

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA ŠPORT

DIPLOMSKO DELO

DARKO BABIĆ

Ljubljana, 2014

UNIVERZA V LJUBLJANI

FAKULTETA ZA ŠPORT

Športna vzgoja

Nogomet

**ANALIZA RAZLIČNIH OBLIK SKOKOV
PRI NOGOMETAŠIH STARIH MED 15 IN 19 LET**

DIPLOMSKO DELO

MENTOR:

dr. Primož Pori, doc

SOMENTOR:

dr. Marko Pocrnjič, asist.

RECENZENT:

dr. Marko Šibila, izr. prof.

AVTOR DELA:

Darko Babić

Ljubljana, 2014

Zahvala

Hvala staršema, ki sta mi omogočila študij, me podpirala pri mojem šolanju in me še nadalje podpirata pri vseh življenjskih odločitvah!

Hvala prijateljem in sošolcem, ki so mi vseskozi stali ob strani in hvala za vso pomoč, ki so mi jo nudili pri ustvarjanju tega dela.

Hvala Morenu Mitroviću za pomoč pri lektorstvu in oblikovanju.

Hvala mentorju doc. dr. Primožu Poriju za potrpežljivost in trud.

Hvala vsem, ki so verjeli vame in me pri tem tudi podpirali.

Izvleček

Ključne besede: nogomet, gibalne sposobnosti, skoki, odrivna moč, ITM, mišica

Naslov diplomskega dela:

ANALIZA RAZLIČNIH OBLIK SKOKOV PRI NOGOMETAŠIH STARIH MED 15 IN 19 LET

Darko Babić

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, 2014

Športno treniranje, Nogomet

Število strani: 69; število slik: 31; število tabel: 10; število virov: 52.

Namen naloge je bil analizirati različne oblike skokov pri nogometaših starih med 15 in 19 let. Raziskava je bila izvedena na vzorcu 58 nogometašev, ki obiskujejo Gimnazijo Ljubljana Šiška v Ljubljani starih med 15 in 19 let. Kvantitativni podatki o skokih na tenziometrijski plošči so bili pridobljeni v maju 2013 na Gimnaziji Ljubljana Šiška s pomočjo profesorja Danila Emberšiča v telovadnici šole. Preizkušanci so izvedli tri testne naloge, s čimer so tvorili tri preizkuse. Prva meritev je zadevala višino vertikalnega odskoka iz počepa na tenziometrijski plošči. Druga meritev je preizkušala višino vezanega skoka s klopi visoke 30 cm (globinski skok). Tretja meritev pa je zadevala tri vezane skoke, kjer je bila izmerjena najvišja dosežena višina. Pri vseh treh testnih nalogah smo skoke izvedli tako z rokami, kot tudi brez uporabe rok. Naprava je izračunala tudi najvišjo doseženo odrivno moč ob odskoku. V analizo so bile zajete dve spremenljivki vertikalnega skoka iz počepa (višina odskoka, štartna (odrivna) moč), globinskega skoka in treh vezanih skokov. Med spremenljivke je bil uvrščen tudi indeks telesne mase vsakega igralca posebej (ang. *Body mass index* — BMI). Med spremenljivke smo šteli tudi starost igralcev. Pri analizi so bili uporabljeni vsi parametrični testi; test ANOVA, Paired Samples T-test, homogenost varianc ter korelacija. Ugotovljeno je bilo, da igralci z uporabo rok dosežejo višjo odrivno višino pri vseh treh skokih. Razlika v odrivni višini je približno šest do sedem centimetrov. Pri analizi indeksa telesne mase je bilo ugotovljeno, da imajo tisti igralci, katerim je bila ugotovljena podhranjenost prve stopnje, za približno 5cm manjšo odrivno višino, glede na normalno težke igralce. Pri tehniki brez rok so najbolje skakali močnejši (debelost 1. stopnje) igralci, pri tehniki z rokami pa so bili v prednosti igralci z normalno težo, kar kaže velik vpliv na odrivno višino in njeno odrivno moč pri odskoku. Pri analizi starostnih skupin smo izvedli korelacijsko analizo, kjer smo ugotovili, da je korelacijski koeficient povsod negativen in šibek, kar kaže na to, da mlajše starostne skupine (letniki 1997) dosegajo nižje višine skokov glede na starejše starostne skupine (letniki 1994) za približno od štiri do pet centimetrov. Da bi preverili kakšen vpliv ima odrivna moč na višino globinskega skoka, smo si zopet pomagali s korelacijsko analizo. Korelacijski koeficient je bil zopet povsod pozitiven in močen. To je hkrati pomenilo, da so razlike velike ter igralci, ki dosežejo večjo odrivno višino, hkrati razvijejo večjo odrivno moč.

Abstract

Keywords: football (soccer), motor abilities, jumps, motive force, ITM, muscle

Title: AN ANALYSIS OF DIFFERENT FORMS OF JUMPS
IN SOCCER PLAYERS BETWEEN 15 AND 19 YEARS OF AGE

Darko Babić

University of Ljubljana, Faculty of Sports, 2014

Sport training, Football (soccer)

Page count: 69; figure count: 31; table count: 10; reference count: 52

The purpose of the thesis was to analyse the various forms of jumps in football (soccer) players between 15 and 19 years of age. The survey was conducted on a sample of 58 footballers who attend the Šiška Grammar school in Ljubljana, aged between 15 and 19 years. Quantitative data regarding jumping on a tensiometric plate (TP) was obtained in May 2013 at the Šiška Grammar school in Ljubljana with the help of head PE teacher Danilo Emberšič in the school gymnasium. Jumpers performed three tasks, which constituted three experiments of our study. The first measurement concerned the height of the vertical kickback from the squat on a TP. The second measurement concerned testing the height of a bounded jump from a 30 cm high stall (*a.k.a.* the deep jump), and the third looked into three bounded jumps, where the best measured height was recorded. In all three tests, the jumping tasks were performed both with hands as well as hands-free. The device additionally calculated the highest recorded motive force achieved at the push of the relevant jump. The analysis incorporated two variables, namely the kickback height, and the starting (motive) force, relevant to the vertical jump from the squat, deep jump and the three bounded jumps. Among the variables used was also the Body Mass Index (BMI) of each individual player, additionally considered was also the players' age. The analysis implemented all the relevant parametric tests: the ANOVA test, Paired Samples T-test, homogeneity of variances and correlation. It was found that the players, when using their hands, reach a higher motive force in all three forms of jumps. The difference in the height of the motive leap is about six to seven centimetres. In the analysis of BMI, we found that malnourished players have by approximately 5 cm lower motive height in relation to the normally weighing players. In the hands-free jumping technique, it was discovered that the best performance was by the heavier players (obesity level 1). With respect to the technique using hands, those players with normal weight performed best, suggesting a major impact on the motive height and the motive force. When analysing the age groups, we performed the correlation analysis where we discovered that the correlation coefficient was ubiquitously negative and insignificant, suggesting that younger age groups (those born in 1997) achieve lower jump heights in comparison to older age groups (those born in 1994), with the difference amount to about four to five centimetres. In order to investigate the impact of motive force onto the height of deep jumps, we once again performed a correlation analysis. The correlation coefficient was consistently positive and significant. This simultaneously implies that the differences are large, and that the players who reach a higher motive height have simultaneously developed greater motive force.

Kazalo vsebine

1. POGlavJE • UVOD	1
1.1 Model sodobne nogometne igre	3
1.2 Model kakovostnega nogometaša	6
1.3 Gibalne in funkcionalne dimenzije kakovostnega nogometaša	9
1.3.1 Koordinacija	11
1.3.2 Gibljivost	12
1.3.3 Hitrost	14
1.3.4 Vzdržljivost	17
1.3.5 Moč	19
1.4 Telesni razvoj nogometaša do 19. leta starosti	23
1.5 Analiza različnih oblik skokov	26
1.5.1 Ekscentrično-koncentrična kontrakcija	27
1.5.2 Fizikalna predstavitev vertikalnega skoka	30
1.5.4 Trije vezani skoki (troskok)	33
1.5.5 Globinski skok	33
1.6 Sestava mišice in njena mehanika	34
1.6.1 Odnos sila/čas	36
1.6.2 Odnos sila/dolžina	37
1.6.3 Odnos sila/hitrost mišice	39
1.7 Predmet in problem dela	40
1.8 Cilji in hipoteze	41
2. POGlavJE • METODE DEla	42
2.1 Preizkušanci	42
2.2 Pripomočki	42
2.3 Postopek	43
3. POGlavJE • REZULTATI	45
3.1 Osnovna statistika meritev	45
3.2 Vpliv uporabe rok na skoke vseh treh oblik	47
3.3 Vpliv ITM na skoke vseh treh oblik	48
3.3.1 Grafični prikaz vpliva ITM na skoke vseh treh oblik	50
3.4 Vpliv starosti na skoke vseh treh oblik	53

3.4.1 Grafični prikaz vpliva starosti na skoke vseh treh oblik	56
3.5 Vpliv odzivne moči na globinske skoke brez in z uporabo rok	59
4. POGlavJE • RAZPRAVA	60
5. POGlavJE • SKLEP	64
6. VIRI	66

Kazalo slik

Slika 1. Model sodobnega kakovostnega nogometaša na podlagi Pocrnjiča (2012)...	8
Slika 2. Nomotetični model delitve gibalnih sposobnosti (Pistotniku, 2011).	10
Slika 3. Model Glavnih členov v verigi anaerobnih alaktatnih energijskih procesov, povzet po Ušaju (2003).	16
Slika 4. Nekateri najpomembnejši omejitveni dejavniki dolgotrajne vzdržljivosti (Ušaj, 2003).	18
Slika 5. Razdelitev vrst moči s treh vidikov (Ušaj, 2003).	20
Slika 6. Scamov model razvoja posameznih bioloških sistemov (prirejeno po Malina, Bouchard in Bar-Or, 2004, op cit Škof, 2007; povzeto po Jordan, 2013) ...	25
Slika 7. Togost tetive in mišice (Dedić, 2009).....	28
Slika 8. Dorzalna tehnika (DT) vertikalnega skoka (Dedić, 2009)	29
Slika 9. Plantarna tehnika (PT) vertikalnega skoka (Dedić, 2009).	30
Slika 10. Faze skoka iz počepa (SJ) in gibanje težišča (x) med skokom.	32
Slika 11. Prikaz strukture skeletnega mišičnega tkiva (di Prampero, 1985).	35
Slika 12. Naraščanje sile v mišici glede na frekvenco akcijskih potencialov (Dedić, 2009).....	37
Slika 13. Spremembe sile glede na dolžino (Herzog, 1994).	38
Slika 14. Prekrivanje aktinskih in miozinskih vlaken (Edman in Regiani, 1987)....	38
Slika 15. Odnos sila: dolžina mišice (Ralston idr., 1947).....	38
Slika 16. Sprememba sile in mehanske moči (sila x hitrost) glede na hitrost gibanja (Strojnik, 1997)	39
Slika 17. Odnos sila : hitrost (Edman, 1988).....	39
Slika 18. Prikaz naprav s katerimi smo merili skoke.	43
Slika 19. Prikaz globinskega skoka s pomočjo rok	43
Slika 20. Prikaz višine vertikalnega skoka iz počepa brez rok v odvisnosti od vrednosti ITM.....	50
Slika 21. Prikaz višine treh vezanih skokov (3 jump) brez rok v odvisnosti od vrednosti ITM.....	50
Slika 22. Prikaz višine globinskega skoka brez rok v odvisnosti od vrednosti ITM.	51
Slika 23. Prikaz višine vertikalnega skoka iz počepa z rokami v odvisnosti od vrednosti ITM.....	52
Slika 24. Prikaz višine treh vezanih skokov (3 jump) z rokami v odvisnosti od vrednosti ITM.....	52
Slika 25. Prikaz višine globinskega skoka brez rok v odvisnosti od vrednosti ITM.	53
Slika 26. Prikaz višine skoka iz počepa brez rok v odvisnosti od starosti.	56
Slika 27. Prikaz višine treh vezanih skokov brez rok v odvisnosti od starosti.....	56
Slika 28. Prikaz višine globinskega skoka brez rok v odvisnosti od starosti.	57
Slika 29. Prikaz višine skoka iz počepa z rokami v odvisnosti od starosti.....	57
Slika 30. Prikaz višine treh vezanih skokov z rokami v odvisnosti od starosti.....	58
Slika 31. Prikaz višine globinskega skoka z rokami v odvisnosti od starosti.	58

1. POGLAVJE • UVOD

Globalna dimenzija načina življenja se nenehno spreminja in eden večjih deležev tega je ravno nogomet. Štejemo ga kot enega najpomembnejših postranskih stvari na svetu, saj združuje vse starostne skupine, od majhnih do večjih ter od mlajših do starejših. Zaradi tega tudi velika večina nogometašev ne dojema nogometa kot del športa, ampak kot način življenja; kot nekaj, brez česar bi se počutili prikrajšano in oslajeno. Povezujejo ga trenerji, igralci, sodniki, gledalci, zaposleni v klubu, sponzorji, novinarji ter nenazadnje tudi mediji, ki dodatno skrbijo za zanimivost in obstoj tega športa. Velikokrat se svet ustavi ravno zaradi nogometa, saj so svetovna, evropska prvenstva ter najmočnejše klubsko-nogometno tekmovanje (liga prvakov) tako razširjeni po svetu, da se v tem času vse vrte okoli nogometa in prireditev kot takih. Mediji in novinarji v tem času polnijo časopise, televizijski sporedi so polni nogometa, nogometni navdušenci pa vse to pridno spremljajo. V tem času se podirajo razni rekordi: od rekorda gledanosti do rekorda prodanih dresov največjega zvezdnika tega športa. Vse ostalo je takrat potisnjeno v ozadje, zato tudi poudarjamo da je nogomet največja "blagovna znamka" športa.

Vsak, ki je del nogometne igre, ima svojega vzornika ali svoje moštvo za katerega navija, drugi spet drugega vzornika ali moštvo, kar kaže da je tekmovalnost pri nogometu še kako prisotna. Ta tekmovalnost se kaže tudi pri dvema trenutno najboljšima igralcema na svetu Messiju ter Ronaldu, katera sta vzor vsem, ki se s to igro srečujejo. Oba pa obenem predstavljata dvojico različnih tipov igralcev: na eni strani velik talent in, na drugi strani, velika mera individualnega dela. Vse to kaže, da te lahko nogomet obdari na več načinov, bodisi s trdim delom, bodisi s talentom, ki ga moraš znati izkoristiti, a v obeh primerih moraš delati to, kar znaš najbolje in ravno v tem je čar nogometa.

Nogomet se je z družbo in gospodarstvom razvijal skozi celotno njegovo zgodovino, kjer je začetke modernega nogometa mogoče zaslediti na britanskem otočju. Spreminjala in razvijala pa se je tudi sama igra, kjer je bil razvoj najbolj viden pri dinamiki igre. V današnjem obdobju ne vidimo tekme, kjer igralci ne bi znali izvesti drsečega posredovanja, igrati na "prvo", izvesti hitrega protinapada, ipd. Vse to so kazalci, da se je dinamika nogometne igre razvila do te mere, da jo je težko izboljšati, zato o dobljenemu dvoboju, prestreženi žogi, doseženemu голу odločajo sekunde. Te sekunde pa lahko pridobimo s tisočimi treningi ter z veliko prelitega znoja.

Elsner (2004) je ugotovil, da tudi sodelovanje v igri oblikuje različne igralne situacije, ki sestavljajo stvarno obliko – model igre na posamezni tekmi. Stolen, Chamari, Castagna in

Wisloff (2005) so ugotovili, da igralec nogometa na tekmi preteče 10–12 kilometrov ter vsakih 90 sekund izvede šprint, ki traja približno 2–4 sekunde. Med samo igro pride tudi do 15 drsečih štartov, 30 podaj ter 10 skokov za žogo. S tem se odzivna moč v nogometu pojavlja v številnih gibalnih akcijah kot so strel na gol, kratkih šprintih, skokih, hitrih spremembah smeri ipd, kakor to opisuje Elsner (2004).

Skok iz počepa (z nasprotnim gibanjem) je tipičen test, kjer lahko analiziramo hitro moč iztegovalk nog. Pri analizi hitre moči iztegovalk nog uporabljamo tudi poskoke z dodatnimi bremenami. Gre za vertikalne troskoke, kjer merjenec začne poskoke s skokom iz počepa (koncentrično) in nadaljuje z dvema poskokoma (ekscentrično-koncentrično). Pri zadnji obliki skoka, katerega bomo uporabili, pa je globinski skok, s katerimi tudi spodbujamo ekscentrično obremenitev. Elsner (2004) je tudi ugotovil, da je pri razvoju vseh treh oblik moči, tj. (i) maksimalne moči, (ii) hitre moči ter (iii) vzdržljivosti v moči, najpomembnejša maksimalna moč, saj pozitivno vpliva tako na hitro moč kot vzdržljivost v moči, o čemer teorizira Strojnik (1997).

V diplomski nalogi bomo analizirali različne oblike skokov pri nogometaših starih med 15 in 19 let ter se spraševali, če na rezultat vertikalnega odziva lahko vpliva zgornji del trupa. Za podrobnejšo razlago k odgovoru na slednje vprašanje bomo izmerili tudi odzivno moč pri vseh treh oblikah skokov. Hara idr. (2005) so namreč dokazali, da skupno delo vertikalnega skoka sestavlja

- ▶ spodnji del telesa, in sicer v vrednosti dveh tretjin ($\frac{2}{3}$), ter
- ▶ zgornji del telesa, in sicer v vrednosti ene tretjine ($\frac{1}{3}$).

Ta raziskava nakazuje, da je uporaba rok pri skokih še kako pomembna, glede na izmerjeno vrednost v skupnem delu vertikalnega skoka. Ugotoviti bomo, torej, skušali tudi povezanost med indeksom telesne mase posameznega igralca in rezultatih skokov ter nadalje ugotovili, če starost merjenca vpliva na rezultate vse treh oblik skokov. Zadnje raziskovalno vprašanje pa bo zadevalo korelacijo med rezultatom globinskega skoka in proizvedeno odzivno silo.

Ne smemo pa tudi pozabiti biološkega in telesnega razvoja, ki je še kako pomemben pri nogometaših v razvoju. Razvojno obdobje mojih merjencev je še kako izpostavljeno spremembam, tako biološkim kot gibalnim, tako da bo naša analiza obenem predvidevala to spremenljivko oz. bo faktorizirala razvojno obdobje subjektov v svojih rezultatih.

Diplomsko delo je sestavljeno na sledeč način: v drugem poglavju predstavljamo in opredeljujemo metode dela, kjer bomo podrobneje predstavili metodološke osnove raziskave, in sicer podamo glavne značilnosti vzorca preizkušancev, ki je vključen v raziskavo (§2.1), navedli in opredelili bomo pripomočke, s katerimi smo opravili preizkuse (§2.2), ter navedli podrobnosti samega postopka eksperimenta. V drugem poglavju predstavljamo rezultate ter razlago raziskave: v tem poglavju opredeljujemo osnovno statistiko meritev (§3.1), vpliv uporabe rok na skoke vseh treh oblik (§3.2), vpliv ITM na skoke vseh treh oblik (§3.3), kar bomo prikazali tudi grafično, vpliv starosti na skoke vseh treh oblik (§3.4), kar bomo zopet podkrepili z grafičnimi prikazi, ter v zadnjem delu (§3.5) raziskali vpliv odzivne moči na globinske skoke, tako brez kot tudi z uporabo rok. V predznanjem poglavju, tj. četrtem, podajamo razpravo raziskavo, katero zaključimo v sklepnem petem poglavju.

