



UNIVERZITET U NOVOM SADU
FAKULTET SPORTA I FIZIČKOG VASPITANJA

**KORELACIJA IZMEĐU MAKSIMALNE SNAGE
MIŠIĆA PREDNJE I ZADNJE LOŽE BUTA SA
NAPREDNIM PARAMETRIMA EKSPLOZIVNE SNAGE
NOGU KOD PROFESIONALNIH FUDBALERA
ELITNOG RANGA TAKMIČENJA**

Master rad

Mentor : prof. dr Marko Stojanović

Kandidat : Radovan Jovanović

Novi Sad, septembar 2024

SADRŽAJ

1. UVOD	3
2. TEORIJSKI OKVIR RADA	4
3. PRETHODNA ISTRAŽIVANJA.....	4
4. PROBLEM, PREDMET I CILJ RADA	5
4.1 <i>PROBLEM RADA</i>	5
4.2 <i>PREDMET RADA</i>	5
4.3 <i>CILJ RADA</i>	5
5. ISTRAŽIVAČKA HIPOTEZA	6
6. METOD RADA.....	6
6.1 <i>UZORAK ISPITANIKA</i>	6
6.2 <i>UZORAK TESTOVA I MERA</i>	7
6.2.1. <i>TEST ZA PROCENU MAKSIMALNE SNAGE PREDNJE I ZADNJE</i> <i>LOŽE; 7</i>	
6.2.2. <i>TEST ZA PROCENU EKSPLOZIVNE SNAGE DONJIH</i> <i>EKSTREMITETA;.....</i>	8
6.3. <i>PROTOKOL TESTIRANJA</i>	8
7. STATISTIČKE ANALIZE.....	9
8. REZULTATI	9
9. DISKUSIJA	11
10. ZAKLJUČAK.....	13
11. ZNAČAJ RADA ZA TEORIJU I PRAKSU.....	14
12. LITERATURA	15

1. Uvod

Fudbal pripada grupi kolektivnih sportova, kojeg tipično karakterišu kratki intermitentni periodi aktivnosti visokog inteziteta, isprekidanim dugačkim pauzama umerenog do niskog inteziteta. U proseku, profesionalni fudbaler elitnog ranga takmičenja, tokom utakmice u proseku pretrči između 9 i 14km, u zavisnosti od pozicije koju igra, a od toga je između 1 i 3km u distancama visokog inteziteta (Bradley i saradnici 2009, Bangsbo 1992, Mohr i saradnici 2003). Bradley i saradnici (2009) su da se u proseku, periodi sprinta se javljaju na svakih 90-120 sekundi, svaki od njih traje 2-4 sekunde, dok je najčešće predjena distanca manja od 30m u pojedinačnim aktivnostima.

Takođe, profesionalni fudbaleri elitnog ranga takmičenja izvedu 150-250 kratkih eksplozivnih kretnji tokom fudbalske utakmice i naprave 1200-1400 promene pravca kretanja, menjajući aktivnost na svakih 6 sekundi. Najveći broj ovih kretnji su maksimalnog napora na kratkim distancama. Dodatno, prosečna srčana frekvencija je na oko 85% od maksimalne srčane frekvence, dok je prosečna koncentracija laktata u krvi između 2-10 mmol.L (Bangsbo i saradnici 2006, Morgans i saradnici 2014). Trenutna naučna saznanja iz analize takmičarskih zahteva fudbala, ukazuju na to da je neophodan visok nivo pripremljenosti dominantnih motoričko-funkcionalnih sposobnosti kako bi fudbaleri bili u stanju da trpe fiziološko-mehanička opterećenja tokom takmičarskih aktivnosti. Suchomel i saradnici (2016), na osnovu velikog broja studija, utvrdili su da je veći nivo snage kod sportista povezan sa; bržim prirastom sile u jedinici vremena, višim nivoom bazičnim motoričko-funkcionalnim sposobnostima (eksplozivnoj snazi u vertikalnim kretnjama (skokovi), i horizontalnim kretnjama (maksimalne brzine trčanja), promenom pravca kretanja), kao i sport specifičnim postignućem.

Takođe, trenutna literatura sugerise da veći nivo mišićne snage predstavlja osnovu mnogih fizičkih atributa i performansi, tj. da direktnim razvojem snage, indirektno razvijamo i druge sposobnosti, naglašavajući da snaga pozitivno utiče na poboljšanje sveukupnog učinka sportiste.

