeda. Slika 16. Faze Sargent testa Beep test – test koji procjenjuje aerobnu izdržljivost odnosno funkcionalne sposobnosti. Procijenjeno vrijeme za izvođenje ovog testa je oko 15 minuta sa upisom rezultata mjerenja. Od pomagala korišten je bluetooth zvučnik za signalizaciju tijekom testa uparen sa mobilnim uređajem, centimetarska vrpca, čunjevi za označavanje te lista za praćenje ispitanika. Ispitivanje je provedeno na nogometnom stadionu sa prirodnom travom. Početni položaj ispitanika je bio visoki start i na zvučni signal je započet test, označeni prostor od 20 metara se pretrčava prvo laganim intenzitetom te tempiranjem kako bi ispitanik u trenutku idućeg zvučnog signala bio unutar markacija. Svaki signal je označavao početak idućeg intervala trčanja. Na kraju svake razine testa ispitanik čuje najavu koja označava višu razinu opterećenja od prethodne. Test se završava kada ispitanik unutar jednog intervala trčanja dva puta zakasni s dolaskom u označene markacije prilikom zvučnog signala (npr. na 10. razini testa ispitanik zakasni 2 puta zaredom na signal). Test se provodi samo jedanput, upis rezultata se vrši numerički ovisno koji je broj istrčanih razina te intervala unutar razina. Svaka razina testa obuhvaća pojedini broj intervala koje imaju istu brzinu trčanja. Npr. ispitanik koji je prošao 5 intervala na 11. razini ostvaruje rezultat 11,5. Brzina trčanja se na svakoj razini povećava stoga se sukladno tome povećava i broj intervala (Vučetić, 2004). Slika 17. Tablica s informacijama Beep testa po razinama T-test agilnosti – test pomoću kojeg se procjenjuje agilnost. Provodimo ga na nogometnom terenu, popularan je zbog svoje jednostavnosti a izgledom formira slovo T. Čunjevi su postavljeni na udaljenosti od 4.57 metara i u istoj su ravnini, linija starta je pod kutom 90 stupnjeva i započinje sa startnim čunjem koji je udaljen 9.14 metara od središnjeg čunja. Ispitanik prije početka testa stoji u visokom startu te na znak zviždaljke kreće u frontalni sprint prema središnjem čunju kojeg mora dotaknuti, nakon

doticanja središnjeg čunja ispitanik se mora bočno kretati prema lijevom ili desnom čunju. Nakon što dotakne drugi po redu čunj kreće se bočno do čunja na suprotnoj strani slova T, zatim se opet vraća na središnji čunj bočno, poslije drugog doticanja središnjeg čunja ispitanik se na startnu poziciju mora vratiti kretanjem unatrag da bi finalizirao test. Za test od pomagala je bila potrebna centimetarska traka, čunjevi te štoperica. Foto-čelije bi naravno bila bolja opcija za izvođenje testa ali ta varijanta nije svima dostupna. Test smo ponovili 3 puta te između ponavljanja je sportaš imao dovoljno dugu pauzu za kvalitetnu rekuperaciju i odmor. Prije izvođenja testa ispitanicima su omogućeni probni pokušaji koji se nisu zabilježili u rezultatima. Rezultati se bilježe uz pomoć štoperice i izraženi su u stotinkama sekunde. Slika 18. T-test agilnosti 3.3. METODE OBRADE PODATAKA Podaci koji su prikupljeni od strane ispitivača obrađeni su programom Statistica 14.0.0.15 kompanije TIBCO Software Inc. za operativni sustav Windows. [Svi statistički testovi](#) provedeni [su na razini značajnosti  \$p < 0.05\$ . ? Deskriptivni pokazatelji koji su korišteni](#) tijekom ovog istraživanja [su: broj ispitanika \(N\), aritmetička sredina \(AS\), standardna devijacija \(SD\), minimalni rezultat \(MIN\) te maksimalni rezultat \(MAX\)](#). ? Kolmogorov – Smirnov test (K-S) je korišten kako bi se