Preostanek prvega poglavja v veliki namenjam modelom ter teorijam, ki zadevajo predmet raziskave. Tako v §1.1 predstavljamo model sodobne nogometne igre, v §1.2 predstavljamo model sodobnega in kakovostnega nogometaša. V tretjem naslovu tega poglavja natančno opredeljujemo gibalne in funkcionalne dimenzije kakovostnega nogometaša (§1.3), v §1.4 pa predstavimo telesni razvoj nogometaša do 19. leta, saj je pomen razvoja do tega leta izrazitega pomena za preizkušance v moji raziskavi. Peti naslov prvega poglavja se analitično ukvarja z različnimi oblikami skokov, kateremu sledi fiziološki del (§1.6), kjer opredeljujemo sestavo mišice in mišično mehaniko. V zadnjih dveh delih tega poglavja natančneje opredeljujemo sam predmet in problem diplomske raziskave (§1.7) ter navajamo hipoteze ter cilje, katere skušamo v nalogi doseči (§1.8).

1.1 Model sodobne nogometne igre

Prostor in čas sta v današnjem, torej sodobnem modelu igre, še posebej pomembna in ju moramo vse bolj upoštevati. Počasna igra je minila, skoraj nikjer več je ni opaziti, saj so igralci bolj telesno pripravljani, pozitivno agresivni in tudi boljše organizirani, zato ni več časa za počasno igro. Nogometno igro sedanjosti lahko označimo za dinamično in visoko organizirano, toda tudi kot igro, ki omogoča svobodo in ustvarjalnost igralca. Sodobna nogometna igra mora biti hitra in tekoča. Model igre, v katerem je igra tekoča s hitrimi obrambnimi in napadalnimi akcijami, hitrimi dejanji nogometašev, napadi usmerjenimi na vrata, hitrimi protinapadi, s čim manjšim številom dotikov žoge, torej igra na "prvo", je vedno uspešnejši. Model sodobne nogometne igre se po vsej verjetnosti v bodoče ne bo kaj dosti spreminjal. Analiza aktivnosti igralcev v igri, ko rešujejo osnovne tipične in atipične situacije, kaže, da je nogomet strukturalen ter kompleksen šport, za katerega so značilne oblike cikličnega in acikličnega gibanja. V strukturne enote cikličnega gibanja uvrščamo razne oblike teka in vodenja žoge, v strukturne enote acikličnega gibanja pa udarce ob žogo, sprejemanje in odzemanje žoge, skoke, mete, padanja in podobno. Nekatere strukturne enote pa imajo značilnosti enega in drugega gibanja kot zapisuje Elsner (2004).

Sodobni model igre je način igre, ki ga predstavljajo najmočnejša moštva v Evropi in svetu. Je način medsebojnega sodelovanja igralcev v obeh fazah igre. V okviru tega sodelovanja med igralci obstajajo določene zakonitosti, ki so posledica razvoja nogometne igre. Predstavlja trenutno stanje v razvoju nogometne igre. Nogometno igro sedanjosti lahko označimo za dinamično in visoko organizirano, toda tudi kot igro, ki omogoča svobodo in ustvarjalnost igralca. Tudi v prihodnosti bo igra usmerjena k čim večji ustvarjalnosti posameznikov, vendar podrejeni organizirani igri. Dinamika skupne igre v napadu in obrambi je v veliki meri odvisna od različnih oblik teka. Te zavzemajo tudi večino aktivnosti v igri (šprint, sprememba smeri). Analize nogometne igre potrjujejo, da je večina tekov še vedno srednje in nizke intenzivnosti, da pa s kakovostjo igre raste tudi količina hitrih tekov in šprintov. Tek je v igri povezan z acikličnimi gibalnimi aktivnostmi v napadu (podaja, streljanje, vodenje, sprejemanje žoge, ipd.) in v obrambi (odzemanje, izbijanje). Uspešnost gibanj brez žoge je odvisna od motoričnih sposobnosti, medtem ko je uspešnost gibanj z žogo odvisna tudi od tehnično-taktične ravni znanja (Elsner, 2011).

Če aktivnosti visoke intenzivnosti primerjamo z aktivnostmi nizke intenzivnosti (mirovanje, hoja, lahkoten tek), dobimo razmerje 1:7, oz. z drugimi besedami: na vsake 4 sekunde intenzivnega anaerobnega napora, igralec preživi približno 28 sekund aerobnega napora nizke intenzivnosti kot to ugotavlja Jordan (2013).

Stolen, Chamari, Castagna in Wisloff (2005) so ugotovili, da med 90 minutno igro elitni igralci nogometa pretečejo okoli 10 km ob intenzivnosti, ki dosega 80–90% maksimalnega utripa, kar lahko prištevamo k anaerobni obliki vadbe, kar podrobneje prikazujemo v tabeli 1. Ugotovljeno je, da igralci med tem izvajajo različna dinamična gibanja kot so skoki, strelji, šprinti, obrati, agilne spremembe smeri, drseči štarti in stabiliziranje telesa ter kontrola nad žogo ob pritisku nasprotnika.

V tabeli 1 so prikazane razdalje nogometašev/ic na posameznih igralnih položajih med tekmo v različnih ligah po Evropi, kar povzemamo po Stolenu *ird.* (2005).

Study	Level/country (sex)	n	Distance covered (m) according to playing position, no. of players in parentheses				Method of measurement	
			unspecified	defender	midfielder	attack		
Agnevik ^[12]	Division 1/Sweden (M)	10	10 200				Cine film	
Bangsbo et al. ^[7]	Division 1 and 2/Denmark (M)	14		10 100 (4)	11 400 (7)	10 500 (3)		Video
Bangsbo ^[1]	Elite/Denmark (F)	1	9 500 (1) ^a					Video
Brewer and Davis ^[13]	Elite/Sweden (F)		>8 500					
Eklom ^[3]	Division 1 and 4/Sweden (M)	44		9 600	10 600	10 100		Hand notatio
	Division 2/Germany (M)	10	9 800 (10)					
Helgerud et al. ^[10]	Elite juniors/Norway (M)	10	9 107 (10)					Video
	Training group (M)	9	1 035 (9)					
Knowles and Brooke ^[14]	Professional/England (M)	40	4 834					Hand notatio
Mohr et al. ^[4]	Division 1/Denmark (M)	24	1 033 (24)					Video
	Top team/Italy (M)	18	1 086 (18)					Video
	Combining both teams (M)	42		9 740 (11) CB	11 000 (13)	10 480 (9)		
				10 980 (9) FB				
Ohashi et al. ^[15]	National/Japan (M)	2	9 845 (2)					Trigonometry
	League/Japan (M)	2	10 824 (2)					
Reilly and Thomas ^[9]	Division 1/England (M)	32		7 759 (7) CB	9 805 (11)	8 397 (14)		Tape recorde
		8		8 245 (8) FB				
Rienzi et al. ^[6]	EPL/England (M)	6	10 104 (6)					Video
	International/SA (M)	17	8 638 (17)					
	EPL/SA international (M)	23		8 695 (9)	9 960 (10)	7 736 (4)		
Saltin ^[16]	Non-elite/Sweden (M)	5	12 000					Cine film
Smaros ^[17]	Division 2/Finland (M)	7	7 100 (7)					TV cameras
Thatcher and Batterham ^[18]	EPL first-team/England (M)	12	9 741 (12)					
	EPL U-19/England (M)	12	10 274 (12)					
Van Gool et al. ^[6]	University team/Belgium (M)	7		9 902 (2)	10 710 (3)	9 820 (2)		Cine film
Vianni ^[19]	Level unknown/Russia (M)		17 000					
Wade ^[20]	Professional/England (M)		1 600–5 486					
Whitehead ^[2]	Division 1/England (M)	2		11 472 (1)	13 827 (1)			Hand notatio
	Division 2/England (M)	2		10 826 (1)	11 184 (1)			
	Top amateur/England (M)	2		9 679 (1)	9 084 (1)			
	College/England (M)	2		6 609 (1)	8 754 (1)			
Winterbottom ^[21]	Professional/England (M)		3 361					
Withers et al. ^[5]	National league/Australia (M)	15		10 169 (5) CB	12 194 (5)	11 766 (5)		Video
		5		11 980 (5) FB				
Zelenka et al. ^[22]	Professional/Czech (M)	1				11 500		

a 80-minute game.

CB = central-back; Czech = Czech Republic; EPL = English Premier League; F = female; FB = full-back; M = male; SA = South America; U = under.

TABELA 1. RAZDALJE PRETEČENE NA RAZLIČNIH IGRALNIH POLOŽAJIH NOGOMETAŠEV IN NOGOMETAŠIC MED TEKMO (STOLEN *IRD.*, 2005).

Treba je poudariti, da so v teh analizah v kategorijo hoje vključene tudi aktivnosti nizke intenzivnosti kot so bočno gibanje, vzvratno gibanje ipd. Zanimiv je tudi podatek, da je od skupne opravljene razdalje le približno 50% gibanja premočrtnega, ostalo pa predstavlja vzvratno gibanje, bočno in cik-cak gibanje ter gibanje po krožnici. Med tekmo vrhunski nogometaš v povprečju opravi približno 30–35 šprintov, pri čemer vsak šprint v povprečju

traja 2 sekundi. Najpogostejša razdalja, ki jo nogometaš opravi v šprintu je 10–15 m.

Poleg šprinta igralec na tekmi izvede povprečno 15–20 duelov z nasprotnikom, približno 10 skokov in udarcev z glavo, 40–50 kontaktov z žogo in približno 20 preigravanj ter 30 podaj.

Posebej zanimiv je podatek, da nogometaš v igri povprečno naredi med 600 in 800 različnih obratov, od katerih je več kot 80 % obratov za manj kot 90°. Ta podatek jasno govori o vlogi agilnosti v nogometu. Treba je tudi poudariti, da igralec na tekmi opravi približno 40 naglih zaustavljanj, pri katerih prihaja do zelo intenzivnih ekscentričnih kontrakcij stegenskih mišic kot je to ugotovil Jordan (2013).

Zaradi dolžine tekme je telo odvisno od aerobnega metabolizma, a povprečna delovna intenzivnost, izmerjena kot najvišji srčni utrip, med 90-minutno tekmo je normalno med 80–90% maksimalnega srčnega utripa, kar kaže da je nogomet sestavljen pretežno iz anaerobnih kazalcev vadbe, kar prikazuje tabela 2. Fizično bi bilo nemogoče vzdržati višjo povprečno intenziteto skozi daljši čas med tekmo zaradi laktata v krvi. Zaradi tega igralci potrebujejo med tekmo obdobja manjše intenzivnosti, da odstranijo laktat iz mišic. Zanimivo je tudi, da je razlika (med delavno intenziteto) v času tekme med profesionalnimi in amaterskimi nogometaši zelo majhna ali skoraj nikakršna, z obzirom na to, da imajo profesionalni nogometaši višjo absolutno intenzivnost med samo igro kakor ugotavljamo Stolen idr. (2005).

Study	Level/country (sex)	n	Type of match (min)	HR (beats/min)	HR _{max} (%)
Agnevik ¹²	Division 1/Sweden (M)	1	League (90)	175	93
Ali and Farrally ³³	Semi-professional/Scotland (M)	9	League (90)	172	
	University/Scotland (M)	9	League (90)	167	
	Recreational/Scotland (M)	9	League (90)	168	
Bangsbo ¹¹	League/Denmark (M)	6	League (90)	~159	
	Elite/Denmark (F)	1	International (80)	170	
Brewer and Davis ¹³	Elite/Sweden (F)		League	175 ^a	89–91 ^a
Helgerud et al. ¹⁰	Elite juniors/Norway (M)	8	League (90)		82.2
	Training group/Norway (M)	9	League (90)		85.6
Mohr et al. ³⁴	Division 4/Denmark (M)	9	Friendly (90)	160	
	Division 4/Denmark (M)	16	Friendly (90)	162	
Ogushi et al. ³²	League/Japan (M)	2	Friendly (90)	161	
Reilly ³⁵	League/England (M)		Friendly (90)	157	
Seliger ³⁶	Unknown/Czech (M)		Model (10)	165	80
Strøyer et al. ³⁷	Elite beginning of puberty/Denmark (M)	9	League	175	86.8
	Elite end of puberty/Denmark (M)	7	League	176	87.1
Van Gool et al. ⁶	University/Belgium (M)	7	Friendly (90)	167	

a Indicates an average of three matches.

Czech = Czech Republic; F = female; HR = heart rate; HR_{max} = maximal heart rate; M = male.

TABELA 2. PRIKAZ SRČNEGA UTRIPA IGRALCEV/K MED TEKMO (STOLEN IDR., 2005).

V tabeli 2 so prikazani srčni utripi (tudi maksimalni srčni utrip) igralcev in igralk na različnih tekmah po vsej Evropi med samo igro, kar dokazuje zgoraj navedene trditve.

Kot je razvidno iz tabele 2, je opazna tudi velika variacija med pretečenimi metri pri različnih intenzivnostih (hoja, tek, sprint, itd.). Vidna je tudi razlika med ligami, če primerjamo različne države. Intenzivnost nogometne igre mora biti izražena kot delež maksimalnega srčnega utripa, ki je izražen s številom in trajanjem sprintov ter številom vključenosti z žogo med samo igro.

Analiza aktivnosti mladih je pokazala, da med 60-minutno (U-12 in U-15), oziroma 80-minutno igro (U-17) v povprečju ti igralci opravijo 6.2 km (U-12), 7.1 km (U-15) in 8.6 km (U-17). Če bi tekme trajale 90 minut, se ocenjuje, da bi skupna opravljena razdalja znašala pri dečkih v skupini U-12 približno 8.5 km, pri igralcih v skupini U-15 in U-17 pa približno 10.0–10.5 km. Zanimivo je, da je relativni delež (%) posameznih oblik gibanja (hoja, lahkotni tek, tek, šprint, itd.) v skupni opravljeni razdalji med mladimi podoben tistim, zabeleženim pri odraslih, kot je to ugotovil Jordan (2013).

Med glavne značilnosti nogometne igre sodi tudi medsebojno skupno delo (komunikacija) vseh igralcev. Zato je prepoznavanje najrazličnejših igralnih situacij nujno, saj je to prepoznavanje temeljni pogoj za ustrezno gibalno dejavnost (dvojna podaja: podaja žoge — tek in sprememba smeri — sprejem žoge in nadaljevanje). Reševanje igralnih situacij je tako odvisno od telesne zgradbe, psihičnih in motoričnih sposobnosti ter od specifičnih nogometnih sposobnosti. Te sposobnosti so delno prirojene (zgradba telesa, telesna višina), na del teh sposobnosti pa je mogoče vplivati s transformacijskim procesom h kateremu spadajo vzdržljivost, tehnika ter koncentracija kot o tem teorizira Elsner (2011). Najpomembnejši člen medsebojne motorične komunikacije je igralec, ki upravlja s komunikacijskim sredstvom, tj. žogo. Drugi igralci s svojo gibalno dejavnostjo le pomagajo vzpostaviti medsebojno sodelovanje. Čim bolj dejavni so drugi igralci, katere razumemo kot potencialne kandidate za sprejem žoge, tem lažje se igralec z žogo odloči, s katerim igralcem bo vzpostavil neposredno gibalno komunikacijo. Komunikacijo, ki nastane tedaj, ko igralec, ki upravlja z žogo, predaja le-to soigralcu, imenujemo *komunikacija glavnega kanala* po Elsnerju (2004).

1.2 Model kakovostnega nogometiša

Pocrnjič (1999) kot enega glavnih pogojev za uspešno uresničevanje zahtev sodobne nogometne igre vidi univerzalne sposobnosti igralcev. Model sodobnega nogometiša zajema več sposobnosti, značilnosti in lastnosti:

1. Taktična inteligentnost: smisel za igro, prostorska predstavljalnost, ustvarjalnost, specializacija.

2. Morfološke značilnosti: večja relativna teža, malo podkožne maščobe, telesna višina 170–180 cm.
3. Funkcionalne zmožnosti: anaerobna-aerobna vzdržljivost, kjer aerobno zmožnost razumemo kot pomembnejšo.
4. Konativne sposobnosti: optimalna agresivnost, optimalna anksioznost, trdoživost, sposobnost motiviranja, ipd.
5. Gibalne sposobnosti: koordinacija, eksplozivna moč, hitrost, preciznost.
6. Dinamična tehnika: upravljanje z žogo, hitrost vodenja žoge, hitrost spremembe smeri.

Elsner (2011) ugotavlja, da je uspeh v katerikoli športni dejavnosti, torej tudi v nogometu, odvisen od več dejavnikov, ki so med seboj neločljivo povezani. V grobem vse dejavnike lahko strnemo v tri skupine:

- zunanji dejavniki,
- notranji dejavniki,
- razvojni proces

Med zunanje dejavnike štejemo med drugim vrednotenje nogometa v družbi, znanstvena in strokovna dognanja, poklicno dejavnost, materialna sredstva itd.

K notranjim dejavnikom pa pripisujemo osebne dispozicije, konstitucija, gibalne sposobnosti, tehnično-taktične sposobnosti, psihične lastnosti, vedenjske lastnosti in prav posebej zdravstveno stanje igralca.

Pri razvojnem procesu pa štejemo dva dejavnika, in sicer učni proces in proces treninga, pri čemer je najpomembnejši cilj oblikovanja posameznika.

Elsner (2004) je ugotovil, da sta model igralca in model igre neločljiva, kar zadeva vedno nove izboljšave značilnosti, lastnosti, intelektualnih ter gibalno-funkcionalnih sposobnosti. Modela, ki bi upošteval vse ali vsaj večino dejavnikov, še ni niti v monostrukturnih športih, kaj šele v polistrukturnih športih, kakršen je nogomet. Igralec naj bi imel kompleks sposobnosti in lastnosti v okviru psihosomatičnega statusa, kjer gre za kombinacijo nekaterih morfoloških značilnosti ter nekaterih sposobnosti energijskega in informacijskega potenciala v povezavi s specifičnimi nogometnimi gibanji, da bi dosegli kakovostno sodelovanje igralca v igri. Izhodišča za nogometaša, pri katerem je glavne morfološke značilnosti, motorične in intelektualne sposobnosti mogoče strniti v naslednjem:

- ▶ v okviru morfoloških značilnosti prevladuje kompaktnejša morfološka konstitucija z zmerno ali nekoliko večjo relativno težo ob dopustni večji variaciji telesne višine;
- ▶ eksplozivna moč in hitrost v povezavi s sposobnostjo upravljanja žoge (energijski potencial);
- ▶ specifična anaerobno-aerobna vzdržljivost (energijski potencial);

- ▶ sodelovanje v igri (informacijski potencial).

Ko govorimo o modelu nogometaša, govorimo o športniku, ki ima optimalno izražene tiste sposobnosti, značilnosti in lastnosti, ki so nujne za uspešno sodelovanje v sodobni nogometni igri, kot to ocenjuje Pocrnjič (1999).