2. Teorijski okvir rada

Trenažni proces u fudbalu je veoma kompleksan i multifaktorijalan. Sportsko postignuće zavisi od niza motoričko-funkcionalnih sposobnosti, veština, psihološke spremnosti, taktičke i tehničke pripremljenosti. U savremenom trenažnom procesu razvijanje svih dominantnih i relevantnih sposobnosti za dostizanje maksimalnih rezultata nije moguće, već se proces periodizacije organizuje u tzv. Blokovima. Značaj snage kao bazične i fundamentalne motoričke sposobnosti, sa ciljem povećanja sportskog postignuća (Silva i saradnici 2015) i smanjenje rizika od nastanka povreda (Lauersen i saradnici 2013,2018) je čvrsto naučno utemeljen i prepoznat od strane praktičara iz oblasti kondicionog treninga.

Faude i saradnici (2012) su utvrdili da je pravolinijski sprint najjeftinija lokomotorna kretnja iz koje fudbaleri postižu golove, tj. najveći broj pogodaka se postigne u aktivnostima tipa šprinta, naglašavajući da je razvijanje eksplozivno-brzinskih parametara od izuzetnog značaja za razvoj ove sposobnosti, koja je ključna u povećanju sportskog postignuća. Köklü i saradnici (2015), utvrdili su umerenu do visoku korelaciju između testova eksplozivne snage vertikalne projekcije sile (CMJ,SJ) i testova horizontalne projekcije sile (brzine trčanja na 10 i 30m, agilnosti), na uzorku elitnih mladih fudbalera. Trenutna naučna saznanja ukazuju na to da je snaga važan fizički atribut, koji ima značajnu pozitivnu povezanost sa brzinsko-eksplozivnim sposobnostima koji su važni za sportsko postignuće, i da je takođe utvrđena i međusobna povezanost između dominantnih i relevantnih sposobnosti eksplozivne snage, brzine trčanja i agilnosti.

3. Prethodna istraživanja

Giganti sportskih nauka (Wisloff i saradnici 2003.) su među prvima utvrđivali povezanost maksimalnog nivoa snage sa brzinom trčanja i vertikalnim skokom, pronasavši snažnu korelaciju između maksimalnog nivoa snage donjih ekstremiteta i brzinsko eksplozivnih sposobnosti kod profesionalnih fudbalera elitnog ranga takmičenja.

Ranije, Cometti i saradnici (2000) su utvrdili da fudbaleri koji se takmiče u višem rangu takmičenja imaju veći nivo snage i eksplozivne snage, tj. da je to razlika između uspešnih i manje uspešnih sportista.

Comfort i saradnici (2015) su utvrdili visoku korelaciju između apsolutne i relativne snage donjih ekstremiteta sa brzinom trčanja na 5m, eksplozivnom snagom vertikalnih skokova, odnosno brzine trčanja na 20m. Autori su zaključili da je razvoj maksimalne snage nogu od velikog značaja za unapređenje maksimalne brzine trčanja, eksplozivne snage kod mladih elitnih fudbalera, naglašavajući da sportisti sa većim nivoom snage imaju bolje rezultate na testovima brzinsko-eksplozivnih sposobnosti.

Gissis i saradnici (2015) su utvrđivali razlike između snage, eksplozivne snage i maksimalne brzine trčanja, kod različitog nivoa treniranosti elitnih mladih fudbalera, dosavsi do zaključka da nivo snage, eksplozivne snage i brzine trčanja predstavlja determinantu uspešnosti takmičenja u mlađim kategorijama, tj. da sportisti sa superiornijim nivoom snažnih i brzinsko eksplozivnih sposobnosti imaju bolje rezultate i da se takmiče u kvalitetnijoj kategoriji.

Kabacinski i saradnici (2022) na uzorku profesionalnih fudbalera iz Poljske, utvrdili su malu do umerenu korelaciju između snage prednje i zadnje lože buta sa brzinom tračnja, vertikalnim skokovima i agilnosti.

4. Problem, predmet i cilj rada

4.1 Problem rada

Problem rada predstavlja povezanost motoričkih sposobnosti profesionalnih fudbalera elitnog ranga takmičenja.

4.2. Predmet rada

Nivo snage prednje i zadnje lože buta, eksplozivne snage vertikalnog skoka (CMJ) i njenih naprednih parametara (peak force, peak power, deceleration) kod profesionalnih fudbalera elitnog ranga takmičenja.

4.3. Cilj rada

Cilj rada ogledaće se u problem rada, odnosno da li sportisti sa većim nivoom snage prednje i zadnje lože buta imaju veći nivo eksplozivne snage .