testirala normalnost distribucije navedenih podataka ? Za pokazatelj povezanosti [između morfoloških karakteristika i motoričkih sposobnosti kod nogometaša](#) korišten je Pearsonov koeficijent korelacije (r) 4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA Selekcija ispitanika je napravljena prema kriteriju sporta kojim se bave te prema kriteriju dobi. [Svi ispitanici koji su sudjelovali u ovom istraživanju su](#) nogometaši amateri koji se natječu u seniorskoj konkurenciji na području Virovitičko – podravske županije te imaju prijašnje iskustvo igranja u mlađim dobnim kategorijama kroz različite natjecateljske formate. U tablici 1. su prikazani svi deskriptivni pokazatelji varijabli morfoloških karakteristika koji obuhvaćaju uzorak od 20 nogometaša. [Tablica 1. Deskriptivni pokazatelji varijabli morfoloških karakteristika nogometaša](#) [VARIJABLA N AS SD MIN MAX](#)  
**TV (cm)** 20 181.36 6.44 171.8 192.9 **TT (kg)** 20 77.24 9.63 60.9 91.5 **ITM (kg/m<sup>2</sup>)** 20 23.44 2.24 20.4 28.2 **PMI (%)** 20 43.49 2.40 38.5 47 **PMA (%)** 20 14.44 3.12 9.8 21.5 [Legenda: N- broj ispitanika, AS – aritmetička sredina, MIN – minimalni rezultat, MAX – maksimalni rezultat, SD – standardna devijacija, TV – tjelesna visina, TT – tjelesna težina, ITM – Indeks tjelesne mase, PMI – Postotak mišića, PMA – postotak masti](#) Rezultati su pokazali da je prosječna visina svih ispitanika iznosila 181.36 centimetara, najviši nogometaš je visok 192.9 centimetara dok je najniži visok 171.8 centimetara. Kada govorimo o težini prosjek je iznosio 77.24 kilograma, najteži ispitanik je imao 91.5 kilograma dok je nogometaš s najmanjom tjelesnom težinom imao 60.9 kilograma. Prosječan indeks tjelesne mase (BMI) svih ispitanika je 23.44 kg/m<sup>2</sup>, najmanju vrijednost indeksa tjelesne mase iznosila je 20.4 dok je maksimum kod jednog ispitanika bio čak 28.2 kg/m<sup>2</sup>. Prosječan postotak tjelesne mase koju čine mišići iznosio je 43.49 %, najmanji postotak imao je ispitanik sa 38.5 % mišićne mase dok je najveći postotak imao ispitanik sa 47 % mišićne mase. Prosječan postotak tjelesne mase koju su činile masti iznosio je 14.44 %, ispitanik sa najmanjim postotkom u ovoj mjeri imao je 9.8 % masti dok je ispitanik sa najvećim postotkom imao 21.5 % masnih naslaga. Tablica 2. Deskriptivni pokazatelji varijabli motoričkih testova nogometaša [VARIJABLA N AS SD MIN MAX](#) **S10 (s)** 20 1.79 0.14 1.59 2.05 **S20 (s)** 20 3.24 0.20 2.94 3.52 **ST (cm)** 20 56.01 8.34 44.70 70.20 **TAG (s)** 20 10.20 0.75 9 11.30 **BT (razina)** 20 9.3 1.3 7.4 11.5 [Legenda: N- broj ispitanika, AS – aritmetička sredina, MIN – minimalni rezultat, MAX – maksimalni rezultat, SD – standardna devijacija, S10 – sprint na 10 metara, S20 – sprint na 20 metara, ST – Sargent test, TAG – T-test agilnosti, BT – Beep test](#) Analizom rezultata motoričkih testova možemo vidjeti da prosječno vrijeme potrebno za sprint na 10 metara iznosi 1.79 sekundi. Najbolji rezultat je ostvario ispitanik sa vremenom 1.59 sekundi, dok je najsporiji ispitanik

ostvario rezultat od 2.05 sekundi. U testu sprint na 20 metara prosjek vremena na skupu podataka svih ispitanika je iznosio 3.24 sekundi. Najbrži ispitanik je postigao rezultat od 2.94 sekunde za 20 metara, dok je najsporiji ispitanik imao vrijeme od 3.52 sekunde. U Sargent testu prosječna visina vertikalnog skoka iznosila je 56.01 centimetar, najmanje je skočio ispitanik sa rezultatom 44.70 