SLIKA 1. MODEL SODOBNEGA KAKOVOSTNEGA NOGOMETAŠA NA PODLAGI POCRNIČA (2012).

Slika 1 prikazuje model sodobnega nogometaša, ki so razdeljeni na taktično inteligentnost, morfološke značilnosti, funkcionalne sposobnosti, dinamično tehniko, konativne lastnosti ter gibalne sposobnosti. Teoretični model sodobnega kakovostnega nogometaša smo povzeli po Pocrnjiču (2012).

Tukaj imamo v mislih predvsem temeljne morfološke ter gibalno-funkcionalne lastnosti nogometaša. Nogomet ne zahteva izrazito specifične telesne zgradbe. Tako je lahko telesna višina ter telesna teža posameznih igralcev zelo različna. Povprečna višina nogometašev je okrog 181 cm, povprečna masa pa znaša okrog 75 kg. Vratarji ter srednji branilci so v povprečju nekoliko višji od ostalih igralcev, tako znaša povprečna višina vratarjev okrog 187 cm, masa pa okrog 83 kg. Odstotek telesne maščobe je pri vrhunskih nogometaših izredno nizek in znaša v povprečju okrog 10% (Marković in Bradić, 2008).

1.3 Gibalne in funkcionalne dimenzije kakovostnega nogometaša

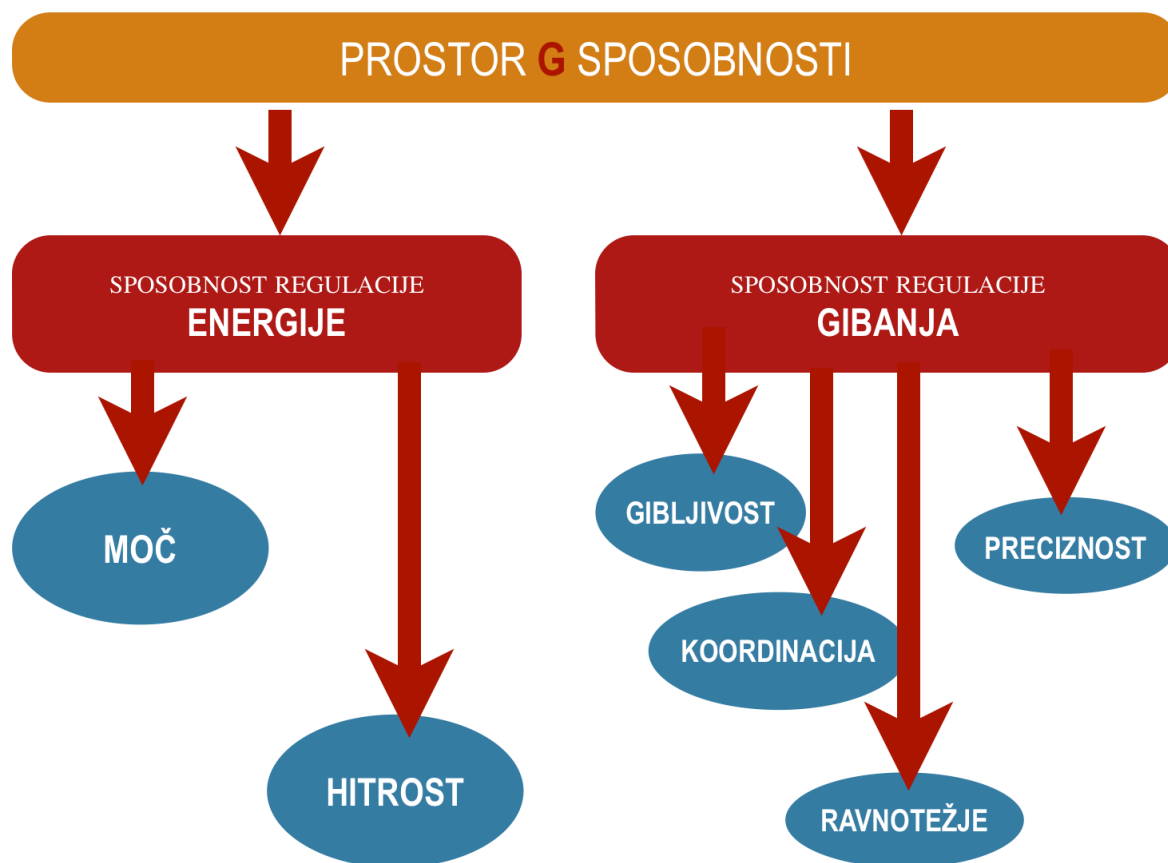
Motorične dimenzije, ki jih po Elsnerju (1979) pojmuje kot telesne sposobnosti in so neposredno odgovorne za realizacijo gibalnih akcij človeka, so med najpomembnejšimi dimenzijami, ki vplivajo na uspešnost v nogometu.

Gibanje človeka pri dnevnih opravilih, profesionalnem delu in pri športu je odvisno od njegovih gibalnih sposobnosti pa tudi od njegovih značilnosti in spretnosti (znanj). **Sposobnosti** (ang. *abilities*) so naravne danosti človeka, ki so odvisne od nivoja delovanja različnih upravljaljskih sistemov v njegovem telesu in predstavljajo zmožnosti izkoristka teh potencialov pri doseganju zastavljenih gibalnih ciljev. Značilnosti (oz. lastnosti; ang. *characteristics*) so tisti elementi, ki opredeljujejo videz človeka ter njegove reakcije na okolje in od katerih je odvisna njegova samopodoba ter gibalna učinkovitost. Spretnosti (oz. znanja; ang. *skills*) pa predstavljajo z učenjem (vadbo) pridobljene gibalne obrazce, katerih realizacija bazira na sposobnostih in značilnostih človeka (npr. dva z enakimi sposobnostmi, a z različnimi telesnimi značilnostmi, bosta isto gibanje izpeljala različno), kot to opredeljuje Pistotnik (2011).

Pistotnik (2011) nadalje navaja, da so gibalne sposobnosti, tako kot tudi druge človekove sposobnosti, v določeni meri prirojene, v določeni meri pa tudi pridobljene. To pomeni, da so človeku že z rojstvom dane osnovne zasnove, ki opredeljujejo stopnjo, do katere se bodo sposobnosti lahko razvile ob njegovi normalni rasti in razvoju. Z rojstvom dane možnosti v razvitosti gibalnih sposobnosti pa se lahko v določeni meri preseže z ustrezno gibalno aktivnostjo oz. s t. i. treningom. Za gibalno sposobnost, poimenovano hitrost, se na osnovi raziskav predvideva, da je človeku prirojena približno v 95% (h^2 oz. Holtzingerjev koeficient dednosti tako znaša 0.95), kar pomeni, da se lahko s treningom nanjo vpliva le v 5% obsegu, glede na dano osnovo. Nasprotno temu pa je gibalna sposobnost, poimenovana moč, prirojena le v manjši meri, tj. v 50% ($h^2=0,50$) in se jo zato lahko s treningom razvije še enkrat toliko, kolikor se je že premore, kar pomeni da bodo tudi učinki vadbe pri razvoju moči vidni v krajšem času in v večjem obsegu. Glede na predstavljeno se gibalni podsistem v prvi vrsti deli na

- ▶ sposobnost za regulacijo energije in na
- ▶ sposobnost za regulacijo gibanja.

Sposobnost za regulacijo energije omogoča optimalen izkoristek energijskih potencialov pri izvedbi gibanja. Sposobnost za regulacijo gibanja pa je odgovorna za oblikovanje, uresničevanje in nadziranje izvedbe gibalnih nalog v prostoru in času. Tema dvema sekundarnima gibalnima sposobnostma, ki delujeta na nivoju centralnega živčnega sistema (v nadaljevanju: CZS) je podrejeno šest primarnih ali osnovnih gibalnih sposobnosti, ki se jih lahko prepozna v gibalnem izrazu oz. v izvedbi gibanja posameznika — to pa so moč, hitrost, gibljivost, koordinacija, preciznost in ravnotežje.



SLIKA 2. NOMOTETIČNI MODEL DELITVE GIBALNIH SPOSOBNOSTI (PISTOTNIKU, 2011).

Slika 2 opisuje nomotetični model delitve gibalnih (G) sposobnosti, ki se delijo na sposobnost regulacije energije (moč, hitrost) in na sposobnost regulacije gibanja (giblјivost, koordinacija, ravnotežje, preciznost), kar povzemamo po Pistotniku (2011).

Primarne ali osnovne gibalne sposobnosti se navznoter delijo še na večje ali manjše število pojavnih oblik, ki natančneje opredeljujejo posamezno sposobnost. Tako se npr. moč deli še na tri osnovne pojavne oblike, in sicer na eksplozivno moč, repetitivno moč in statično moč. Na osnovi prikazanega lahko zaključimo, da gibalni podsistem sistema človeka ni enostaven, temveč je sestavljen iz primarnih in sekundarnih gibalnih sposobnosti in je hierarhično urejen. Osnovne gibalne sposobnosti in njihove pojavne oblike pa vplivajo ena na drugo ter tako omogočajo večjo kvaliteto gibalnega izraza. Učinkovitost gibanja je namreč odvisna od sinergije vseh gibalnih sposobnosti in od dobrega delovanja ostalih podsistemov sistema človek (Pistotnik, 2011).

1.3.1 Koordinacija

Koordinacija je sposobnost učinkovitega oblikovanja in izvajanja kompleksnih (tj. sestavljenih in zapletenih) gibalnih nalog. Kaže se v učinkoviti uskladitvi časovnih in prostorskih elementov gibanja. Pri tem morata v telesu potekati dva procesa:

- načrtovanje gibalnega programa in
- njegovo uresničevanje (v okviru zastavljenega načrta ali pa s sprotnimi popravki, ki jih zahteva okolje v katerem se gibanje izvaja).

Pistotnik (2011) navaja tudi osnovne značilnosti koordiniranega gibanja, in sicer:

- pravilnost (natančnost oz. ustreznost izvedbe gibov),
- pravočasnost (časovna usklajenost gibov-ustrezno zaporedje gibov),
- racionalnost (ekonomičnost izvedbe gibov),
- izvirnost (samoiniciativnost v prilagajanju gibanja različnim zahtevam),
- stabilnost (zanesljivost; identičnost izvedbe v ponavljanjih-stalnost)

Ušaj (2003) pa definira naslednje vrste koordinacije (pojavnne oblike):

1. Sposobnost hitrega opravljanja zapletenih in nenaučenih motoričnih nalog.
2. Sposobnost opravljanja ritmičnih motoričnih nalog (ritmičnost).
3. Sposobnost pravočasne izvedbe motoričnih nalog (*timing*).
4. Sposobnost reševanja motoričnih nalog z nedominantnimi okončinami (lateralnost).
5. Sposobnost usklajenega gibanja zgornjih in spodnjih udov.
6. Sposobnost hitrega spreminjanja smeri gibanja (agilnost).
7. Sposobnost natančnega zadevanja cilja.
8. Sposobnost natančnega vodenja gibanja.

Pojavnne oblike Pistotnik (2011) razlikuje predvsem po načinu obdelave informacij v centralnem živčnem sistemu. Obdelava informacij, ki jih človek sprejema iz okolja in iz lastnega telesa, je lahko:

SIMULTANA (PARALELNA, HKRATNA, ISTOČASNA). Informacije iz vseh sprejemnikov (eksteroreceptorjev in interoreceptorjev) ter iz gibalnega spomina se obdelajo hkrati in na njihovi osnovi se oblikuje celoten gibalni program (to so aciklična gibanja, ki se ne ponavljajo, oz. njihovi deli).

SUKCESIVNA (SERIALNA, POSTOPNA, ZAPOREDNA). Informacije prihajajo v sistem postopno, ena za drugo in se glede na zaporedje obdelujejo, na njihovi

osnovi pa se tvorijo dopolnilni in korekcijski programi, ki omogočajo reševanje trenutnih problemov (ciklična gibanja, v katerih se gibi ponavljajo z različnimi spremembami).

HIBRIDNA (SESTAVLJENA, MEŠANA). Povezuje oba načina obdelave informacij glede na potrebe vadečega

V nogometu se največkrat pojavlja hibridna oblika obdelave informacij, saj je v nogometu prisotna tako cikličnost kot acikličnost posameznih gibov ali celostnih gibov.

OMEJITVENI DEJAVNIKI so prisotni prav pri vseh gibalnih sposobnostih, ki posredno ali neposredno vplivajo na razvoj gibalnih sposobnosti in nenazadnje tudi na izvedbo določenih gibalnih nalog, V našem primeru so to različna dinamična gibanja kot so skoki, streli, sprinti, obrati, agilne spremembe smeri, drseči starti ter stabiliziranje telesa in kontrola nad žogo ob pritisku nasprotnika.

Ušaj (2003) ugotavlja, da se koordinacija pojavlja v različnih oblikah, ki nimajo skupnega, ne glede na to lahko z vidika biološke (fiziološke) podlage najdemo za vse vrste koordinacije skupna izhodišča. Pri psiholoških omejitvenih dejavnikih je CŽS osrednje mesto, pomembno za koordinacijo, prav tako pa tudi razum in čustva, ni težko doumeti, da so različna psihološka stanja pomembna za uspešno koordinacijo. Pri tem je vsekakor najpomembnejša predštartna trema, katera lahko pozitivno ali negativno, tj. usodno, učinkuje na koordinacijo.

Koordinacija ima zelo pomembno vlogo pri orientaciji nogometaša v prostoru ter v okoliščinah, kjer nogometaš izgubi ravnotežje, med te okoliščine sodijo razni skoki, pristanki, hitra zaustavljanja ter kontakti z nasprotnikom. Koordinacijo štejemo za zelo pomembna ne le za perfektno izvedbo tehničnih in taktičnih nalog v nogometu, ampak tudi za njihovo uporabo v nenavadnih situacijah, kamor, na primer, sodi nepredvidljiv teren in nepričakovane poteze nasprotnika. Stopnja razvitosti koordinacije se kaže kot sposobnost izvajanja gibov različnih zahtevnosti hitro, natančno, učinkovito in pravilno v skladu z določeno nalogo (Bompa, 2009). Nogometna tehnika je tako v veliki meri odvisna od sposobnosti koordinacije. Uspešno izvajanje specialnih nogometnih gibanj z žogo, in brez nje, zahteva visoko razvitost te kompleksne gibalne sposobnosti, kot to ugotavljata Marković in Bradić (2008).

1.3.2 Gibljivost

Ušaj (2003) je ugotovil, da je gibljivost sposobnost izvedbe gibov z veliko amplitudo in je pomembna z vidika specifične aktivnosti v nogometni igri. Pistotnik (2011) opredeljuje gibljivost (fleksibilnost) kot gibalno sposobnost izvajanja velikih razponov (amplitud) gibov v sklepih ali sklepnih sistemih posameznika, v našem primeru nogometaša. Predstavlja tudi pomemben dejavnik optimalne telesne pripravljenosti nogometaša. Na osnovi mnogih raziskav, ki so obravnavale to področje človekove gibalne izraznosti, bi se spoznanja lahko strnila v zaključke, ki poudarjajo pomembnost gibljivosti v človekovem življenju. Ugotovljeno je bilo sledeče:

- ▶ Primerna stopnja gibljivosti je dejavnik splošnega dobrega počutja človeka, saj je zmožnost mišične sprostitve, ki je pogojena tudi z ustreznijo stopnjo gibljivosti, v tesni povezavi z zmanjšanjem psihične napetosti (tj. večja psihična umirjenost).
- ▶ Z zmanjševanjem telesne aktivnosti se slabša splošna sposobnost za delo. Z neaktivnostjo se namreč zmanjšuje gibljivost in zaradi tega lahko velikost razpona gibov pade celo pod raven, ki je nujna za izvajanje vsakdanjih opravil.
- ▶ Zmanjšana gibljivost vpliva na siromašenje gibalne izraznosti človeka, tj. na tiste prvine, ki predstavljajo pomemben dejavnik v polnosti življenja vsakega posameznika.
- ▶ Pri mlajših starostnih skupinah je skoraj 80% bolečin v križu predvsem posledica zmanjšanja gibljivosti v nekaterih sklepih gibalnega aparata.
- ▶ Gibljivost je pomembna kvaliteta pri izvajanju vseh športnih aktivnosti, predstavlja pa tudi pomemben dejavnik pri izražanju ostalih gibalnih in funkcionalnih sposobnosti (koordinaciji, moči, hitrosti, preciznosti, vzdržljivosti ipd.).

Po Ušaju (2003) ima tudi gibljivost omejitvene dejavnike, ki vplivajo na samo gibljivost. Ti so razdeljeni po sledečem vrstnem redu:

1. *Anatomski dejavniki* – Navadno predstavljajo meje obsežnosti gibov (zgradba sklepov, kosti, elastičnost kit in sklepnih ovojnica ter najrazličnejših vezivnih tkiv med mišičnimi fascikli in koža so tisti dejavniki, na katere ne moremo vplivati)
2. *Fiziološki dejavniki* – Gre predvsem za uspešnost delovanja refleksnih lokov. Najbolj značilni so tisti loki, ki uravnavajo medmišično koordinacijo, saj skrbijo za sproščanje antagonističnih mišic v trenutkih, ko so aktivne agonistične mišice. Poseben pomen v povezavi z gibljivostjo pa ima refleks na raztezanje, ki je posledica delovanja mišičnih vreten. Refleks mišičnega vretena se sproži ob raztezanju mišice in refleksno poveča njeno napetost (tonus).
3. *Starost in spol* – Nekje do starosti 15–16 let se gibljivost celotnega telesa načeloma povečuje, kasneje pa postopno zmanjšuje. Ženske so v povprečju bolj gibljive od moških.
4. *Mišična in telesna temperatura* – Gibljivost v vseh sklepih in raztegljivost mišic se povečujeta s povečano telesno temperaturo, ravno nasprotno pa je pri ohlajanju telesa.
5. *Dnevni biološki ritem* – Aktivnost ČŽS je različna v različnih delih dneva. Ta vpliv se prenaša na delovanje žlez, ki izločajo hormone in deloma vplivajo tudi na gibljivost. Tako je ugotovljena največja amplituda gibov med 10. in 11. uro zjutraj ter med 16. 17. uro, medtem ko je zmanjšana amplituda gibov v jutranjih urah.
6. *Pomanjkanje mišične moči* – Moč in gibljivost si nista v nasprotju. Obe sposobnosti sta odvisni predvsem od različnih dejavnikov, zato je mogoč vpliv vadbe na eno ali drugo. Pri uporabi vaj za povečanje gibljivosti, pri katerih s pomočjo krčenja enih mišic (agonistov) raztegujemo druge (antagoniste), je zelo pomembno, kakšni sta moč in raztegljivost obeh skupin mišic. Problem je tipičen pri eni skupini velikih mišic, ki

deluje antagonistično eni skupini šibkejših mišic (*quadriceps femoris* : *biceps femoris*). Omenjena nesorazmernost je omejitveni dejavnik zaradi povečane nevarnosti poškodbe šibkejše verige in slabše raztegljivosti močnejše.

7. *Utrujenost* – Utrujenost zmanjšuje raztegljivost mišice predvsem zaradi njene zmanjšane sposobnosti sprostitve.
8. *Stres* – Glede na to, da čustvena vzbujenost vpliva tudi na vzdraženje motoričnih centrov CŽS in na aktivnost nekaterih hormonskih žlez, lahko sklepamo, da vpliva tudi na gibljivost. Primerno nizek stres tako vpliva na večjo presnovo v mišicah in večjo temperaturo, prevelik stres pa lahko povzroči preveliko vzdraženost mišic, zato večjo togost in manjšo raztegljivost.