5. Istraživačka hipoteza

U odnosu na problem, predmet i cilj rada definisana je hipoteza:

X0 – ne postoje statistički značajna povezanost između nivoa snage prednje i zadnje lože buta i eksplozivne snage donjih ekstremiteta i njenih naprednih parametara

6. Metod rada

Baterija testova za procenu fizičkih sposobnosti sprovedena je tokom zimske pauze a u takmičarskoj 2023/2024 Super lige Srbije u fudbalu. Testiranje je izvršeno u laboratoriji Trenažne ekspertize. Sveukupna procedura testiranja, odnosno prikupljanja podataka izvršena je pod supervizijom redovnog profesora i dva studenta doktorskih studija Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja Univerziteta u Novom Sadu, članova laboratorije Trenažna ekspertiza, sa višegodišnjim iskustvom u testiranju, dijagnostici, praćenju opterećenja kod profesionalnih sportista u kolektivnim sportovima, sa ciljem da se unapredi kvalitet istraživanja. Koristeći savremenu opremu za testiranje (Training System (Kineo) (V7, GLOBUS, Italy) izokinetički uređaj za procenu maksimalne snage nogu, platforme sile za procenu eksplozivne snage donjih ekstremiteta (K-Deltas, Kinvent Inc, Montpellier, France).

6.1. Uzorak ispitanika

Trideset jedan profesionalni fudbaler, članovi prvog tima fudbalskog kluba FK Vojvodina Novi Sad, učestvovalo je u istraživanju. Osnovni antropometrijski podaci prikazani su u tabeli br.1. Kriterijumi za učestvovanje u istraživanju bili su (I) bez povrede u proteklih 4 meseca, (II) bez prehlade u poslednjih 7 dana od datuma testiranja. Svi sportisti su dali dobrovoljnu saglasnost da učestvuju u istraživanju, kao i saglasnost da se rezultati testiranja mogu

koristiti u naučne svrhe, dodatno učesnici su obavešteni o rizicima i benefitima testiranja tj. istraživanja.

	Prosečna vrednost	SD +-
Uzrast	25.1 god	5.19
Telesna masa	79.1 kg	7.22
Telesna visina	184.4 cm	5.70
Procenat masnog tkiva	10.2 %	1.67

Tabela 1. Prosečne vrednosti osnovnih antropoloških karakteristika

6.2. Uzorak testova i mera

6.2.1. Test za procenu maksimalne snage prednje i zadnje lože;

Izokinetčki dinamometar – Procena snage prednje i zadnje lože buta izvršena je testom snage na izoinetičkom uređaju (Training System (Kineo) (V7, GLOBUS, Italy). Uređaj je kalibrisan prema preporukama proizvođača. Za procenu snage mišića prednje lože buta ispitanik započinje test u sedećem položaju, sa fleksijom kuka i kolena od 90 stepeni (sl.1), držeći se sa strane za ručke koje su sastavni deo uređaja. Na komandu testera, sportista započinje test, opružajući koleno sve dok ne dostigne punu ekstenziju kolena (sl.2), nakon koje sporo vraća koleno u početni položaj. Za procenu snage mišića zadnje lože buta, ispitanik započinje test u stojećem položaju, držeći se za ručke koje su sastavni deo uređaja, omogućavajući stabilan položaj ispitaniku, zglob kuka i kolena su u neutralnom položaju (sl.3). Na komandu testera, sportista započinje test, snažno koncentričnom kontrakcijom savijajući potkolenicu sve do 90 stepeni fleksije kolena (sl.4), nakon čega sledi sporo vraćanje u početan položaj. Dobile vrednosti izražene su u kilogramima (kg), nakon čega je primenjena formula za dobijanje maksimalnog obrtnog momenta sile je; dužina poluge X maksimalna vrednost sile X 9,81 m/s, a krajnje vrednosti su izražene u Nm (Njutnmetar). Ispitanici su za prednju i zadnju ložu buta testirani na dve različite ugaone brzine (60/180), sa pasivnim pauzama od 60 sekundi između

desne i leve noge, odnosno 120 sekundi između dve različite ugaone brzine. Svi ispitanici su prvu uradili test prednje lože (ekstenzije kolena), nakon koje je usledio test zadnje lože buta (fleksije kolena).