centimetara dok je najveću vrijednost skoka postigao ispitanik sa rezultatom od čak 70.20 centimetara. U T-testu agilnosti je prosjek vremena za izvršavanje motoričkog zadatka bio 10.20 sekundi, najbrži ispitanik je test svladao za 9 sekundi dok je najsporiji ostvario rezultat od 11.30 sekundi. Prosječna razina koja je postignuta u Beep testu je 9.3, najnižu razinu je postigao nogometaš s rezultatom 7.4 a najuspješnije je test odradio ispitanik s rezultatom 11.5. Kolmogorov – Smirnov test je korišten u svrhu određivanja normalnosti distribucije na uzorku ispitanika uključenih u ovo istraživanje koji je pokazao [da su sve varijable normalno distribuirane \( \$p > 0.20\$ \)](#), što možemo uvidjeti u Tablici 3. Tablica 3. [Rezultati Kolmogorov – Smirnov testa za određivanje normalnosti distribucije VARIJABLA N K – S test](#)

TV (cm)	20 p > 0.20	TT (kg)	20 p > 0.20	ITM (kg/m <sup>2</sup> )	20 p > 0.20	PMI (%)	20 p > 0.20	PMA (%)	20 p > 0.20	S10 (s)	20 p > 0.20	S20 (s)	20 p > 0.20	ST (cm)	20 p > 0.20	TAG (s)	20 p > 0.20	BT (razina)	20 p > 0.20							
0.25	0.28	0.25	0.30	-0.22	0.42*	0.45*	0.30	0.38*	-0.41*	0.60*	0.63*	-0.45*	0.50*	-0.55*	PMI (%)	-0.38*	-0.36*	0.46*	-0.40*	0.52*	PMA (%)	0.50*	0.55*	-0.42*	0.47*	-0.60*

**Legenda:** \* - statistički značajno na razini  $p < 0,05$ , S10 – Sprint na 10 metara, S20 – Sprint na 20 metara, ST – Sargent test, TAG – T-test agilnosti, BT – Beep test Povezanost morfoloških karakteristika nogometaša sa testovima koji procjenjuju motoričke sposobnosti analizirana je putem Pearsonovog koeficijenta korelacije ( $r$ ) na razini značajnosti  $p < 0,05$ , rezultati koji su [označeni zvjezdicom prikazuju između kojih je varijabli statistički značajna povezanost](#). Tablica 4. Matrica korelacija između morfoloških karakteristika i rezultata testova koji procjenjuju motoričke sposobnosti nogometaša VARIJABLA S10 (s) S20 (s) ST (cm) TAG (s) BT (razine) TV (cm) 0.25 0.28 -0.25 0.30 -0.22 TT (kg) 0.42\* 0.45\* 0.30 0.38\* -0.41\* ITM (kg/m<sup>2</sup>) 0.60\* 0.63\* -0.45\* 0.50\* -0.55\* PMI (%) -0.38\* -0.36\* 0.46\* -0.40\* 0.52\* PMA (%) 0.50\* 0.55\* -0.42\* 0.47\* -0.60\* **Legenda:** \* - statistički značajno na razini  $p < 0,05$ , S10 – Sprint na 10 metara, S20 – Sprint na 20 metara, ST – Sargent test, TAG – T-test agilnosti, BT – Beep test, TV – tjelesna visina, TT – tjelesna težina, ITM – indeks tjelesne mase, PMI – Postotak mišića, PMA – postotak masti Uvidom u varijablu sprint na 10 metara (S10) možemo zaključiti da povezanost nije dokazana odnosno može biti minimalna. S druge strane tjelesna težina, indeks tjelesne mase koji ima najveću vrijednost te postotak masti su pozitivno povezani sa sprintom na 10 metara na razini značajnosti  $p < 0,05$ , postotak mišića jedini ima negativnu povezanost i rezultat je značajan. Varijabla sprint na 20 metara također je pozitivno povezana s tjelesnom težinom, postotkom masti te iznimno je jaka povezanost sa indeksom tjelesne mase na razini značajnosti  $p < 0,05$ . Postotak mišića s navedenom varijablom ima negativnu povezanost i rezultat je statistički značajan, s tjelesnom visinom povezanost opet nije dokazana odnosno rezultat nije statistički značajan. Sargent test je negativno povezan sa indeksom tjelesne mase te postotkom masti, dok je pozitivno povezan sa postotkom mišića [na razini značajnosti  \$p < 0,05\$](#) . Povezanost tjelesnom visinom i tjelesnom težinom [nije dokazana](#). T-test agilnosti je pozitivno povezan sa tjelesnom težinom, indeksom tjelesne mase te postotkom masti na razini značajnosti  $p < 0,05$ . Sa postotkom mišića postoji negativna povezanost koja je statistički značajna dok povezanost sa tjelesnom visinom nije značajna. Kod Beep testa [rezultati pokazuju da postoji statistički značajna pozitivna povezanost](#) sa postotkom mišića te negativna povezanost sa tjelesnom težinom, indeksom tjelesne mase te postotkom masti [na razini značajnosti  \$p < 0,05\$](#) . 