Nogomet ne zahteva ekstremno razvite gibljivosti v nobenem sklepu telesa. Za nogomet je pomembna optimalna gibljivost v kolčnem, kolenskem in skočnem sklepu ter v spodnjem delu hrbtenice. Za vratarje je še pomembna gibljivost ramenskega sklepa. Ne zadostno gibljivost v naštetih sklepih nog onemogoča izvedbo hitrih gibov, kot so šprinti, udarci žoge in spremembe smeri gibanja. Raziskave so pokazale večjo pojavnost poškodb mišic pri nogometaših s slabšo gibljivostjo teh mišic. Dokazano je, da dopolnilni trening gibljivosti v pripravljalnem in tekmovalnem obdobju zmanjšuje tveganje za nastanek poškodb v nogometu. Po drugi strani pa ima lahko pretirana gibljivost v nekaterih sklepih (predvsem gležnju) za posledico nezadostno stabilnost sklepa, zaradi česar se poveča tveganje za nastanek poškodbe med treningom ali tekmo (Marković in Bradić, 2008). Vse navedeno nakazuje na pomembnost optimalnega razvoja gibljivosti v nogometu, kot to argumentira Jordan (2013).

1.3.3 *Hitrost*

Hitrost kot gibalno sposobnost opredelimo kot največjo hitrost gibanja, ki je posledica delovanja lastnih mišic. Pri tem je najpogosteje mišljena hitrost cikličnih gibanj, posebej teka, manj pa hitrost enkratnih gibov, na primer zamaha ali skoka, in acikličnih gibanj, ki je bolj posledica hitre moči. Poznamo tudi več različnih oblik hitrosti, ki jih Ušaj (2003) razvrsti na komponente hitrosti, ki jih poimenuje

- ▶ hitrost odziva,
- ▶ hitrost posamičnega giba,
- ▶ najvišja frekvenca gibov,
- ▶ štartna hitrost ter
- ▶ najvišja hitrost.

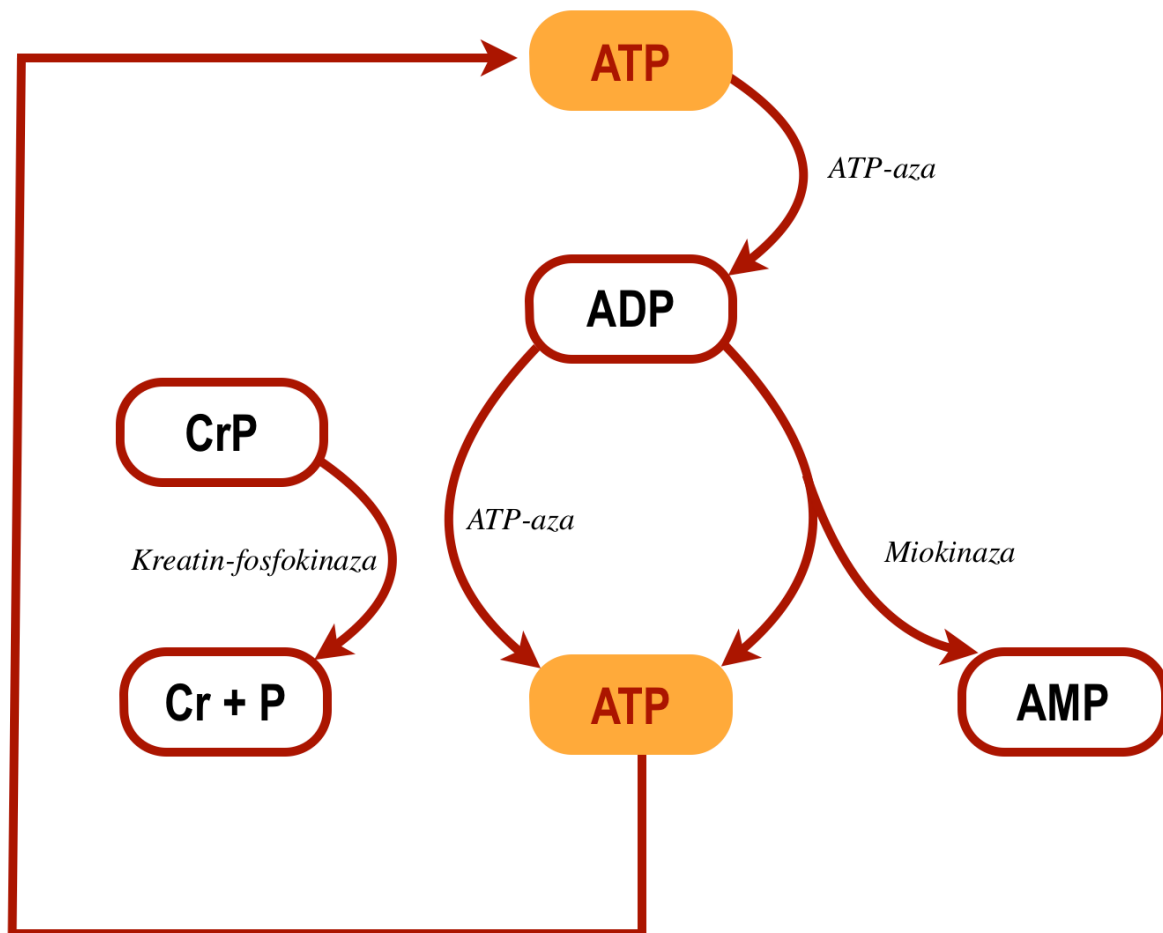
Pistotnik (2011) opisuje, da je hitrost od vseh gibalnih sposobnosti v največji meri odvisna od dednih lastnosti, saj njen koeficient (h^2 , Holtzingerjev koeficient dednosti) znaša preko 0.90.

To vsekakor kaže na majhne možnosti, da bi se s treningom vplivalo na njen razvoj, saj jo lahko razvije le še okoli 10% vrednosti glede na prirojene danosti.

OMEJITVENI DEJAVNIKI pri hitrosti so po Ušaju (2003) naslednji:

- ▶ *Reakcijski čas.* Odziv na neki dražljaj je sestavljen iz več faz. Najprej je treba dražljaj zaznati z receptorji. Vidni dražljaj zaznamo z očmi. Takšno zaznavanje je pomembno ravno pri nogometu, kjer prihaja do nenadnih sprememb v okolju (gibanje na igrišču, gibanje cilja, soigralca, ...). Hitrost razpoznavanja je v tej fazi zelo pomembna, predvsem v zapletenih položajih. Podajanje žoge soigralcu v gibanju je zelo zapleteno z vidika razpoznavanja, saj so pomemben razpoznavni objekt soigralci in nasprotnikovi igralci
- ▶ *Zmogljivosti premagovanj zunanjega odpora.* Pod zunanjim odporom mislimo predvsem na premagovanje sile teže (maso lastnega telesa) ter zračni upor. Obe vrsti upora sta z vidika hitrosti in moči povezane s hitro močjo. Ta mogoča hitro pospeševanje in doseganje višje hitrosti ter (ali) v krajšem času enake hitrosti.
- ▶ *Tehnika – koordinacija, sproščenost in gibljivost.* Ne glede na enostavnost ali zapletenost je pri visoki hitrosti vsako gibanje zapleteno, posebej tedaj, ko se pojavijo prvi znaki utrujenosti. Pravilna tehnika in stil sta zato ključnega pomena. V ta namen ju je treba izvajati v zelo različnih razmerah, tudi v razmerah utrujenosti
- ▶ *Biokemični dejavniki.* Izmed biokemičnih dejavnikov, ki dokaj neposredno določajo stopnjo največje hitrosti, je vsekakor hitrost razgradnje obeh glavnih goriv: ATP in CrP. ATP se razgrajuje s pomočjo encima miozinske ATP-aze. Ta encim je najpomembnejši izmed biokemičnih dejavnikov, ki določajo mišično krčenje. Drugi zelo pomemben dejavnik, ki določa intenzivnost razgradnje CrP, je encim kreatinfosfokinaza. K intenzivnosti razgradnje omenjenih goriv prispeva pomemben delež še encim miokinaza, ki tvori najpomembnejši člen v razgradnji ADP v AMP.
- ▶ *Motivacija.* Tudi tu velja pravilo kot pri koordinaciji, saj je hitrost gibov in gibanja vedno tudi koordinacijski problem, in sicer, da je potrebna pravšnja mera motivacije (vzbujenosti centralnega živčnega sistema), sicer ta negativno vpliva na hitrost.

Biokemično realnost omejitvenih dejavnikov, katero smo navedli v predzadnji točki zgoraj, še podrobneje opredeljujemo grafično v sliki 3 na naslednji strani.



SLIKA 3. MODEL GLAVNIH ČLENOV V VERIGI ANAEROBNIH ALAKTATNIH ENERGIJSKIH PROCESOV, POVZET PO UŠAJU (2003).

Slika 3 prikazuje člene v verigi anaerobnih alaktatnih energijskih procesov med katerimi je najpomembnejša ATP-aza.

Ne smemo pa pozabiti, da je pri nogometu zelo pomembna **agilnost**, ki je največkrat omenjena kot podskupina hitrosti. Z vidika pomembnosti za nogometno igro velja izpostaviti delitev agilnosti glede na način gibanja nogometaša, kot to zagovarja Pori (2007):

- I. frontalna agilnost (naprej-nazaj),
- II. lateralna agilnost (bočno v levo in desno),
- III. horizontalno-vertikalna agilnost (različni poskoki).

Pori (2007) je agilnost definiral kot sposobnost hitrih sprememb gibanj v prostoru in času brez izgubljanja ravnotežja, hitrosti ter kontrole telesa. Največkrat pa jo obravnavamo kot kombinirano gibalno sposobnost, ki je sestavljena predvsem iz moči, hitrosti in koordinacije. Čoh in Hofman (2003) ugotavljata da se glavni učinek pri izboljšanju agilnosti kaže zlasti v

povečanem nadzoru telesa v prostoru in času.

Če smo prej opisali, kakšen je model sodobnega nogometa in kakovostnega nogometaša, lahko trdimo, da je agilnost zelo pomembna komponenta prav tega. Vemo, da prihaja do različnih oblik gibanj med samo igro, kjer je pomembna hitrost. Ravno ta sposobnost hitrih sprememb gibanj v prostoru predstavlja agilnost, katero lahko razvijamo ob treningih razvoja hitrosti.

1.3.4 Vzdržljivost

V športu tolmačimo vzdržljivost kot sposobnost upiranja organizma proti utrujenosti pri dolgotrajnem športnem udejstvovanju določene intenzivnosti. Z razvojem vzdržljivosti pa želimo med naporom ohranjati čim večjo učinkovitost dela in povečati odpornost na utrujenost pri naporih, ki se izvajajo v različnih, tudi škodljivih pogojih zunanjega okolja (Elsner, 1984).

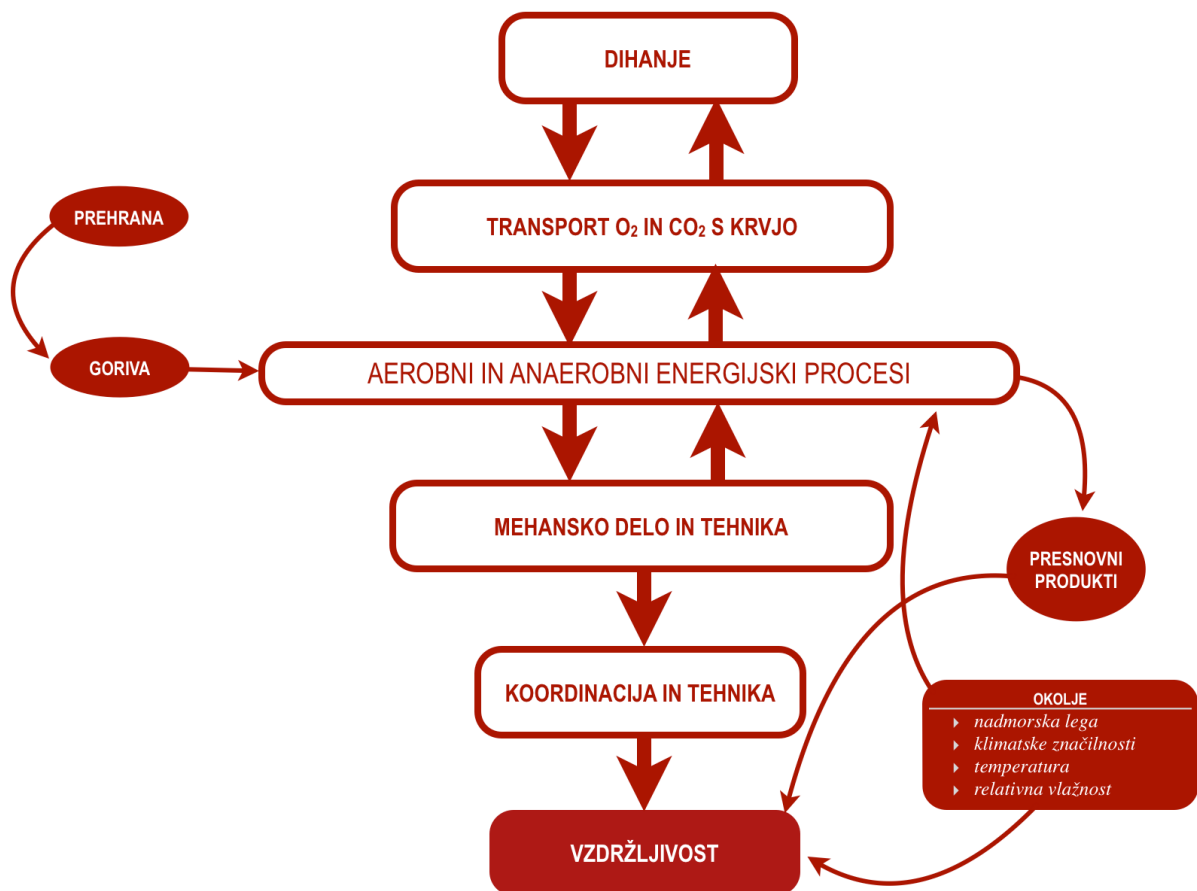
Ušaj (2003) v svojem delu deli vzdržljivost na tri oblike vzdržljivosti:

- *Hitrostna vzdržljivost* – Prevladujoča sposobnost pri premagovanju največjega napora, ki traja do 2. minuti. Biološka podlaga te sposobnosti so anaerobni energijski procesi v mišici, katerih prevladujoče gorivo je glikogen, ki se razgrajuje do mlečne kisline (laktata). Dejavniki, ki vplivajo na to športnikovo sposobnost, izhajajo iz značilnosti napora, ki traja približno od 30 sekund pa do 3 minut in ga športnik premaguje s kar največjo intenzivnostjo. Razdeljeni so na
 1. kopičenja laktata (metabolična acidoza),
 2. zmanjšanje zalog kreatinfosfata (CrP),
 3. porušena koordinacija,
 4. najvišja hitrost gibanja,
 5. vzdržljivost ter
 6. občutek za hitrost (napor).
- *Dolgotrajna vzdržljivost* – Najpomembnejša biološka osnova dolgotrajne vzdržljivosti so aerobni energijski procesi. Ti so edini zmožni dolgotrajne sprotne obnove porabljene energije. To zmogljivost omogočajo kisik (v mišice prihaja iz ozračja) ter primerna goriva: glikogen, glukoza, proste maščobne kisline in glicerol, ki so v dovolj velikih količinah v človekovem organizmu. Ti dejavniki določajo trajanje (kapaciteto) energijskih procesov.
- *Super dolgotrajna vzdržljivost* – Ta oblika vzdržljivosti se pri nogometu ne uporablja, saj se od dolgotrajne vzdržljivosti razlikuje po tem, da je trajanje daljše (od ene ure osem ur ali celo več), kjer je manjša intenzivnost napora in je izključno aerobni napor

(prisotnost kisika). Omejitveni dejavniki pri tej vzdržljivosti so

1. hitrost črpanja zaloga glikogena iz mišičnih vlaken in jeter,
2. vsebnost glikogena pred začetkom napora,
3. največja poraba kisika ($VO_2 max$),
4. povečana temperatura okolja ter
5. intenzivnost na začetku napora.

Slednje biokemične procese grafično tudi prikazujemo v spodnji sliki.



SLIKA 4. NEKATERI NAJPOMEMBNEJŠI OMEJITVENI DEJAVNIKI DOLGOTRAJNE VZDRŽLJIVOSTI (UŠAJ, 2003).

Slika 4 nam prikazuje omejitvene dejavnike vzdržljivosti, ki so odvisni tudi od presnovnih produktov, okolja in prehrane, o čemer teorizira Ušaj (2003). Spodaj navajamo in opredeljujemo dvoje terminov, s katerimi operiramo v tem delu.

AEROBNA VZDRŽLJIVOST je najpogosteje opredeljena kot sposobnost športnika, da aktivnost, v kateri sodeluje veliko število mišic (ciklične aktivnosti kot so hoja, tek, ...), pri določeni obremenitvi premaguje čim več časa, pri čemer energijo za delo pridobiva v glavnem po

aerobni poti (Marković in Bradić, 2008).

Elsner (1979) je ugotovil, da analiza aktivnosti igralcev nogometa kaže, da morajo biti igralci odporni proti utrujenosti, da morajo premagovati specifične napore dalj časa, skratka, da morajo biti vzdržljivi. Vzdržljivost je kompleks sposobnosti motoričnih in funkcionalnih dimenzij, povezana v celoto s tehniko gibanja. Zato je specifična za vsako športno zvrst. Čeprav se od nogometaša pričakuje, da z gibanjem po terenu opravi veliko fizičnega dela, njegov cilj ni opraviti čim večjo razdaljo. Prav tako se nogometaš ne giblje ciklično premočrtno s konstantno hitrostjo, temveč vseskozi spreminja hitrost in smer gibanja (aciklične oblike gibanja) v skladu s taktično vlogo in trenutno situacijo na igrišču.

Obstaja torej bistvena razlika med ciklično in aciklično aerobno vzdržljivostjo, kar pomeni, da pri nogometaših ni potrebno razvijati aerobne vzdržljivosti do genetskih omejitev (Marković in Bradić, 2008). Ravno zato je potrebno definirati še posebno obliko vzdržljivosti.

ANAEROBNA VZDRŽLJIVOST (SPECIALNA VZDRŽLJIVOST). Resda se največji del energije za delo nogometašev pridobiva po aerobni poti, najpomembnejše aktivnosti, kot so šprint z žogo in brez nje, skoki, spremembe smeri gibanja, udarci ipd., pa so anaerobnega značaja in jih mora nogometaš med tekmo ponavljati. Študije so pokazale, da imajo vrhunski nogometaši značilno boljšo sposobnost izvajanja ponavljajočih se šprintov kot nešportniki, športniki vzdržljivostnih športov in nogometaši nižjega ranga, kar kaže na pomembnost anaerobne vzdržljivosti pri nogometaših, kot to povzemata Marković in Bradić (2008).