Slika 1



Slika 2



Slika 3



Slika 4

6.2.2. Test za procenu eksplozivne snage donjih ekstremiteta;

Countermovement Jump – CMJ Ispitanici započinju test u stojećem položaju držeći ruke na kukovima sve vreme tokom trajanja testa. Nakon komande od strane testera, ispitanici započinju test, odlazeći u polučučanj eskcentričnom kontrakcijom, nakon čega ispitanik vertikalno ubrzava, tj skače uvis, brzom koncentričnom kontrakcijom. Ispitanici su imali po 3 pokušaja, sa pauzama od 45 sekundi između svakog ponavljanja. Najbolje detektovani skok izražen u cm, kao i napredni parametri skoka (peak force (KG), peak power (W) , deceleration (KG)) korišćeni su za dalju analizu podataka.

6.3. Protokol testiranja

Procedura testiranja sprovedena je u labaratoriji Trenažne ekspertize u Novom Sadu u ranim jutarnjim časovima. Prvi deo testiranja sproveden je u teretani i taj deo su sačinjavali sledeći testovi : CMJ, Izokinetički test test prednje i zadnje lože buta. Ispitanici su familirizovani sa protokolom testiranja. Testiranju je prethodilo standardizovano zagrevanje koje je trajalo 10-12 minuta i koje se sastojalo iz; vežbi aktivacije mišićnih grupa koji će biti testirani, vežbi dinamičkog istezanja i vežbi veštine doskoka. Tokom svih testova, sportisti su snažno ohrabrivani od strane testera.

7. Statističke analize

Korelacije između navedenih varijabli izračunate su korišćenjem Pearson-ovim koeficijentom korelacija u IBM SPSS Statistics softveru (verzija 29.0.1.0). Prethodno su provereni preduslovi za primenu Pearsonove korelacije, uključujući normalnost raspodele podataka i linearnost odnosa između varijabli. Korelacioni koeficijent r interpretiran je u skladu sa Cohen-ovim smernicama (1988) gde $r=0.10-0.29$ predstavlja slabu korelaciju, $r=0.30-0.49$ srednju, a $r=0.50-1.0$ visoku. Nivo značajnosti postavljen je na $p=0.05$.

8. Rezultati

Rezultati su predstavljeni kao srednja vrednost \pm standardna devijacija (Tabela 2.), dok su korelacije izražene Pearsonovim koeficijentom (r) i nivoom značajnosti (Tabela 3). Pearsonova korelaciona analiza je korišćena za ispitivanje korelacija između mera snage prednje/kvadriiceps (Quadriceps right/left, 60/180) i zadnje lože (Hamstring right/left, 60/180) sa rezultatima testa eksplozivne snage CMJ jump height (visina skoka) i njegovih naprednih parametara (CMJ jump height, CMJ peak force, CMJ peak power, CMJ deceleration). Rezultati su pokazali statistički značajne korelacije između Quadriceps strength left leg 60,180, Quadriceps strength right leg 60,180, Hamstring strength left leg 60, Hamstring strength right leg 60, i CMJ jump height, dok za Hamstring strength left leg 180 i Hamstring right leg 180, nije utvrđena statistički značajna povezanost sa visinom skoka (CMJ jump height).

Snaga kvadriicepsa leve noge merene na 60 stepeni pokazala je umerenu do jaku pozitivnu korelaciju sa CMJ jump height ($r=0.514$, $p<0.05$), CMJ peak force ($r=0.713$, $p<0.001$), CMJ peak power ($r=0.834$, $p=0.001$), i CMJ deceleration ($r=0.600$, $p=0.001$). Snaga kvadriicepsa merena na 180 stepeni takođe je utvrđena umerena do jaka korelacija sa visinom skoka ($r=0.522$, $p<0.05$), CMJ peak force ($r=0.613$, $p<0.001$), CMJ peak power ($r=0.726$, $p<0.001$) i CMJ deceleration ($r=0.507$, $p=0.05$). Snaga kvadriicepsa desne noge merene na 60 stepeni pokazalo je slične rezultate i pozitivnu korelaciju sa visinom skoka ($r=0.534$, $p<0.05$), CMJ peak force ($r=0.715$, $p<0.001$), CMJ peak power ($r=0.792$, $p=0.001$) i CMJ deceleration ($r=0.600$, $p=0.001$), kao i snaga kvadriicepsa merene na 180 stepeni desne noge, koja je isto

pokazalo umerenu do pozitivnu korelaciju sa visinom skoka ($r=0.575$, $p=0.001$), CMJ peak force ($r=0.588$, $p=0.001$), CMJ peak power ($r=0.717$, $p=0.001$) i CMJ deceleration ($r=0.490$, $p=0.05$).