5. RASPRAVA S [obzirom na](#) hipoteze postavljene ranije,



možemo potvrditi da su rezultati istraživanja djelomično potvrdili hipotezu da je povezanost između morfoloških karakteristika i motoričkih sposobnosti kod nogometaša statistički značajna. Morfološke karakteristike poput visine, težine, indeksa tjelesne mase, postotka mišića te postotka masti su bile ispitivane uz motoričke sposobnosti koje su se procjenjivale pomoću testova sprinta na 10 metara, sprinta na 20 metara, Sargent testa, T-testa te Beep testa izdržljivosti na uzorku od 20 amaterskih nogometaša u dobi od 18 do 20 godina. Rezultati su prikazani pomoću matrice korelacija koja je omogućila uvid u odnose između varijabli. Kada govorimo o visini rezultati su pokazali da nema statističke značajne povezanosti ni sa jednim od motoričkih testova iako je zabilježena određena blaga korelacija. Konkretno između visine i rezultata sprinta pokazatelj je blaga pozitivna povezanost, to nam sugerira da viši igrači imaju neznatno lošije vrijeme tijekom sprinta ali ove povezanosti nisu statistički značajne. Ta pojava se može objasniti time što obično visoki igrači imaju duži korak ali imaju nedostatak eksplozivnosti na kraćoj dionici. Negativna povezanost kod Sargent testa i visine ukazuje na to da su viši igrači postizali slabije rezultate u ovom testu ali ni ova povezanost nije statistički značajna. T-test agilnosti je sa visinom ostvario blago pozitivnu korelaciju što nam govori da viši igrači postižu slabije rezultate u testu agilnosti, ali ni ta povezanost nije bila statistički značajna. Kod izdržljivosti odnosno Beep testa također nismo imali nikakvu značajnu povezanost s visinom. Iako vidimo da postoji blaga tendencija koja govori o tome da visina može negativno utjecati na agilnost i brzinu, hipoteza o statistički značajnoj povezanosti visine s motoričkim sposobnostima nije dokazana. Tjelesna težina pokazuje statistički značajnu povezanost s pojedinim motoričkim sposobnostima, naglasak je na sprintu i agilnosti. Pozitivno je povezana s rezultatima sprinta na 10 i 20 metara što nam govori da teži igrači postižu lošije rezultate u testovima sprintanja, povezanosti su statistički značajne a to znači da tjelesna težina igra zaista važnu ulogu kod brzine nogometaša. Postoji negativna korelacija između težine i Sargent testa što sugerira da teži igrači slabije skaču iako rezultat nije statistički značajan. Kod T-testa agilnosti su vidljivi statistički značajni rezultati koji nam dokazuju da igrači sa većom tjelesnom masom postižu lošije rezultate u testovima agilnosti. Kod testova izdržljivosti teži igrači imaju lošije rezultate, to možemo uvidjeti kroz statistički značajnu negativnu povezanost sa Beep testom. Možemo zaključiti da postoji povezanost između tjelesne težine i brzine te agilnosti koja je statistički značajna, tako potvrđujemo hipotezu da veća tjelesna težina negativno utječe na motoričke sposobnosti. Indeks tjelesne mase (BMI) pokazuje