1.3.5 Moč

Po Pistotniku (2011) je moč sposobnost za učinkovito izkoriščanje sile mišic pri premagovanju zunanjih sil. Čoh (1990) opisuje moč kot gibalno sposobnost, ki je ena najpomembnejših prediktorjev uspešnosti v različnih panogah (v našem primeru nogomet). Njen vpliv na tekmovalne dosežke je izrazit predvsem v tistih motoričnih položajih, kjer je treba delovati proti odporu na različne načine, odvisno od specifičnosti kinematičnih in dinamičnih značilnosti športne zvrsti.

Vrste moči je mogoče definirati glede na izbrane vidike. Tako lahko izberemo tri glavne vidike definiranja moči kot gibalne sposobnosti, kot to opredeljuje Ušaj (2003):

- ▶ vidik deleža telesa (mišične mase), s katerim premagujemo obremenitev,
- ▶ vidik tipa mišičnega krčenja in
- ▶ vidik silovitosti.

Slikovno lahko ponazorimo tovrstno taksonomijo z nadaljnimi delitvami, kot je to prikazano v sliki številka 5 na naslednji strani.



SLIKA 5. RAZDELITEV VRST MOČI S TREH VIDIKOV (UŠAJ, 2003).

V sliki 5 prikazujemo razdelitev vrst moči z vidika deleža aktivne mišične mase, tipa mišičnega krčenja ter z vidika silovitosti, kot smo to opisali na prejšnji strani.

Kakšno moč bo človek razvil, je v določeni meri odvisno od dednostnih zasnov te sposobnosti. Na srečo ima moč v povprečju sorazmerno nizek koeficient dednosti. Njegova vrednost znaša le približno 0.5, kar pomeni, da je moč mogoče še v precejšnji meri povečati s pomočjo treninga (približno 50%). V kakšnem odstotku se lahko moč resnično s treningom poveča, pa je odvisno predvsem od posameznih pojavnih oblik moči, ki imajo različne, specifične koeficiente dednosti. Zaradi tega je potrebno dobro poznati dejavnike, od katerih je moč odvisna in na katere se lahko vpliva. Te dejavnike lahko po Pistotniku (2011) strnemo v naslednje pomembnejše skupine:

1. morfološki dejavnik telesa (oblikovnost telesa),
2. funkcionalni dejavniki (fiziološki sistemi telesa),
3. psihološki dejavniki (psihološke značilnosti) in
4. biološki dejavniki (naravne zakonitosti).

Ušaj (2003) jih je razdelil na podoben, a bolj podroben način. Omejitvene dejavnike je razdelil na 6 zelo pomembnih delov:

- *Fiziološki presek mišice.* Gre za namišljen presek skozi mišico, kjer fiziološko hipertofirana mišica lahko na breme deluje z večjo silo (zadebeljena vlakna zaradi povečanja števila aktinskih in miozinskih vlaken).
- *Mišična aktivacija.* Gre za hkratno aktivacijo motoričnih nevronov in motoričnih enot (mišičnih vlaken). Povečanje števila zavestno in hkratno vzdraženih vlaken je mogoče ena prvih posledic vadbe za povečanje moči in hitrosti.
- *Znotrajmišična koordinacija.* Tu poteka uskladitev aktivnosti aktivacije mišice in inhibicijskih refleksov, posebej kitnega (Golgijev aparat), ki so posebej prisotna pri premagovanju zelo velikih bremen in/ali pri koncentrično-ekscentričnih krčenjih, ki so pogosta pri poskokih, zamahih in udarcih (gibanja in krčenja, ki so zelo prisotna pri nogometu).
- *Medmišična koordinacija.* Zaporedje, s katerim se določene mišice vključujejo v premagovanje napora (mišična veriga), in uspešnost, s katero se hkrati sprošča antagoniste ter pasivno aktivira mišice, ki napora ne premagujejo neposredno. Koordiniranost aktivacije agonistov in sproščanje antagonistov sta pomembna pri hitrih gibih, posebno takrat, ko se pojavlja utrujenost (takrat se tovrstna koordinacija poruši).
- *Breme in hitrost krčenja.* Manjše kot je breme, ki ga mora mišica s svojo silo krčenja premagovati, večja je hitrost njene kontrakcije, medtem ko je hitrost najmanjša, je sila krčenja največja. Toda, če mišico obremenimo tako, da je breme, ki ga mora premagovati, večje od tistega pri izometričnem krčenju, nastane ekscentrično krčenje, kjer prihaja do raztezanja mišice kljub njenemu upiranju tovrstni spremembi.
- *Prevladujoči tip mišičnih vlaken.* Kjer je potrebna velika moč, je primerna takšna sestava mišic, kjer prevladujejo vlakna TIP IIB (jasnega dokaza za to trditev ni mogoče najti).

Jordan (2013) opisuje nogomet kot šport, kjer pridejo do izraza vse pojavne oblike mišične moči (maksimalna moč, eksplozivna in elastična moč ter vzdržljivost v moči), a vseeno teh sposobnosti ni treba razvijati do genetskih omejitev, kot to opisujeta Marković in Bradić, (2008).

Po Strojniku (1997) pomembnejše informacije o moči daje t. i. latentna struktura moči. Poenostavljen model delovanja človeka pri največjem naporu predstavlja specifično delovanje živčno-mišičnega sistema v treh tipičnih pogojih: (i) maksimalna moč, (ii) hitra moč in (iii) vzdržljivost v moči. Izmed treh sposobnosti je najpomembnejša maksimalna moč, saj pozitivno vpliva tako na hitro moč kot vzdržljivost v moči. Zato bo povečanje maksimalne moči vplivalo na hkratno izboljšanje v drugih dveh sposobnostih. Poleg zgoraj omenjenih razlik je treba upoštevati tudi razlike v živčno-mišičnem delovanju, ki se nanašajo na izometrično kontrakcijo, koncentrično kontrakcijo, ekscentrično kontrakcijo in še posebej pomembno ekscentrično-koncentrično kontrakcijo. Pojavljajo se naslednje oblike sil:

- ▶ *Izometrična* – sila mišice enaka sili bremena (ni gibanja)

- ▶ *Koncentrična* – sila mišice večja od sile bremena (breme lahko dvignemo)
- ▶ *Ekscentrična* – sila mišice manjša od sile bremena (breme ne moremo dvigniti)

MAKSIMALNA MOČ je absolutna moč, ki jo lahko manifestira posamezna mišična skupina. Pojav absolutne moči je mogoče le takrat, kadar se voljno aktivira največje možno število gibalnih enot znotraj posamezne mišice. Pomembna je predvsem v športih, kjer pride do visokega nivoja izraza sile (rokoborba, judo, met diska, kopja ipd.)

Dejavnike maksimalne moči je mogoče razdeliti v dve osnovni skupini: mišične in živčne. Pri mišičnih je najpomembnejši fiziološki prečni presek mišice. Pri živčnih dejavnikih gre za sposobnost aktivirati mišico v čim večji meri, za izkoristek njenega potenciala. Pri aktivaciji mišice sodelujeta dva mehanizma: rekrutacija oziroma sposobnost aktivirati motorične enote (mišična vlakna, ki pripadajo istemu živčnemu vlaknu) in frekvenciranje oziroma sposobnost možganov dražiti mišična vlakna z veliko frekvenco živčnih impulzov (Strojnik, 1997).

HITRA MOČ (eksplozivna moč) se pojavlja kot maksimalni začetni pospešek, ki se doseže pri premikanju telesa v prostoru. Je sposobnost aktiviranja maksimalnega števila gibalnih enot v čim krajšem času, ki se pojavlja predvsem pri acikličnih gibanjih kot so skoki za žogo, udarci na gol, kratka pospeševanja, preigravanja ipd (Pistotnik, 2011).

Za hitro moč je značilna "eksplozivna" izvedba gibanja. Mišične kotrakcije so lahko izometrične (prerivanja z nasprotnikom), koncentrične (odriv, pospeševanje v šprintu ipd.) in ekscentrično (zaustavljanje po šprintu, doskok po skoku ipd.). Tudi dejavnike hitre moči je mogoče razdeliti na mišične in živčne. V izometričnih in koncentričnih razmerah so živčni dejavniki enaki kot pri maksimalni moči, dodati pa jim je treba še hitrost, ne le njeno velikost. Pri mišičnih dejavnikih je treba dodati strukturo mišičnih vlaken. Gre za razmerje med hitrimi in počasnimi mišičnimi vlakni. Večji delež (površina prečnega preseka mišice) hitrih mišičnih vlaken bo pomenil hitrejši prirastek sile. Hitra moč v ekscentrično-koncentričnih razmerah je veliko bolj kompleksna, saj vsebuje pri živčnih dejavnikih še predaktivacijo, refleksno aktivacijo, pri mišičnih pa elastičnost mišic in tudi tetiv (ekscentrična kontrakcija) ter njeno vračanje med krajšanjem mišice (koncentrična kontrakcija). Tako izvedena kontrakcija za isto mehansko delo porabi manj kemične energije in omogoča doseganje večjih hitrosti gibanja kot le koncentrična kontrakcija (Strojnik, 1997).

Kot smo že pri modelu kakovostne nogometne igre ugotovili, da je nogomet sestavljen iz hitrih in kratkih gibanj, večjih števil kratkih ponavljanj, je zato ena najpomembnejših pojavnih oblik ravno hitra moč, ki se med samo nogometno igro kaže z vidika treh mišičnih kontrakcij. Prva je izometrična, ki se kaže ob prerivanju z nasprotnikom, grajenjem žoge, kjer je najmanj ena noga ponavadi statična. Kot drugo med nogometno igro srečujemo koncentrično kontrakcijo, natančneje pri skokih za žogo, pospeševanjih, hitrih preigravanjih, ipd. Pri ekscentričnih kontrakcijah, gre za nasprotno gibanje koncentričnega gibanja. Med samo igro to lahko opazimo pri raznih doskokih ali hitrih ustavljanjih z žogo. Kot vemo je nogometna igra kompleksna ter dinamična igra, ki jo sestavljajo gibanja, kjer je poudarek na hitri izvedbi gibov ob primerni tehniki in koordinaciji izvedbe tega giba. Zato še enkrat lahko zaključimo, da je hitra moč pomemben dejavnik in motorična sposobnost z vidika moderne nogometne igre.

1.4 Telesni razvoj nogometaša do 19. leta starosti

Razvojno obdobje mladostništva (oz. adolescence) je obdobje med približno 11.–12. in 22.–24. letom starosti. Zaradi velikega starostnega razpona mladostništvo delimo na tri podobdobja (Zupančič, 2004):

- ▶ Zgodnje mladostništvo (do približno 14. leta starosti).
- ▶ Srednje mladostništvo (do približno 17. ali 18. leta).
- ▶ Pozno mladostništvo (do približno 22. ali 24. leta).

Izraz puberteta včasih zamenjujemo z adolescenco. Če je adolescenca proces duševnega in socialnega dozorevanja, je puberteta proces pospešenega telesnega razvoja. Puberteta se konča s t. i. biološko zrelostjo posameznika, adolescenca pa traja še več let po doseženi biološki zrelosti, kot to opredeljuje Vičič (2002).

Jordan (2013) tudi ugotavlja, da telesni razvoj otroka in mladostnika pomeni spreminjanje njegovih telesnih mer (proces rasti) in sestave njegovega telesa (proces znojenja tako zaznamuje biokemičnega spreminjanja). Med najpomembnejše telesne dimenzije in mere telesne sestave spadajo: telesna višina in nekatere druge longitudinalne mere, telesna masa s posebnimi komponentami telesne mase (sestava telesa, indeks telesne mase, površina telesa in njena gostota). V obdobju otroštva rast v največji meri uravnavajo rastni hormon (RH), inzulinu podobni rastni faktor in tiroksin. Pri mladostnikih pa moramo omeniti še spolne steroidne hormone (estrogen in testosteron) ter zadostno prisotnost hormonov ščitnice. Dejstvo je, da je za pojav pubertete potrebno povečanega delovanja endokrinega sistema, ki ga sprožijo hormoni gonadotropinov v hipotalamusu (GnRH), kot to opredeljuje Škof (2007).

Pospešena rast se pri dečkih prične okrog 12. leta in traja povprečno 3,5 let. Največji prirastek telesne višine v tem obdobju je med 8 in 10 cm letno, kot to dokazujeta Clayton in Gill (2001) (*op cit.* Škof, 2007), medtem ko je največji prirastek telesne mase 3,5–9 kg/leto. Zaključek rasti pa nastopi med 17. in 18. letom. Med pubertetnim obdobjem se pomembno spreminja tudi razmerje med dolžinami posameznih telesnih segmentov (gl. Tanner, Hayashi, Preece in Cameron, 1982, *op cit.* Škof, 2007). Grafično prikazujemo razvoj posameznih bioloških sistemov v sliki 6 na strani 25.

Papalia, Wendoks Olds in Duskin Feldman, (2004) (*op cit.* Škof 2007, *inter alia*) navajajo 8 temeljnih razvojnih oz. psihosocialnih nalog za obdobje mladostništva. Te so:

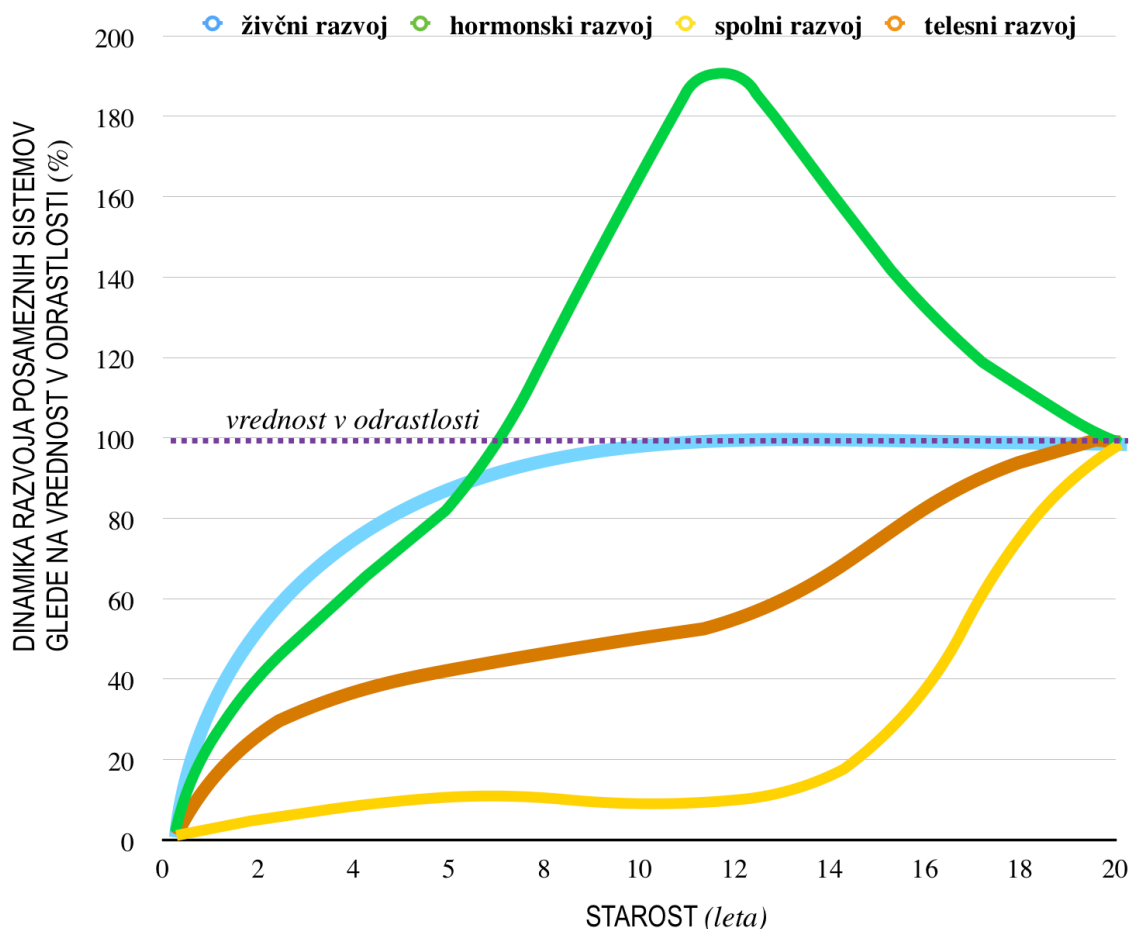
- ▶ Prilagajanje na telesne spremembe,
- ▶ čustveno osamosvajanje od družine in drugih odraslih,
- ▶ oblikovanje socialne spolne vloge,
- ▶ oblikovanje novih in stabilnih socialnih odnosov z vrstniki,
- ▶ razvoj socialno odgovornega vedenja,

- ▶ priprava na poklicno delo,
- ▶ priprava na partnerstvo in družino,
- ▶ oblikovanje vrednotne usmeritve.

Razvoj in oblikovanje identitete je ena izmed pomembnejših razvojnih nalog v obdobju mladostništva. Zaradi osamosvajanja od staršev se spremenijo tudi družinske interakcije. Odnosi s starši postanejo bolj osebni, hkrati pa se pojavljajo pogosti konflikti v zvezi z vzpostavljanjem avtonomije (Erpič, 2007).

Raziskave kažejo, da je pubertetno obdobje najbolj ugodno za razvoj centralnih aerobnih mehanizmov. V tem obdobju je rast $VO_2 max$ najhitrejša. Dinamika rasti in spreminjanja $VO_2 max$ sta v času adolescence pravzaprav vzporedna procesa. Ustrezen vadbeni program lahko to dinamiko še potencira.

Ugotovimo lahko, da se šele z zaključkom pospešenega telesnega razvoja v pozni puberteti ustvarijo biološki pogoji in podlage tudi za vadbo in razvoj izolirane absolutne moči, anaerobnih laktatnih sposobnosti in visoke absolutne aerobne sposobnosti človeka. Če otroci v moči in razvoju največje mišične sile napredujejo zaradi izboljšanja živčnih mehanizmov, je napredek v omenjenih sposobnostih pri mladostnikih vsota izboljšanja živčnih mehanizmov (v prvih 8 tednih) in mišične hipertrofije (v kasnejših fazah vadbe). Zato so učinki vadbe v tem obdobju lahko zelo izraziti. Toda le, če upoštevamo osnovne biološke omejitve. Vsaj do 16. leta (pri nekaterih do 17. ali celo 18. leta) je dvigovanje maksimalnih bremen nevarno, saj rast dolgih kosti še ni zaključena, zato ne sodi v vadbeni program te starostne skupine. Ob zaključku pubertete se v vadbo vključi delo z lažjimi utežmi. Pomembna je pravilna izvedba vaj — te naj bodo še vedno usmerjene v razvoj mišičnih skupin proksimalnega dela telesa. Postopno začnemo uvajati tudi vaje za razvoj mišičnih skupin distalnega dela telesa. Po obdobju pubertete (običajno po 16. letu) vadba moči (metode in oblike dela) postaja enaka kot pri odraslih, kot o tem podrobno piše Škof (2007). Razvoj posameznih bioloških sistemov je grafično prikazan v sliki 6 na naslednji strani. Mladi športniki se največkrat identificirajo z svojimi športom, imajo svojega idola, čutijo pripadnost svojim klubom. Trener mora to podpirati, hkrati pa vztrajati v prednostnih vrednotah, kot so šola in izobrazba, družina, prijatelji itd. (Jordan, 2013).