Snaga zadnje lože leve i desne noge pokazala je nešto manju povezanost sa CMJ performansama. Postojala je umerena do jaka korelacija između snage zadnje lože leve noge merene pod 60 stepeni sa visinom skoka ($r=0.372$, $p<0.05$), CMJ peak force ($r=0.539$, $p=0.05$), CMJ peak power ($r=0.546$, $p<0.05$), i CMJ deceleration ($r=0.556$, $p<0.001$), kao i zadnje lože desne noge merenje pod 60 stepeni sa visinom skoka ($r=0.364$, $p<0.05$), CMJ peak force ($r=0.526$, $p<0.05$), CMJ peak power ($r=0.540$, $p=0.05$), i CMJ deceleration ($r=0.587$, $p<0.001$). Snaga zadnje lože pod 180 stepeni nije pokazala značajnu korelaciju sa visinom skoka ni za levu ni za desnu nogu ($p>0.05$), dok je sa ostalim CMJ parametrima zadnja loža leve noge pod 180 stepeni imala umerenu do jaku korelaciju sa CMJ peak force ($r=0.412$, $p<0.05$), CMJ peak power ($r=0.397$, $p<0.05$), i CMJ deceleration ($r=0.491$, $p<0.05$), a zadnja loža desne noge pod 180 stepeni slične rezultate sa visinom skoka ($r=$, $p=$), CMJ peak force ($r=0.485$, $p<0.05$), CMJ peak power ($r=0.438$, $p<0.05$), i CMJ deceleration ($r=0.559$, $p<0.001$).

	CMJ jump height (cm)	CMJ peak force (kg)	CMJ peak power (W)	CMJ deceleration (kg)
Quadriceps strength 60 left leg	$r=0.514$, <0.05	$r=0.713$, <0.001	$r=0.834$, <0.001	$r=0.600$, <0.001
Quadriceps strength 60 right leg	$r=0.534$, <0.05	$r=0.715$, <0.001	$r=0.792$, <0.001	$r=0.600$, <0.001
Quadriceps strength 180 left leg	$r=0.522$, <0.05	$r=0.613$, <0.001	$r=0.726$, <0.001	$r=0.507$, <0.05
Quadriceps strength 180 right leg	$r=0.575$, <0.001	$r=0.588$, <0.001	$r=0.717$, <0.001	$r=0.490$, <0.05
Hamstring strength 60 left leg	$r=0.372$, <0.05	$r=0.539$, <0.05	$r=0.546$, <0.05	$r=0.556$, <0.001
Hamstring strength 60 right leg	$r=0.364$, <0.05	$r=0.526$, <0.05	$r=0.540$, <0.05	$r=0.587$, <0.001
Hamstring strength 180 left leg	$r=0.230$, >0.05	$r=0.412$, <0.05	$r=0.397$, <0.05	$r=0.491$, <0.05
Hamstring strength 180 right leg	$r=0.233$, >0.05	$r=0.485$, <0.05	$r=0.438$, <0.05	$r=0.559$, <0.001

Tabela 3. Povezanost između mišića prednje (Quadriceps strength, leg, right 60/180) i zadnje lože buta (Hamstring strength left, right 60/180) i eksplozivne snage nogu (CMJ height) i njenih naprednih parametara (CMJ peak force, CMJ peak power, CMJ deceleration).

	Prosečne vrednosti	SD +/-
Quadriceps strength left leg 60	253.7 Nm	52.96
Quadriceps strength right leg 60	250.9 Nm	47.38
Quadriceps strength left leg 180	197.6 Nm	35.78
Quadriceps strength right leg 180	200.1 Nm	34.40
Hamstring strength left leg 60	146.1 Nm	26.68
Hamstring strength right leg 60	147.4 Nm	29.74
Hamstring strength left leg 180	126.7 Nm	32.93
Hamstring strength right leg 180	134.1 Nm	39.39
CMJ jump height (cm)	39.6 cm	4.60
CMJ peak force (kg)	204.1 kg	28.94
CMJ peak power (W)	4371.1 W	622.4
CMJ deceleration (kg)	807.1 kg	302.2

Tabela 2. Prosečne vrednosti snage prednje i zadnje lože buta, eksplozivne snage i njenih naprednih parametara

9. Diskusija

Ovo istraživanje je imalo za cilj da utvrdi da li postoji povezanost između maksimalne snage prednje i zadnje lože buta, merene na izokinetičkom uređaju, sa eksplozivnom snagom nogu u testu CMJ i njenih naprednih parametara. Rezultati dobijeni iz ovog istraživanja utvrdili da su da postoji statistički značajna povezanost između maksimalne snage prednje i zadnje lože buta sa eksplozivnom snagom nogu, njenih naprednih parametara, pokazujući umerenu do jaku korelaciju između navedenih varijabli, koji su prikazani u tabeli br.3. Na osnovu dobijenih rezultata možemo zaključiti da je snaga fundamentalni fizički atribut koji ima veliki udeo u ispoljavanju eksplozivne snage i njenih različitih varijabli.