statistički značajnu povezanost sa svim motoričkim testovima što nam govori o tome da igrači s višim indeksom tjelesne mase imaju lošije rezultate u sprintu i skoku te da im povišen ITM negativno utječe na agilnost odnosno sposobnosti brze promjene smjera, također negativna povezanost koja je statistička značajna ukazuje na to da imaju slabiju izdržljivost. Na temelju prethodnih rezultata možemo potvrditi hipotezu da je povezanost između indeksa tjelesne mase i motoričkih sposobnosti statistički značajna, to znači da viši ITM negativno utječe na motoričke sposobnosti koje su ključne za uspješnost u nogometu. Mišićna masa je jedan od ključnih čimbenika kada govorimo o motoričkim sposobnostima, što je i dokazano rezultatima. Postoji negativna povezanost između postotka mišića i sprintanja što nam govori da igrači koji imaju veći postotak mišićne mase postižu bolje vrijeme u testovima sprinta, što je ujedno i statistički značajan rezultat. Nogometaš s većim postotkom mišića ima ujedno i veći vertikalni skok što je potvrđeno kroz Sargent test. Kod testa agilnosti imamo statistički značajnu povezanost, negativna korelacija sugerira da veći postotak mišićne mase poboljšava sposobnosti brze promjene smjera. Također je i kod izdržljivosti mišićna masa poželjna u ovom slučaju, pošto rezultati Beep testa ukazuju na to da igrači sa većim udjelom mišićne mase imaju i bolje rezultate u ovom

testu. Možemo potvrditi hipotezu da je udjel mišićne mase u ukupnoj tjelesnoj težini statistički značajno povezan s motoričkim sposobnostima, što znači da veći postotak mišićne mase ide u prilog boljim rezultatima u motoričkim testovima te tako povećava razinu uspješnosti u nogometnoj igri. Značajan utjecaj na motoričke sposobnosti ima i postotak tjelesne masti što možemo vidjeti kroz pozitivnu povezanost sa testovima sprint na 10 i 20 metara, što nikako nije dobro jer nam taj rezultat govori o tome da što je veći postotak masti to su gori rezultati u testovima sprinta. Kod Sargent testa je postojana negativna korelacija koja je također statistički značajna kao i kod svih drugih motoričkih testova kada je u pitanju postotak masti, to znači da veći postotak masti smanjuje skočnost. Kroz pozitivnu korelaciju sa T-testom zaključujemo da veći postotak masti nosi sa sobom i lošije rezultate u testovima gdje je bitna sposobnost brze promjene smjera. Igrači sa većim postotkom masti su također imali i slabiju izdržljivost. Prethodno navedeni rezultati ukazuju na to da je postotak masti statistički značajno povezan s motoričkim sposobnostima, stoga možemo potvrditi hipotezu da veći postotak masti ujedno i negativno utječe na motoričke sposobnosti bitne za sportsku izvedbu u nogometu. Kako bi ove rezultate nogometaša amatera stavili u širi kontekst, moramo ih usporediti s rezultatima profesionalnih nogometaša iz prijašnjih istraživanja koja nam govore o značajnoj [povezanosti između morfoloških karakteristika i motoričkih sposobnosti](#). Bangsbo i sur. (2006) provodi istraživanje koje obuhvaća težinu, ITM te postotak masti kod profesionalnih nogometaša. Usporedbom rezultata autora te rezultata ovog istraživanja možemo zaključiti kako profesionalni nogometaši imaju niže prosjeke indeksa tjelesne mase te im se postotak masti kreće između 7 % i 12 % dok je kod amaterskih igrača taj postotak nešto veći, upravo ova razlika u sastavu tijela utječe na motoričke sposobnosti nogometaša. Ostojić (2000) kroz svoje istraživanje tvrdi da