SLIKA 6. SCAMOV MODEL RAZVOJA POSAMEZNIH BIOLOŠKIH SISTEMOV (PRIREJENO PO MALINA, BOUCHARD IN BAR-OR, 2004, OP CIT ŠKOF, 2007; POVZETO PO JORDAN, 2013)

Slika 6 prikazuje Scamov model razvoja posameznih bioloških sistemov (starost, spolni razvoj, hormonski razvoj, živčni razvoj), kakor smo to opisali v predhodnjem besedilu.

Raziskave so pokazale, da redna vadba moči v pubertetnem obdobju še poviša koncentracijo testosterona v krvi, poveča relativni prečni presek hitrih mišičnih vlaken in izboljša rezultate v anaerobnih testih v primerjavi z mladostniki, ki niso izvajali vadbe moči (Škof, 2007).

Gibanje omogočata motorični živčni sistem ter mišičje, ki neposredno v motoričnem živčnem sistemu izvajata osnovna gibanja. Motorični živčni sistem in mišičje skupaj imenujemo živčno-mišični sistem. Je posledica usklajenega delovanja receptorskega sistema, ki se odziva na notranje in zunanje dražljaje in zajema ter prenaša sprejete informacije sistema obdelave sporočil in gibalnih ukazov, ter efektorskega sistema, ki na osnovi ukazov izvede ustrezen odziv oziroma akcijo.

V literaturi se največkrat omenja model obdelovanja informacij (sestavljeneh iz šestih faz), ki opredeljuje organizacijo gibanja po fazah:

- zaznava lastnega telesa in okolja, v katerih se izvaja gibanja (receptorski sistem);

- ▶ prenos informacij iz receptorjev v centralni živčni sistem;
- ▶ proces obdelovanja vhodnih informacij in oblikovanje gibalnega odgovora;
- ▶ oblikovanje gibalnega ali centralnega ukaza;
- ▶ gibalna akcija — izvedba gibanja;
- ▶ izvajanje nadzora in korekcija — modifikacija gibanja na osnovi primerjav zahtevanega in opravljenega gibanja.

1.5 Analiza različnih oblik skokov

Bolkovic idr. (2002) so zapisali, da je skok gibanje, ki ga sestavljajo tri faze: odriv (odrivna akcija), faza leta in pristanek. Skoki se v različnih oblikah pojavljajo v najrazličnejših športih: od atletskih disciplin (skok v višino, skok v daljino, troskok, ...) do iger z žogo (košarka, odbojka, nogomet, ...) in drugih športov, kjer je odrivanje s podlage le del drugega, mnogo bolj kompleksnega gibanja (gimnastika, skoki v vodo ipd.).

Odrivna moč je ena temeljnih sposobnosti v mnogih športih. Obvladovanje tehničnih prvin in razvoj posameznih motoričnih sposobnosti sta pomembna dejavnika, ki pogojujeta uspešnost v nogometu (Emberšič, Pintar in Verbec, 2004). Ena najpomembnejših je prav sposobnost pospeševanja oz. hitrih sprememb smeri v omejenem prostoru (Pincolini, 2003). Odrivna moč se v nogometu pojavlja v številnih gibalnih akcijah, kot so strel na gol, kratkih šprintih, skokih, hitrih spremembah smeri ipd. (Elsner, 2004). Merjenje odrivnih sposobnosti je najpogostejša merska metoda za merjenje sposobnosti porabe energije v eksplozivnem gibu, ki projecira telo v višino (Cherubini idr., 2001). Izidi testov moči pa so predvsem posledica delovanja živčno-mišičnih mehanizmov. Pri tem je mogoče ločiti med dvema temeljnima načinoma izvajanja gibalnih akcij: s pomočjo koncentričnih in ekscentrično-koncentričnih mišičnih kontrakcij, kjer deluje živčno mišični sistem različno. Gre zlasti za vključevanje živčne predaktivacije refleksov in elastičnih lastnosti mišic in tetiv pri gibanjih, kjer pred koncentrično kontrakcijo nastopa ekscentrična, kot to zapisujeta Strojnik in Čoh (1991).

Tehnike odrivanja in izvedbe samih skokov so lahko zelo različne, lahko gre za sonožne, enonožne skoke, odriv je lahko v daljino ali višino, med odrivom pa se lahko trup in roke tudi različno gibajo. Ker se v različnih športih pojavljajo različne zahteve, ki jim morajo skoki zadostiti, da so izvedeni uspešno, obstaja vrsta načinov, kako določene skoke izvesti. Vendar se pri dobrih skakalcih v veliki večini primerov izkaže, da skačejo enake vrste skokov na enak način in to tako, da se segmenti telesa gibljejo v t. i. proksimalno-distalnem zaporedju: najprej začne gibanje trup, nadaljujeta ga stegni, nato goleni in šele na koncu pride do plantarne fleksije stopal, kot zapišeta Bobbert in van Ingen Schenau (1988).

Proksimalno-distalni način gibanja pa ni edina možna gibalna strategija. Odvisno od posameznika in zahtev skoka (kinematičnih, dinamičnih, v športu taktičnih ...) lahko dober skakalec izvede določen skok tudi po simultani strategiji, kar pomeni, da se vsi telesni

segmenti gibajo hkrati (ne v zaporedju), kar so ugotovili Ravn idr. (1999), ali tudi v drugačnem zaporedju, kot je proksimalno-distalno, npr. zaporedje premikanja sklepov koleno – kolk – gleženj ali koleno – gleženj – kolk (gl. Selbie in Caldwell, 1996), ali drugače (cf. Aragón-Vargas in Gross, 1997).

Izvedba danega skoka je po omenjenih strategijah zelo različna in postavlja različne zahteve tako pri kontroli gibanja, koordinaciji, kot pri efektorjih (mišicah). Zaradi tega se pri celovitem testiranju odzivne moči (običajno) uporabljajo t. i. testne baterije, sestavljene iz več skokov. Baterija skokov, s katerimi se testira odzivna moč posameznika v Laboratoriju za kineziologijo na Fakulteti za Šport v Ljubljani, je sestavljena iz naslednjih skokov: skok iz polčepa (SJ), skok z nasprotnim gibanjem (CMJ), globinski skoki, skoki z dodatnimi bremenimi; po potrebi pa se lahko dodajo še razni specialni skoki.

Moje meritve pa smo izvedli na Gimnaziji Ljubljana Šiška, kjer smo lahko uporabili tri različne oblike skokov, in sicer skok iz počepa (polčepa), globinski skok ter tri vezane skoke (3 jump test), katere smo tudi analizirali. Vse tri oblike skokov so bile izvedene v dorzalni tehniki (položaj in gibanje stopala pred dotikom s podlago) ter na dva načina, se pravi enkrat brez uporabe rok (palico smo naslonili na hrbet) in z uporabo rok, saj smo skušali ugotoviti vpliv rok pri vseh treh oblikah vertikalnih skokov. V nalogi smo teste (SJ, globinski skok, 3J) izbrali tako, da smo izmerili moč odziva v ekscentrično-koncentričnih pogojih, ki so v nogometni igri pomembni zlasti pri hitrih spremembah smeri, kjer prihaja do zaustavljanja in ponovnega pospeševanja, ter nekaterih skokih (npr. pri udarcu z glavo), kjer tudi prihaja do preklopa iz ekscentrične v koncentrično fazo (cf. Pincolini, 2003).

1.5.1 Ekscentrično-koncentrična kontrakcija

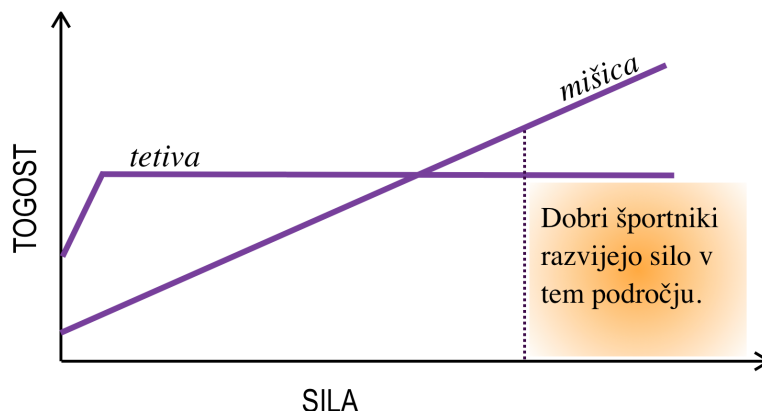
Ekscentrično-koncentrična kontrakcija (EKK) je način mišičnega dela, kjer ekscentrični kontrakciji brez odmora sledi koncentrična kontrakcija (gl. Norman in Komi, 1979; Komi, 1984). Takšna oblika mišičnega dela je prisotna skoraj pri vseh oblikah gibanja pri nogometu (tek, skoki, meti, ...). V prvem delu EKK povzročijo ekscentrično kontrakcijo zunanje sile. V tem delu se v mišici in tetivi (mišično-tetivni kompleks, MTK) shrani določena količina elastične energije, ki jo je možno uporabiti v drugem delu EKK (koncentrična kontrakcija). Aktivacijo mišičnega vlakna povzroči živčni akcijski potencial, ki mora biti dovolj velik, da se lahko prenese z živca na mišico. Le-ta znaša v mirovanju -70mV (Jakovljevič, 1979; Kordaš, 1975). Da bi se lahko impulz prenesel iz živca na mišico, se mora membranska napetost povečati za 130 mV . Ob prenosu akcijskega potenciala na mišico se le-ta prenaša vzdolž mišičnega vlakna in povzroči njegovo kontrakcijo (kontrakcija – mišična pripoja se približata).

Del elastične energije, shranjene v mišici, pa je na voljo samo določen čas. Ta čas določa življenjska doba prečnih mostičev (gl. Cavagna in sodelavci, 1965), ki traja od 15 ms (gl. Stienssen in sodelavci, 1978) do 120 ms (gl. Curtin in sodelavci, 1974). Če koncentrična kontrakcija ne sledi dovolj hitro ekscentrični kontrakciji, pride do padanja sile v MTK. To se najverjetneje zgodi zaradi izgube elastične energije, shranjene v prečnih mostičih. Izguba

elastične energije povzroči zmanjšanje sile v prečnih mostičih. Zaradi tega se začne tetiva skrajševati (pri tem se sprostí določena količina energije), mišica pa podaljševati. Večji del elastične energije, pridobljene v prvem delu EKK, se shrani v serijskih elastičnih elementih (tetiva, aponeuroza, prečni mostiči), manjši del pa v paralelnih (mišične ovojnice, vezivno tkivo in sarkoleme). Količina shranjene elastične energije je odvisna od sile, ki povzroči raztezanje in od velikosti raztezanja MTK. Slednja je v največji meri odvisna od togosti, ki jo imata mišica in tetiva. Togost tetive je na linearnem delu krivulje sila — dolžina je konstantna, togost mišice pa je spremenljiva. Dobro trenirana mišica lahko razvije večjo togost, kot jo ima tetiva. S tem se doseže da večji del raztezanja MTK prevzame tetiva, raztezanje mišice pa je majhno (povzeto po Dediču, 2009).

Dedič (2009) navaja, da je takšno delovanje MTK pomembno vsaj iz treh vidikov: z vidika hitrosti, z vidika porabe kemične energije in z vidika proizvedene sile. Z vidika hitrosti je pomembno to, da je hitrost krčenja predhodno raztegnjene tetive veliko večja, kot je hitrost krčenja mišice pri koncentrični kontrakciji. To pomeni, da bo hitrost krčenja MTK, kjer je prišlo predvsem do raztezanja tetive, večja kot bo hitrost krčenja MTK, kjer je prišlo predvsem do raztezanja mišice. Z vidika porabe kemične energije je pomembno to, da mišica pri koncentrični kontrakciji porabi več kemične energije kot pri izometrični ali ekscentrični kontrakciji. Zaradi tega se bo pri MTK, kjer bo prišlo predvsem do krčenja tetive, porabilo manj kemične energije kot v MTK, kjer bo prišlo predvsem do krčenja mišice. Z vidika proizvedene sile pa je pomembno to, da lahko mišica pri izometrični ali počasnejši ekscentrični kontrakciji razvije veliko večjo silo, kot jo je sposobna razviti pri koncentrični kontrakciji. Za krčenje MTK to pomeni, da fbi v primeru, ko ne bi prišlo do koncentrične kontrakcije mišice, ampak bi se krčila tetiva, lahko bila sila v njem večja, kot bi bila, če bi prišlo do koncentrične kontrakcije mišice.

Strojnik (1997) trdi, da hitro moč v ekscentrično-koncentričnih razmerah živčno-mišičnega delovanja lahko merimo pri enosklepnih (primer: iztegovanje kolena) in večslepnih nalogah (primer: vertikalni skok iz polčepa). Pri izvedbi naloge je treba paziti, da poteka gibanje iz mirovanja v začetnem položaju le v smeri proti končnemu položaju, brez začetnega nihanja. S tem je izločeno hranjenje elastične energije v mišice in tetivo ter vključevanje refleksov, ki mišico dodatno aktivirajo. Tako izvedena naloga je odvisna predvsem od zavestne aktivacije, pri tem pa zanemarimo vlogo velikosti mišice in tipa mišičnih vlaken.



SLIKA 7. TOGOST TETIVE IN MIŠICE (DEDIČ, 2009)

Slika 7 prikazuje togost tetive in mišice, kjer je lepo razvidno, kje dobri športniki razvijejo silo v končnem področju grafa kot to v svoji raziskavi opredeljuje Dedić (2009).

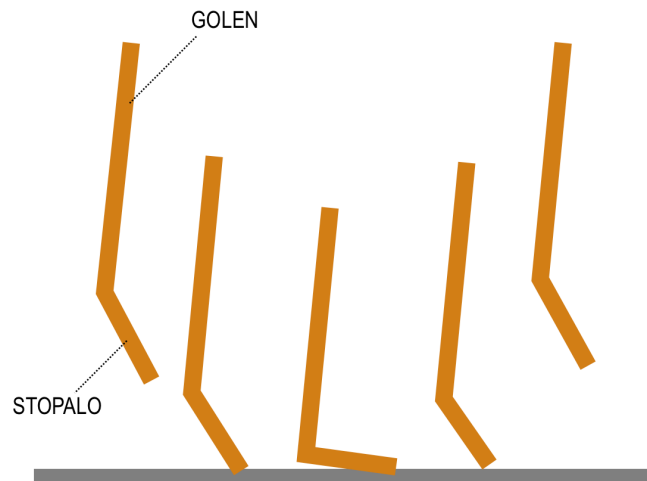
Glede na delo gležnja pri poskokih je možno ločiti dve tehniki. Med seboj se ločita po položaju in gibanju stopala pred dotikom s podlago. Govoriti je mogoče o dorzalni in plantarni tehniki oziroma o aktivnih in pasivnih stopalih. Dorzalna tehnika (DT) je tista, pri kateri skakalec izvede pripravo na doskok iz dorzalnega položaja stopala (prednji del stopala je dvignjen). Pred dotikom stopala s podlago začne skakalec izvajati plantarno fleksijo (prične spuščati stopalo-aktivna stopala), ki jo nadaljuje do trenutka dotika stopala s podlago in nato izvede skok. V našem primeru smo pri vseh meritvah uporabili dorzalno tehniko odnosa pri skoku. To mehansko delovanje prikazujemo v spodnji sliki.



SLIKA 8. DORZALNA TEHNIKA (DT) VERTIKALNEGA SKOKA (DEDIĆ, 2009)

Slika 8 prikazuje dorzalno tehniko vertikalnega skoka (postavljanje celotnega stopala na podlago) v skladu z zgornjim opisom.

Plantarna tehnika (PT) je tista, pri kateri skakalec izvede pripravo na doskok iz plantarnega položaja stopala (prednji del stopala je spuščen proti podlagi). Stopala ostane v tem položaju do trenutka dotika s podlago (pasivna stopala) in nato izvede skok (Dedić, 2009). Grafično to mehansko delovanje prikazujemo kot sliko 9 na naslednji strani.



SLIKA 9. PLANTARNA TEHNIKA (PT) VERTIKALNEGA SKOKA (DEDIĆ, 2009).

Slika 9 prikazuje plantarno tehniko vertikalnega skoka (postavljanje prstov na podlago) v skladu z Dedićevim (2009) opisom.

1.5.2 Fizikalna predstavitev vertikalnega skoka

Pri predstavitvi vertikalnega skoka s stališča fizike si pomagamo z znanjem fizike in biomehanike (Supej, 2011). Uporabimo zakon o ohranitvi mehanske energije, ki pravi, da je skupna sprememba kinetične (W_k) in potencialne energije (W_p) togega telesa enaka delu vseh sil, ki delujejo na sistem (A).

$$\Delta W_k + \Delta W_p = A$$

Ker sta vrednosti začetne in končne kinetične energije takšni, da se odštejeta, lahko zapišemo sledeče, kjer spremenljivke navajamo pod enačbo:

$$A_m = mg(h_{po} + h + h_s) - mgh_s$$

- ▶ h_s = začetni položaj težišča telesa
- ▶ h_{po} = razdalja, katero prepotuje težišče telesa, na kateri mišice opravljajo delo

- ▶ h = razdalja, ki jo prepotuje težišče telesa, od konca h_{po} do končne višine skoka