Wisloff i saradnici (2003) ispitivali su povezanost između maksimalne snage nogu, merene preko 1RM izvođenjem vežbe zadnji ćučanj i maksimalne brzine trčanja na 30m,10m i

vertikalnog skoka, kod profesionalnih fudbalera elitnog ranga takmičenja. Autori su utvrdili statistički značajnu povezanost i jaku korelaciju između maksimalne snage nogu i brzine trčanja na 10m ($r=0.94$, $p<0.001$), brzine trčanja na 30m ($r=0.71$, $p<0.01$), odnosno visinom vertikalnog skoka ($r=0.78$, $p<0.02$). Takođe, dodatnom analizom su utvrdili da visina skoka u testu eksplozivne snage vertikalnog skoka ima statistički značajnu povezanost i jaku korelaciju sa brzinom trčanja na 10 i 30m, (0.72 , $p<0.001$), odnosno ($r=0.60$, $p<0.01$). Razlike u veličini korelacije između ispitanika kod Wisloff i saradnika (2003) i ovoj studiji ($r=0.54$, $p<0.05$, $r=0.36$, $p<0.05$) moguće je obrazložiti time da je test maksimalne snage izmerene preko zadnjeg čučnja funkcionalniji test koji spada u grupu testova zatvorenog kinetičkog lanca, tj. specifičniji je i ima veći transfer na motoričke sposobnosti u odnosu na test ekstenzije kolena merenog na izokinetičkom uređaju.

Comfort i saradnici (2015) ispitivali su povezanost između maksimalne snage merene preko 1RM u testu zadnjeg čučnja, sa maksimalnom brzinom na 5 i 20m, eksplozivnom snagom vertikalnog skoka merene testovima CMJ (countermovement jump) i SJ (squat jump). Na osnovu dobijenih podataka autori su utvrdili da postoji statistički značajna povezanosti umerena do jaka korelacije između snage, brzine trčanja i eksplozivne snage. Povezanost između snage i brzine trčanja ($r=-0.519$ to -0.672), takođe između snage i eksplozivne snage ($r=0.619$ to 0.762). Dotano autori su došli da saznaju da je najveća utvrđena korelacija između nivoa apsolutne snage nogu i različitih podfaktora eksplozivne snage, brzine trčanja. Rezultati iz ove studije su slični rezultatima iz istraživanja koji su uradili Comfort i saradnici (2015), blage razlike u visini korelacije između dve studije može se racionalno obrazložiti time da su Comfort i saradnici (2015) maksimalan nivo snage nogu utvrđivali testom zadnjeg čučnja, koji predstavlja funkcionalniji test za procenu snage i ima veći transfer na sport specifične aktivnosti u odnosu na test ekstenzije kolena na izokinetičkom uređaju. Dodatno, Comfort i saradnici (2015) su istraživanje sprovedi tokom takmičarske sezone, za razliku od ovog istraživanja koje se izvršilo tokom zimske pauze, tj. nakon perioda de-treninga. Razlika u visini korelacije između dobijenih podataka od Comfort i saradnici (2015) i Wisloff i saradnici (2003) treba potražiti u uzorku ispitanika, s obzirom na različiti nivo uzrasta ispitanika, međutim treba snažno naglasiti da bez obzira na nivo treniranosti i uzrasta, trening snage, kao fundamentalni fizički atribut predstavlja kamen temeljac u razvoju preostalih dominantnih i relevantnih sposobnosti, kao i da ima uticaj na pozitivan sveukupan uticaj na sportistu (Suchomel i saradnici, 2016).

Kabacinski i saradnici (2022) utvrđivali su korelaciju između izokinetičke snage prednje i zadnje lože mišića buta, sa maksimalnom brzinom trčanja, agilnosti i eksplozivnom snagom nogu na profesionalnih fudbalera elitnog ranga takmičenja. Autori su utvrdili da postoji statistički značajna povezanost između CMJ peak power i snage prednje i zadnje lože buta merene na 180 (r=0.474, p<0.030), što je manje u odnosu na rezultate iz ove studije (r=0.711 to 0.717, p<0.001) za ekstenzore kolena, odnosno slično (r=0.397 to r=0.438, p<0.05) za fleksore kolena. Autori su objasnili da rezultati koje su dobili ovim istraživanjem posledica sprovedenja testiranja tokom pauze u takmičarkoj godini, slično kao što je navedeno u ovoj studiji.