je nizak postotak masti te veliki postotak mišićne mase ključan za agilnost, brzinu i snagu, što odgovara rezultatima ovog istraživanja gdje su ispitanici sa većim [postotkom mišićne mase](#) imali i [bolje rezultate u motoričkim testovima](#) dok su oni sa većim postotkom masti imali slabiju izvedbu. Chamari (2004) navodi da profesionalni nogometaši imaju značajno bolje rezultate u odnosu na amatere u testovima sprinta što možemo potvrditi kroz rezultate istraživanja, profesionalci su bili brži u prosjeku za 0.3 s, to se može objasniti po boljoj fizičkoj spremi te optimiziranom sastavu tijela. Little i Williams (2005) naglašavaju da je agilnost najvažnija sposobnost u elitnom rangu nogometa te da igrači s malim postotkom masti te većom eksplozivnošću uobičajeno postižu i bolje rezultate što je potvrđeno i kroz rezultate ovog istraživanja na temelju negativne korelacije između postotka masti i agilnosti koji sugerira sličan obrazac uspješnosti kao i kod profesionalaca. Wisloff (2004) tvrdi da su sprint i skok usko povezani sa postotkom mišića te postotkom masti što smo u radu i potvrdili. Kada govorimo o izdržljivosti kod igrača, Halgerud (2001) navodi da profesionalci postižu dosta bolje rezultate na beep testu i da se nalaze oko 13. i 14. razine, prosjek kod ispitanika u ovom istraživanju je bio 9.3 što je zaista ogromna razlika te tako opet možemo potvrditi važnost niske razine postotka masti kada je u pitanju izdržljivost. 6. ZAKLJUČAK S obzirom na dobivene rezultate [povezanosti morfoloških karakteristika i motoričkih sposobnosti kod nogometaša](#) možemo zaključiti da težina i indeks tjelesne mase pokazuju negativnu povezanost sa rezultatima motoričkih testova. To nam govori da povećanje tjelesne težine negativno utječe na motoričke sposobnosti poput brzine, agilnosti te izdržljivosti. Postotak masti je također imao veliku povezanost sa motoričkim testovima s naglaskom na sprint i Beep test, što direktno znači da veći postotak masti usporava nogometaša te ga čini manje izdržljivim. Pozitivnu korelaciju s brzinom, eksplozivnosti, izdržljivosti te agilnosti je imao postotak mišićne mase, iz čega se može zaključiti da udjel mišićne mase ima značajnu ulogu kod razine motoričkih

sposobnosti. Potvrđena je hipoteza da [postoji statistički značajna povezanost između morfoloških karakteristika i motoričkih sposobnosti kod](#) nogometaša skoro u cijelosti. Rezultati pokazuju da faktori u ovom istraživanju poput povećane tjelesne težine, većeg indeksa tjelesne mase te većeg postotka masti zaista negativno utječu na izvedbu u motoričkim testovima. Nasuprot navedenim faktorima zaključeno je da višim postotkom mišića u tjelesnom sastavu pridonosimo boljitku rezultata u motoričkim testovima sprinta, agilnosti, izdržljivosti te snage. Prethodno navedeni rezultati sugeriraju da je optimizacija tjelesne kompozicije ključna za poboljšanje svih motoričkih sposobnosti nogometaša. Igrači sa većim postotkom mišićne mase te manjim postotkom [tjelesne masti postižu znatno](#) bolje [rezultate u testovima](#) koji su presudni [za](#) nogometnu izvedbu te uspješnost u nogometnoj igri. Zaključno, kod amaterskih nogometaša je [povezanost između morfoloških karakteristika i motoričkih sposobnosti statistički značajna](#) te su dobiveni rezultati u ovom istraživanju konzistentni s obzirom na prijašnja istraživanja provedena na profesionalnim sportašima. 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40