Nadalje velja še sledeča zakonitost s spodaj navedenimi označbami za spremenljivke:

$$\bar{F} \cdot h_{po} = A_m$$

- ▶ \bar{F} = povprečna sila mišic pri skoku
- ▶ delo mišic:

$$A_m = mg(h_{po} = h)$$

- ▶ velikost povprečne sile mišic:

$$\bar{F} = mg\left(\frac{h}{h_{po}} + 1\right)$$

Povprečno hitrost skoka (v) določimo na razdalji, kjer mišice opravijo delo:

$$\bar{v} = \frac{h_{po}}{t_{po}},$$

čas pa določimo na podlagi sunka zunanjih sil, in sicer s sledečima načinoma

$$(\bar{F} - mg)t_{po} = m \cdot v_{po},$$

$$t_{po} = \frac{m \cdot v_{to}}{(\bar{F} - mg)}.$$

Spremenljivko za hitrost skoka v_{to} na razdalji, merjeni kot višina skoka h , razumemo kot

$$v_{to} = \sqrt{2gh}.$$

Dokončna povprečna hitrost skoka je tako sledeča:

$$\bar{v} = \sqrt{\frac{gh}{2}}$$

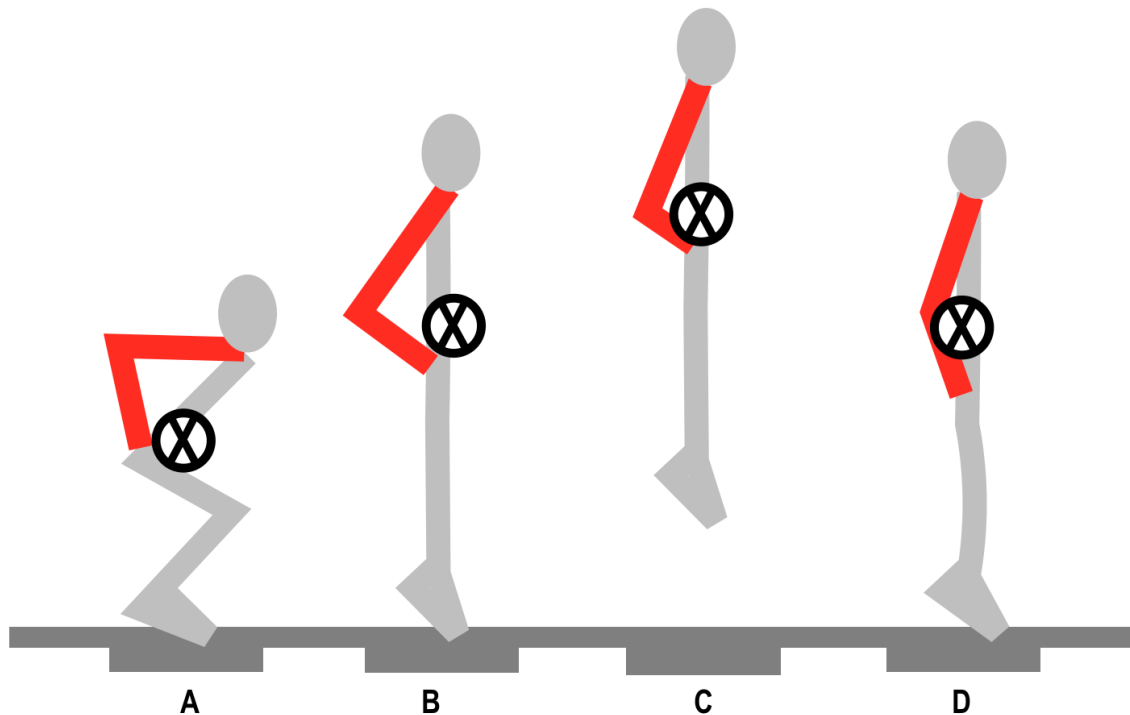
Povprečno moč \bar{P} določimo kot produkt povprečne sile \bar{F} in povprečne hitrosti \bar{v} , torej:

$$\bar{P} = \bar{F} \cdot \bar{v},$$

$$\bar{P} = mg\left(\frac{h}{h_{po}} + 1\right) \cdot \sqrt{\frac{gh}{2}} [W]$$

1.5.3. Skok iz počepa

V diplomski nalogi obravnavamo tri oblike skokov. Eden pomembnejših je prav gotovo skok iz počepa (SJ). Spada med skoke, kjer je odziv izveden z mesta (brez zaleta), sonožno (gre za bilateralno in simetrično gibanje), faza lêta je v idealnem skoku vertikalna in mesto pristanka je enako mestu odriva, oziroma je med mestoma pristanka in odriva minimalna razlika v katerikoli smeri. Skok iz počepa (SJ) je skok, kjer skakalec izvede skok le na koncentričen način. Skakalec mora v najnižji točki počepa obmirovati vsaj 2 sekundi, da se izogne izkoriščanju ekscentrično-koncentričnega delovanja mišic (ne naredi skoka pliometrično). To je pomembno, saj, če se skakalec odrine iz počepa le navzgor, se mišice, ki sodelujejo pri odzivu, le krajšajo in je potem skok iz počepa (SJ) dober test odrivne moči za pogoje koncentričnega krčenja celotne mišične verige, povezane z iztegovanjem telesa, sicer pa ne.



SLIKA 10. FAZE SKOKA IZ POČEPA (SJ) IN GIBANJE TEŽIŠČA (x) MED SKOKOM.

Slika 10 prikazuje faze skoka iz počepa in gibanje težišča (x) med skokom, kjer odzivno višino razumemo kot razliko višine težišča pred odzivom ter višine v najvišji točki skoka.

Razlika med tem, ali gre za skok iz polčepa, ali skok iz počepa je kót v kolenskem sklepu. V položaju polčepa znaša kot v kolenu 90° , pri skoku iz počepa pa ni natančno definiran.

S parametri, kot je višina skoka, čas leta in vzletna hitrost (in so med seboj tudi fizikalno povezani), lahko zajamemo le obnašanje skakalca med skokom. Da bi dobili vpogled v delovanje med skokom, potrebujemo druge kazalce: eden osnovnih je čas trajanja odziva, ki pa ne daje dovolj informacij o odzivu; več vpogleda v delovanje skakalca med skokom nudi kinematična analiza gibanja, še posebej v povezavi z merjenjem sile na podlago. To silo pa običajno merimo s tenziometrično ploščo. Še vedno pa je tak pristop omejen, saj ne omogoča opazovanja mišic, ki v največji meri vplivajo na generacijo sile med odzivom. Njihovo delovanje je namreč med skokom lahko zelo drugačno od tistega, o katerem bi sklepali po delovanju pri izometrični kontrakciji mišic (Aragón-Vargas in Gross, 1997), iz temeljne anatomije in fiziologije mišic (Bobbert, Huijing in van Ingen Schenau, 1986) ali iz podatkov neto mišičnih sil (Gregoire, Veeger, Huijing in van Ingen Schenau, 1984).

1.5.4 Trije vezani skoki (troskok)

Kot druga oblika vertikalnih skokov v našem celotnem sklopu so trije vezani skoki, ki jih lahko poimenujemo tudi "troskok". Tudi ti skoki se izvajajo v dorzalni tehniki doskoka in odziva, kjer podobno kot pri globinskem skoku prihaja do deficita pri doskoku, saj pri večanju ekscentrične obremenitve, sile v mišično-tetivnem kompleksu močno narastejo, zato je možno, da se vključijo tudi varovalni refleksi, ki sproščajo mišice. V tem primeru se mišica, ki bi morala biti maksimalno aktivirana, sprosti in napetost v njej ter njeni tetivi pade, kar privede do tega, da s temi skoki dosežemo manjšo odzivno moč in s tem posledično manjšo višino skoka. Pri teh skokih je zelo pomembno, da porabimo čim manj časa za ponoven eksploziven odziv ter čim več časa ostanemo v zraku in s tem dosežemo čim večjo odzivno višino. Tudi pri teh skokih je zelo pomembna uporaba rok, saj neposredno vplivajo na odzivno moč in s tem posledično tudi na višino odziva.

1.5.5 Globinski skok

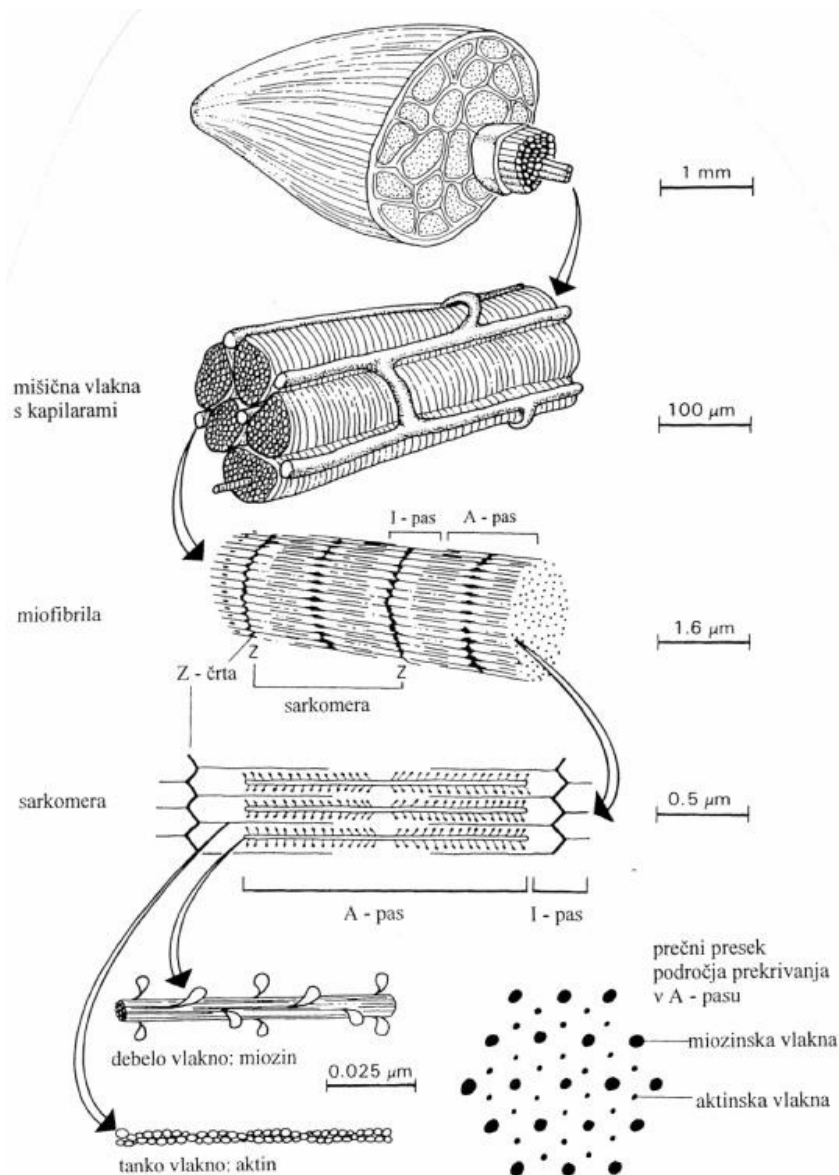
Ekscentrično obremenitev je mogoče še stopnjevati z globinskimi skoki, kjer se hitrost doskoka lahko postopno povečuje, če povečujemo doskočne globine (Strojnik, 1997). V našem primeru smo uporabili klop višine 30 cm, ki jo nismo nič povečevali, saj smo ugotavljali razlike med globinskimi skoki z uporabo rok in globinske skoke brez uporabe rok. Pri večanju ekscentrične obremenitve sile v mišično-tetivnem kompleksu močno narastejo, zato je možno, da se vključijo tudi varovalni refleksi, ki sproščajo mišice. V tem primeru se mišica, ki bi morala biti maksimalno aktivirana, sprosti in napetost v njej ter njeni tetivi pade, kar privede do tega, da so ti skoki manjši od normalnih skokov brez globine (SJ, *single jump*). Najprej se pojavijo problemi z mišicami, ki iztegujejo skočni sklep. Njihova nesposobnost

prenašati visoke ekscentrične sile se kaže v močnem udarcu pete ob tla, ki povzroči tipičen vrh v krivulji sile reakcije podlage, ki je izmerjena s pomočjo tenziometrijske plošče. V tem primeru morajo zaviranje in odziv izpeljati mišice iztegovalk kolena. Idealni potek krivulje sile reakcije podlage pri globinskih skokih je v obliki piramide. To pomeni, da v živčno-mišičnem sistemu ni bilo nobenih slabosti in da je bil skok izveden reaktivno (Strojnik, 1997).

1.6 Sestava mišice in njena mehanika

Mišica je sestavljena iz mišičnih snopov, in se na vsakem koncu pripenja na kost. Mišica je ovita z ovojnico, ki jo imenujemo *epimisium*. Mišične snope obdaja ovojnica, ki jo imenujemo *perimisium*. Mišični snop je sestavljen iz tisočih mišičnih vlaken, vsako vlakno pa obdaja ovojnica, ki jo imenujemo *endomysium*. Vsako mišično vlakno je sestavljeno iz miofibril, katerih najmanjšo enoto imenujemo sarkomera. Sarkomera je sestavljena iz tankih (aktinskih) in debelih (miozinskih) niti. Ena sarkomera je ločena od druge z Z-linijo. Z-linija deli področje sarkomera na posamezne enote. Srednje območje imenujemo A-pas (temno področje). Svetlo področje imenujemo I-pas. Center A-pasu imenujemo H-pas. V centru H-pasu se nahaja M-črna. Pri krčenju sarkomere drsijo debeli in tanka miofilamenta (miozin in aktin) drug mimo drugega in pomikajo Z-črti drugo proti drugi. Hkratno drsenje več tisoč zaporedno vezanih sarkomer povzroči znatno spremembo dolžine mišičnega vlakna.

Na naslednji strani grafično tudi prikazujemo mišično sestavo, povzeto po Di Pramperu (1985).



SLIKA 11. PRIKAZ STRUKTURE SKELETNEGA MIŠIČNEGA TKIVA (DI PRAMPERO, 1985).

Slika 11 prikazuje, v skladu z opisom na prejšnji strani, strukture skeletnega mišičnega tkiva od večjih mišičnih vlaken h manjšim.

V sproščenem raztegnjenem stanju sta Z-liniji razmaknjeni približno 2.5 μm. Debeli in tanki filamenti se le delno prekrivajo. V stanju skrajšanja se Z-črti premakneta bliže druga drugi, debeli in tanki filamenti pa se prekrivajo vzdolž njihove celotne dolžine (Alberts idr., 1989). Posledica modela “drsečih filamentov” je, da sila proizvedena med aktinom in miozinom, povzroča enosmerno gibanje v smislu krčenja (krajšanja) sarkomere. Raztezanje aktivirane mišice (ekscentrična kontrakcija) ali sproščene mišice je tako možno doseči le z delovanjem zunanje sile. Vsaka mišica v našem telesu ima zaradi tega drugo mišico, ki deluje nasprotno njej (antagonist). Skeletne mišice delujejo na principu agonist-antagonist. Pri nekaterih gibalnih nalogah lahko vlogo antagonista prevzame sila gravitacije.

Aktivacijo mišičnega vlakna povzroči živčni akcijski potencial, ki mora biti dovolj velik, da se lahko prenese z živca na mišico. Le-ta znaša v mirovanju -70mV (Jakovljevič, 1979). Da bi se lahko impulz prenesel iz živca na mišico, se mora membranska napetost povečati za 130mV . Ob prenosu akcijskega potenciala na mišico se le-ta prenaša vzdolž mišičnega vlakna in povzroči njegovo kontrakcijo (kontrakcija — mišična pripoja se približata). Najpomembnejša mišična receptorja, ki omogočata pridobivanje povratnih informacij o mehanskih dogajanjih v mišici, sta mišično vreteno in Golgijev tetivni aparat. Mišično vreteno pošilja informacije o spremembi dolžine mišičnega vlakna. Golgijev tetivni aparat se nahaja v tetivi in zaznava napetost v mišici. Zagotavljata stalen pretok povratnih informacij o trenutnih mehanskih razmerah v mišici in s tem sodelujeta pri spreminjanju aktivacijskih stanj od popolne sproščenosti mišice do maksimalne aktivacije le-te, seveda glede na gibalne potrebe.

Pri ekscentrični kontrakciji, kjer se mišična pripoja oddaljujeta drug od drugega, se mišica upira raztezanju. Upor, ki ga mišica razvije, se imenuje mišična togost. Mehanizmov, ki vplivajo na mišično togost je več. Razdelimo jih lahko na pasivne in aktivne. Ko mišico raztegnemo, se miozinske glavice obrnejo v drugo smer, kot bi se pri mišičnem krčenju. Ob prekomernem raztezanju se prečni mostički pretrgajo. Življenje prečnih mostičev traja $20\text{--}100\text{ms}$. Posledica pretrganja prečnih mostičev je padec v togosti, vendar se kmalu položaj zopet vzpostavi. Večja je sila na začetku, več prečnih mostičev bo obrnjenih v nasprotno smer. Z večjim aktiviranjem prečnih mostičev bo večji upor oziroma togost (Flitney in Hirst, 1978).

Po Strojniku (2009) imamo tri odnose, s katerimi opisujemo mehanske lastnosti mišice:

1. *sila : dolžina mišice*
2. *navor : hitrost krčenja*
3. *sila : čas*

Sila mišice je funkcija, in kot taka odvisna od, dolžine, hitrosti in časa.

$$F = S \cdot V \cdot T$$

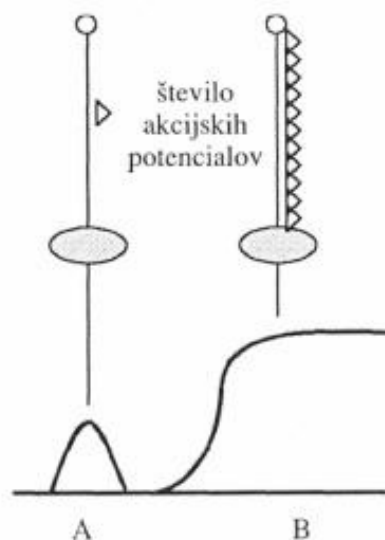
- ▶ F = sila mišice
- ▶ S = dolžina
- ▶ V = hitrost
- ▶ T = čas

1.6.1 Odnos sila/čas

Mišica je sestavljena iz več motoričnih enot (definirane so kot skupina mišičnih vlaken, ki jih oživčuje isti motorični živec (motonevron). **Akcijski potencial** (električni impulz), ki

povzroči kontrakcijo mišične enote, aktivira vsa mišična vlakna v njej. Manjše mišične enote oživčuje tanek motorični živec, večje mišične enote pa oživčuje debeli motorični živec. Večina skeletnih mišic je sestavljena iz počasnih in hitrih motoričnih enot. Razmerje med njimi določa odnos *sila : hitrost*. Z vidika porabe energije so mišične kontrakcije, kjer mišična sila narašča počasneje, bolj ekonomične kot pri mišičnih kontrakcijah, kjer sila narašča hitreje. Vzdraženje enega motonevrona povzroči kontrakcijo vseh mišičnih vlaken, ki ležijo vzdolžmotorične enote. Zaradi tega je možno mišično silo spreminjati s spreminjanjem števila aktiviranih motoričnih enot ali s spreminjanjem velikosti aktivacije že aktiviranih motoričnih enot. Ti dve varianti sta poznani kot rekrutacija motoričnih enot in frekvenčna modulacija (spreminjanje frekvence akcijskih potencialov) V nekaterih mišicah so vse motorične enote vključene že pri 50% najvišje sile. Nadaljnje povečanje sile tako ne temelji več na vključevanju motoričnih enot v gibanje, pač pa na osnovi večjega števila vključenih akcijskih potencialov, kot to opisuje Dedić (2009).

Vsak akcijski potencial se bo odzval kot skrček (gl. slika 12). Če so ti akcijski potenciali blizu skupaj, se skrčki začnejo seštevati in razvijejo silo, ki je večja kot pri enem skrčku. Zlitim skrčkom pravimo *tetanus*. Tetanus se prične razvijati pri vrednosti 7–10 Hz in mu pravimo ne zlitim tetanus ter se zlije v tetanus pri vrednostih 20–30 Hz, odvisno od vrste motoričnih enot.



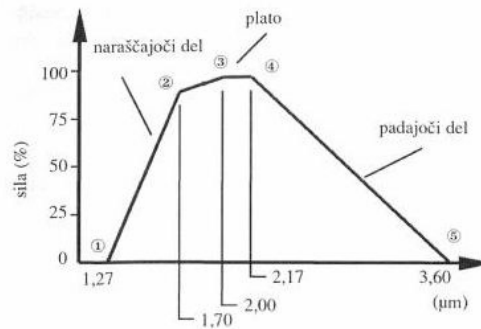
SLIKA 12. NARAŠČANJE SILE V MIŠICI GLEDE NA FREKVENCO AKCIJSKIH POTENCIALOV (DEDIĆ, 2009).

Slika 12 prikazuje kako narašča sila v mišici glede na frekvenco akcijskih potencialov, kot to povzema Dedić (2009).