Dosadasnja istraživanja, nedvosmileno ukazuju na to da postoji visoka povezanost između snage i eksplozivne snage, maksimalne brzine trčanja, agilnosti, kao i to da su ove sposobnosti determinantna uspešnosti u sportu, tj povećavaju sportsko postignuće. Nekoliko istraživanja je imalo za cilj da utvrdi pojedinačno učešće mišićnih grupa u izvođenju različitih testova za procenu eksplozivne snage nogu, Kipp i Kim (2023), Krizaj i saradnici (2018).

Kipp i Kim (2023) su utvrđivali različite biomehaničke parametre u testu CMJ eksplozivne snage donjih ekstremiteta. Istraživanje je obuhvatilo širok spektar biomehaničkih parametara, a jedan od njih se odnosio i na vertikalnu silu reakcije podloge, i učešće mišića koji najviše utiču na ovaj parametar. Autori su došli do zaključka da pored mišića soleusa, mišići prednje lože buta imaju značajni udeo u parametru vertikalnoj sili reakcije podloge, koje je važna determinanta visine skoka.

Krizaj i saradnici (2018) su utvrđivali od čega najviše zavisi visina vertikalnog skoka merena testom CMJ, na uzorku fudbalera, i došli od zaključka da je snaga prednje lože, merena u koncentričnom režimu rada na izokinetičkom dinamomteru predstavlja najvažniji parametar koji objašnjava uspešnost u testu CMJ.

10. Zaključak

Iz analize i interpretacije dobijenih parametara, sledi nekoliko zaključaka. U skladu sa ciljevima i zadacima istraživanja, uz proveru prethodno napisane hipoteze izvodi se sledeći zaključak:

- Odbacuje se Hipoteza X_0 koja glasi ne postoje statistički značajna povezanost između nivoa snage prednje i zadnje lože buta i eksplozivne snage donjih ekstremiteta i njenih naprednih parametara

Na osnovu rezultata iz ovog istraživanja, možemo zaključiti da maksimalna snaga mišića prednje zadnje lože buta ima statistički značajnu i umereno do visoku korelaciju sa eksplozivnom snagom nogu kod profesionalnih fudbalera elitnog ranga takmičenja.

11. Značaj rada za teoriju i praksu

Nova istraživanja koja potvrđuju prethodna naučna saznanja, učvršćuju temeljna i bazična znanja iz oblasti sportskih nauka, istovremeno nudeći inovativne i primenljive informacije praktičarima sa ciljem praćenja savremenog dijagnostičkog koncepta. Koristeći napredne parametre eksplozivne snage, izlazeći van tradicionalnog koncepta testiranja, dobijanje novijih informacija omogućava kvalitetnije programiranje, planiranje ali i praćenje nivoa treniranosti sportista.

Značaj rada za praksu ogleda se u tome da sa razvojem snage, podižemo nivo eksplozivne snage, maksimalne brzine trčanja, agilnosti, istovremeno naglašavajući saznanja da snažniji sportisti imaju superiornije rezultate u testovima dominantnih motoričko-funkcionalnih sposobnosti. Trening snage nudi širok spektar benefita koji omogućava razvijanje dve važne komponente u sportskim naukama, sa jedne strane trening snage značajno smanjuje incidencu nastanka od povreda, a istovremeno utiče na poboljšanje sportskog postignuća. Uzimajući u obzir dosadashja istraživanja, kao i praktična iskustva očigledno je da trening snage treba sprovoditi od najranijeg uzrasta, imajući u vidu "win-win" mehanizam, tj dobrobiti treninga snage za celokupan učinak fudbalera.

Praktičari iz oblasti kondicionog treninga trebalo bi snažno da ohrabre primenu treninga snage kod fudbalera različitog uzrasta i nivoa treniranosti, istovremeno usvajajući nova znanja i informacije iz tehnologije trenažnog procesa sa ciljem optimizacije sportskog postignuća.

12. Literatura

- Bangsbo, J.; Mohr, M.; Krstrup, P. Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of Sports Sciences* **2006**, *24* (7), 665–674. <https://doi.org/10.1080/02640410500482529>.
- Bangsbo, J. Time and motion characteristics of competitive soccer. *Science and Football* **1992**, No. 6, 34–42.
- Bradley, P. S.; Sheldon, W.; Wooster, B.; Olsen, P.; Boanas, P.; Krstrup, P. High-intensity running in English FA Premier League soccer matches. *Journal of Sports Sciences* **2009**, *27* (2), 159–168. <https://doi.org/10.1080/02640410802512775>.
- Cometti, G.; Maffiuletti, N. A.; Pousson, M.; Chatard, J. C.; Maffulli, N. Isokinetic strength and anaerobic power of elite, subelite and amateur French soccer players. *International Journal of Sports Medicine* **2001**, *22* (1), 45–51. <https://doi.org/10.1055/s-2001-11331>.
- Comfort, P.; Stewart, A.; Bloom, L.; Clarkson, B. Relationships between strength, sprint, and jump performance in Well-Trained Youth Soccer players. *The Journal of Strength and Conditioning Research* **2014**, *28* (1), 173–177. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e318291b8c7>.
- Faude, O.; Koch, T.; Meyer, T. Straight sprinting is the most frequent action in goal situations in professional football. *Journal of Sports Sciences* **2012**, *30* (7), 625–631. <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.665940>.
- Gissis, I.; Papadopoulos, C.; Kalapotharakos, V. I.; Sotiropoulos, A.; Komsis, G.; Manolopoulos, E. Strength and speed characteristics of elite, subelite, and recreational young soccer players. *Research in Sports Medicine* **2006**, *14* (3), 205–214. <https://doi.org/10.1080/15438620600854769>.
- Kabacinski, J.; Szozda, P. M.; Mackala, K.; Murawa, M.; Rzepnicka, A.; Szewczyk, P.; Dworak, L. B. Relationship between Isokinetic Knee Strength and Speed, Agility, and Explosive Power in Elite

- Soccer Players. *International Journal of Environmental Research and Public Health* **2022**, *19* (2), 671. <https://doi.org/10.3390/ijerph19020671>.
- Köklü, Y.; Alemdaroğlu, U.; Özkan, A.; Koz, M.; Ersöz, G. The relationship between sprint ability, agility and vertical jump performance in young soccer players. *Science & Sports* **2015**, *30* (1), e1–e5. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2013.04.006>.
- Lauersen, J. B.; Andersen, T. E.; Andersen, L. B. Strength training as superior, dose-dependent and safe prevention of acute and overuse sports injuries: a systematic review, qualitative analysis and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine* **2018**, *52* (24), 1557–1563. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099078>.
- Lauersen, J. B.; Bertelsen, D. M.; Andersen, L. B. The effectiveness of exercise interventions to prevent sports injuries: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *British Journal of Sports Medicine* **2013**, *48* (11), 871–877. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092538>.
- Mohr, M.; Krstrup, P.; Bangsbo, J. Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sports Sciences* **2003**, *21* (7), 519–528. <https://doi.org/10.1080/0264041031000071182>.
- Morgans, R.; Orme, P.; Anderson, L.; Drust, B. Principles and practices of training for soccer. *Journal of Sport and Health Science/Journal of Sport and Health Science* **2014**, *3* (4), 251–257. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2014.07.002>
- Silva, J. R.; Nassis, G. P.; Rebelo, A. Strength training in soccer with a specific focus on highly trained players. *Sports Medicine - Open* **2015**, *1* (1). <https://doi.org/10.1186/s40798-015-0006-z>.
- Suchomel, T. J.; Nimphius, S.; Stone, M. H. The importance of muscular strength in athletic performance. *Sports Medicine* **2016**, *46* (10), 1419–1449. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0486-0>.
- Wisløff, U.; Castagna, C.; Helgerud, J.; Jones, R.; Hoff, J. Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players: Figure 1. *British Journal of Sports Medicine* **2004**, *38* (3), 285–288. <https://doi.org/10.1136/bjism.2002.002071>.
- Križaj, J.; Rauter, S.; Vodičar, J.; Hadžić, V.; Šimenko, J. Predictors of vertical jumping capacity in soccer players. *Isokinetics and Exercise Science* **2019**, *27* (1), 9–14. <https://doi.org/10.3233/ies-182138>.
- Kipp, K.; Kim, H. Muscle-Specific contributions to vertical ground reaction force profiles during countermovement jumps: case studies in college basketball players. *The Journal of Strength and Conditioning Research* **2023**, *37* (7), 1523–1529. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000004478>.