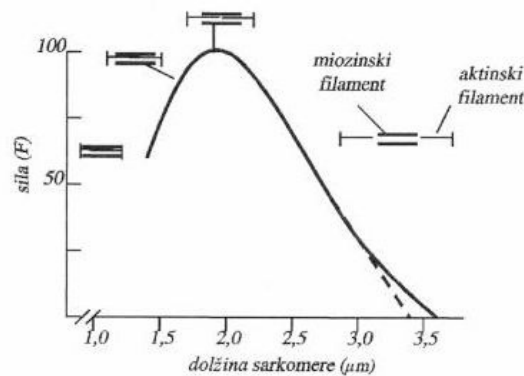
1.6.2 Odnos sila/dolžina

Odnos sila – dolžina opisuje odnos med silo, ki jo razvije mišica (mišično vlakno ali

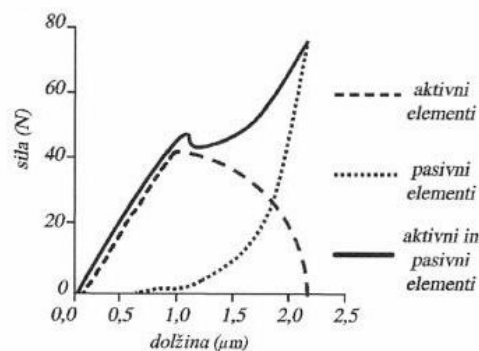
sarkomera) in trenutno dolžino mišice. Odnos se izmeri v izometričnih pogojih pri maksimalni aktivaciji mišice. Izometrični pogoji se lahko nanašajo na dolžino celotne mišice, dolžino mišičnega vlakna ali pa na dolžino sarkomere. To je odvisno od tega, kateri sistem se proučuje. Padec prekinjenih črtic pomeni, da se tanka in debela vlakna ne prekrivajo več, zato mišica ni sposobna razviti sile. V tem primeru mišico pred pretrgom zaščitijo pasivni elastični elementi. Struktura, ki drži sarkolemo v svoji obliki, se imenuje *cytoskeleton*. Slednji določa dolžino mišice. Ko prično mišico raztezati preko njene fiziološke dolžine, prične sila mišice upadati. Sledeče tri slike to mehaniko tudi grafično prikazujejo.



SLIKA 13. SPREMEMBE SILE GLEDE NA DOLŽINO (HERZOG, 1994).



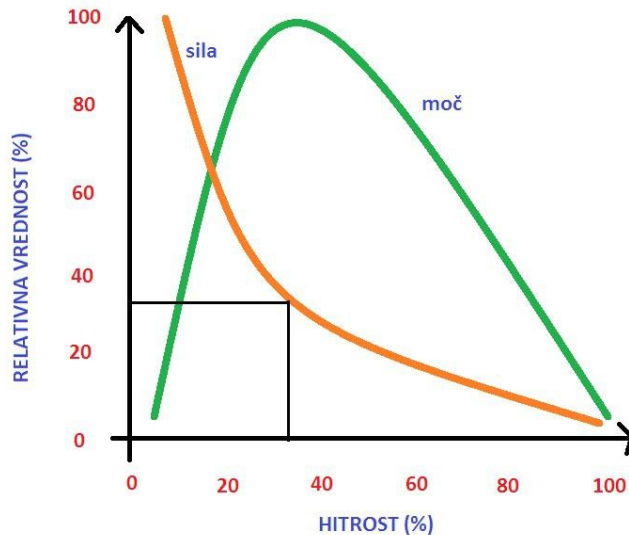
SLIKA 14. PREKRIVANJE AKTINSKIH IN MIOZINSKIH VLAKEN (EDMAN IN REGIANI, 1987).



SLIKA 15. ODNOS SILE: DOLŽINA MIŠICE (RALSTON IDR., 1947).

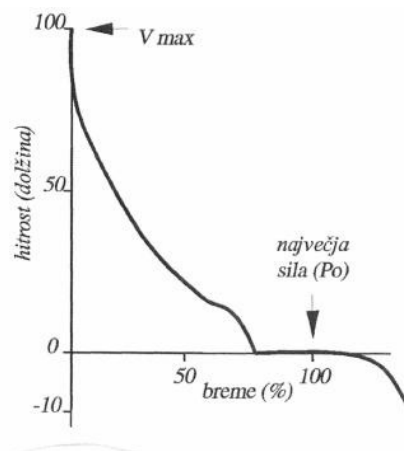
1.6.3 Odnos sila/hitrost mišice

Ena najpomembnejših mehanskih značilnosti živčno-mišičnega sistema je razmerje sila-hitrost. Z večanjem teže bremena se njegova hitrost zmanjšuje. Področje hitrosti okoli nič je povezano z maksimalno močjo, področje največje hitrosti je povezano s hitrostjo, področje okoli 20% do 50% največje hitrosti pa je povezano s hitro močjo. V tem področju je mehanska moč ($\text{sila} \times \text{hitrost}$) največja (Strojnik, 1997).



SLIKA 16. SPREMEMBA SILE IN MEHANSKE MOČI (SILA X HITROST) GLEDE NA HITROST GIBANJA (STROJNIK, 1997)

Slika 16 prikazuje spremembo sile in mehanske moči glede na hitrost gibanja, večja kot je hitrost gibanja, manjšo silo lahko razvijajo mišice. Krivulja sila/hitrost označuje mejo mišične zmogljivosti. Za vadbo moči mora biti sila pri dani hitrosti blizu krivulje, ker drugače ni vadbene učinka.



SLIKA 17. ODNOS SILA : HITROST (EDMAN, 1988).

Slika 17 prikazuje odnos sile in hitrosti, kjer je največja sila v območju P0 ter najmanjša pri največji hitrosti.

Dedić (2009) navaja, da odnos *sila/hitrost* definiramo kot razmerje med največjo silo mišice in njeno trenutno spremembo dolžine. Največjo hitrost lahko mišica doseže le, če ni obremenjena. S povečevanjem obremenitve pa hitrost mišice pada. Največjo silo razvije mišica takrat, ko je njena dolžina konstantna (območje P0). V trenutku, ko zunanja sila preseže največjo silo mišice, se prične mišica raztezati.

Kadar je zunanja sila večja od sile, ki jo razvije mišica govorimo o ekscentrični kontrakciji. Dokler je zunanja sila manjša od sile, ki jo razvijejo mišice, pa govorimo o koncentrični kontrakciji.

Po Strojniku (2009) sila s hitrostjo pada zaradi:

- ▶ Z večjo hitrostjo krajšanja mišice se zmanjša število prečnih mostičev (se ne "ujemajo").
- ▶ Sila, ki jo razvije prečni mostič se s hitrostjo manjša.
- ▶ Mišična celica potuje po znotraj in zunaj celični tekoč in največji notranji upor zaradi viskoznosti

V sledečem delu poglavja navajamo predmet in problem dela.

1.7 Predmet in problem dela

Predmet in problem diplomskega dela se nanašata na različne oblike skokov pri nogometaših med 15. in 19. letom starosti. Namen diplomske naloge je analizirati tri različne oblike skokov, s katerimi bomo pridobili vpogled v nogometaševu odzivno moč in z njo povezano silo, ki jo proizvede pri vertikalnih skokih. Opisali bomo tudi telesni in gibalni razvoj nogometaša do 19. leta starosti ter tako v raziskavi razdelili skoke na tri večje skupine, in sicer na skoke iz počepa, globinske skoke ter tri vezane skoke, pri katerih bom izmeril skoke z uporabo rok in skoke brez uporabe rok. Pri tem bomo skušali ugotoviti neposreden vpliv rok na odzivno višino pri skokih in tudi indeks telesne mase ter vpliv pripadnosti starostnim skupinam na določen skok.

Nogometna igra je hitra in nepredvidljiva, zato morajo biti igralci tudi hitri in eksplozivni pri različnih gibanjih. Lep pokazatelj eksplozivne moči nogometaša je lahko odzivna moč, ki jo lahko merimo s tenziometrijsko ploščo in z različnimi skoki. Namen te diplomske naloge je dobiti tudi vpogled v različne vplive na višino skoka in njeno odzivno moč pri skokih, med katerimi je najpogosteje predstavljen ravno vpliv rok. Drugi vplivi, ki jih bomo skušali razčleniti in raziskati, kot že omenjeno, so indeks telesne mase ter starostna skupina nogometaša.

Vsebina diplomskega dela bo zato lahko v pomoč trenerjem (kondicijskim, individualnim, itd.) pri analiziranju vplivov na odzivno moč pri nogometaših, ki bodo svoje vaje lahko prilagodili danim rezultatom. Uporabna bo tudi za razvoj moči tako eksplozivne kot tudi maksimalne moči, saj so pri teh skokih osnova skokov ravno prisotnost eksplozivnih in maksimalnih gibov. Na Gimnaziji Ljubljana Šiška bomo lahko s pomočjo te raziskovalne diplomske naloge dobili vpogled na razvoj odzivne moči glede na starostno skupino dijakov nogometašev, in s tem posledično olajšali načrtovanje treningov za posamezno starostno skupino posebej (v našem primeru, nogometni oddelki). Glede na vpliv indeksa telesne mase na odzivno moč in odzivno višino, bomo lahko tudi tu dobili novo dimenzijo sestave in zgradbe telesa kakovostnega nogometaša glede na pripadnost starostni skupini.

1.8 Cilji in hipoteze

V skladu z osnovnim namenom raziskovalne naloge in opredeljenim predmetom in problemom raziskovanja so bili postavljeni naslednji cilji:

1. Ugotoviti različne vplive na odzivno moč pri skokih na tenziometrijski plošči pri nogometaših starih med 15 in 19 let.
2. Ugotoviti, ali obstaja povezanost med uporabo zgornjega dela telesa (rokami) ter rezultati vseh treh skokov.
3. Ugotoviti, ali obstaja povezanost med indeksom telesne mase posameznika in rezultatih skokov pri vseh treh oblikah.
4. Ugotoviti, ali obstaja statistična razlika med starostnimi nogometnimi razredi merjencev pri vseh treh skokih.
5. Ugotoviti povezanost med rezultatom globinskega skoka in proizvedeno silo med skokom.

V diplomski nalogi smo glede na postavljeni predmet, problem in cilj raziskovanja postavili naslednje hipoteze:

- H1** Igralci z uporabo rok dosežejo višjo odzivno višino pri vseh treh skokih (globinski skok s klopi visoke 30 cm v dorzalni tehniki, skok iz počepa, trije vezani skoki v dorzalni tehniki).
- H2** Igralci s slabšim razmerjem med težo in višino dosežajo manjšo višino odziva pri vseh treh skokih.
- H3** Igralci nižjih starostnih razredov dosežajo manjšo odzivno višino pri vseh treh skokih.
- H4** Igralci s slabšo odzivno višino pri globinskem skoku proizvedejo več odzivne sile.

2. POGLAVJE • METODE DE LA

2.1 Preizkušanci

V vzorec merjencev smo zajeli 58 dijakov (nogometašev), ki obiskujejo nogometne razrede v Gimnaziji Ljubljana Šiška v Ljubljani, starih med 15 in 19 let, pri čemer smo zajeli vse letnike srednje šole. Igralci so bili v času meritev zdravi, brez telesnih poškodb in drugih omejitev, ki bi lahko vplivale na rezultate testiranja.

2.2 Pripomočki

Meritve so bile izvedene s pomočjo profesorja Danila Emberšiča na Gimnazija Ljubljana Šiška (GLŠ) s pomočjo tenziometrijske plošče (preproge) *Ergojump Bosco System™* (EBS), ki meri silo ter višino odri va, kot to prikazujemo na slikah 18 in 19. Na napravo smo priklopili prenosni računalnik, ki je takoj prikazoval rezultate, ki smo jih takoj vnašali v program Microsoft Excel 2003. Vse meritve smo izvedli v mesecu maju, saj so bili vsi igralci tudi v tekmovalnem obdobju. Igralcem smo pred testiranjem izmerili višino ter težo, da smo lahko dobili vpogled v njihov ITM. Vsak igralec (dijak) je izvedel 6 različnih oblik skokov. Prvi je bil skok iz počepa, drugi globinski skok, čemur so na koncu sledili še trije vezani skoki. Vse tri oblike skokov so dijaki morali izvesti tudi brez uporabe rok. Vsak preizkušanec je imel dva poskusa pri vsakem skoku. Podatke smo obdelali na oddelku za računalniško obdelavo podatkov na Fakulteti za šport v Ljubljani s statističnim paketom SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences™*). Verjetnost povezav med spremenljivkami smo testirali s *Paired Samples T Test*-om, *Analyze variance* (ANOVA™) ter korelacijsko analizo.



SLIKA 18. PRIKAZ NAPRAV S KATERIMI SMO MERILI SKOKE.

Slika 18 prikazuje tenziometrijsko ploščo Ergojump Bosco System (EBS) ter prenosni računalnik, ki je služil za vpisovanje rezultatov v program Microsoft Excel 2003.



SLIKA 19. PRIKAZ GLOBINSKEGA SKOKA S POMOČJO ROK

Slika 19 prikazuje globinski skok pomočjo rok v dorzalni tehniki doskoka.

2.3 Postopek

Med treningom posameznega nogometnega razreda smo vsakega merjenca po 10 minutnem ogrevanju izmerili s testi odriava po metodi EBS, sledeč metodologiji Cherubinija idr., (2001).

V veliko pomoč je bil Danilo Emberšič, ki ima s tem dolgoletne izkušnje. Meritve smo morali izvesti za vsak razred posebej. To smo najlaže izvedli med treningi nogometnih razredov, ki so ločeni po starosti. Ta merjenja so izvedena v dvorani, saj morajo biti ustvarjeni idealni pogoji, kjer ni vplivov zunanjih dejavnikov ter kjer imajo preizkušenci tudi pravilno obutev (dvoranski copati).

Vsak preizkušanec (igralec/dijak) je izvedel šest (6) različnih oblik skokov. Prvi izvedeni je bil skok iz počepa, drugi globinski skok ter na koncu še trije vezani skoki. Vse tri skoke smo morali izvesti tudi brez uporabe rok, tako da je na koncu vsak preizkušanec opravil šest (6) skokov, saj je imel vsak od dijakov vsakič po dva poskusa. To privede do tega, da posamezen preizkušanec izvede skupaj dvanajst (12) skokov, kjer smo v meritev izbrali najboljšega izmed dveh skokov. Pred začetkom izvajanja skokov so bila merjencem podana navodila, in sicer, naj se od podlage odrinejo čim hitreje in čim više. Med izvajanjem skokov so bili merjenci opozorjeni na napačne izvedbe le-tega. S tem smo izločili vpliv nerazumevanja navodil s strani preizkušancev.

Rezultate, katere je izmeril računalnik in naprava za merjenje višine in sile odriva, smo obdelali s pomočjo programa Microsoft Excel 2003. Naredili smo tudi statistično analizo s pomočjo računalniškega programa SPSS. Podatke smo obdelali na oddelku za računalniško obdelavo podatkov na Fakulteti za šport v Ljubljani s statističnim paketom SPSS. Verjetnost povezav med spremenljivkami smo testirali s *Paired Samples T Test*-om, *Analyze variance* (ANOVA) ter korelacijsko analizo.

V naslednjem poglavju navajamo rezultate raziskave ter razlago le-teh.

3. POGLAVJE • **REZULTATI**

3.1 Osnovna statistika meritev

Za preverjanje veljavnosti rezultatov smo uporabili teste osnovne statistike, predvsem pa test normalnosti porazdelitve, ki kaže, ali so rezultati normalno razporejeni po krivulji normalne porazdelitve. V osnovno statistiko smo zajeli povprečja, standardne odklone ter značilnosti vseh spremenljivk, ki smo jih odmerili. Tabela 3 kaže starostne skupine in njihove odstotke. Opazimo, da je odstotek pri vseh letih podoben, le en igralec je bil rojen leta 1998 (v nadaljevanju: letnik), saj je bil vpisan v šolo predčasno. Predstavljeno imamo tudi razdelitev na kategorije indeksa telesne mase, kjer opazimo, da je več kot 70% igralcev v območju normalno težkih igralcev, medtem ko je 17,2% igralcev, ki sodijo v kategorijo podhranjenosti prve stopnje. V skupino debelosti prve stopnje je bilo izmerjenih sedem igralcev, kar predstavlja 12,1% našega vzorca, tj. skupine vseh igralcev, ki so bili zajeti v raziskavo.

		Frekvenca	Odstotek	Kumulativni odstotek
Letnik rojstva	1994	12	20,7	20,7
	1995	13	22,4	43,1
	1996	12	20,7	63,8
	1997	20	34,5	98,3
	1998	1	1,7	100,0
	Skupaj	58	100,0	
podhranjenost		10	17,2	17,2
normalna teža		41	70,7	87,9
debelost 1. stopnje		7	12,1	100,0
Skupaj		58	100,0	/

TABELA 3. RAZDELITEV IGRALCEV NA STAROST IN KATEGORIJE ITM.

Tabela 3 prikazuje razdelitev igralcev na starost in kategorije ITM, prikazane z odstotki.

V tabeli 4, spodaj, predstavljamo osnovno statistiko, v kateri smo preverjali normalnost porazdelitve spremenljivk. Ker so pri vseh spremenljivkah značilnosti segale preko 0,05 vrednosti, smo s tem hkrati preverili normalnost porazdelitve spremenljivk. To je hkrati pomenilo, da so vsi testi, ki smo jih v nadaljevanju izvajali, parametrični. Testi, ki smo jih v nadaljevanju, torej, izvajali pa so: Kolmogorov-Smirnov test, *Paired Samples T* test, test ANOVA, homogenost varianc ter korelacija.

	N	Parametri normalnosti		Kolm.- Smirnov test	značilnost
		Povp rečje	Std. odklon		
Telesna višina	58	1785,3	51,8	0,72	0,67
Telesna teža	58	712,5	79,7	0,59	0,88
Indeks telesne mase	58	22,3	2,1	1,0	0,24
Vertikalen skok iz počepa brez rok (v cm)	58	37,9	3,9	0,55	0,92
Vertikalen skok iz počepa z rokami (v cm)	58	44,3	4,5	0,51	0,95
Razlika dolžin skokov (vertikalen skok iz počepa brez rok - vertikalni skok iz počepa z rokami)	58	6,4	2,4	0,62	0,84
Trije vezani vertikalni skoki brez rok (v cm)	58	34,0	5,5	0,61	0,85
Izmerjena moč (trije vezani vertikalni skoki brez rok) (Watt)	58	49,9	8,3	0,53	0,94
Trije vezani vertikalni skoki z rokami (v cm)	58	40,9	5,4	0,63	0,82
Izmerjena moč (trije vezani vertikalni skoki z rokami) (Watt)	58	58,5	8,8	0,85	0,47
Razlika dolžin skokov (trije vezani vertikalni skoki brez rok - trije vezani vertikalni skoki z rokami)	58	6,9	3,5	0,49	0,97
Razlika moči (trije vezani vertikalni skoki brez rok - trije vezani vertikalni skoki z rokami)	58	8,6	4,9	0,45	0,99
Vežan skok s klopi 30 cm brez rok (v cm)	58	34,3	5,2	0,63	0,83
Izmerjena moč (vežan skok s klopi 30 cm brez rok) (Watt)	58	51,3	9,8	0,51	0,96
Vežan skok s klopi 30 cm z rokami (v cm)	58	41,1	5,8	0,79	0,56
Izmerjena moč (vežan skok s klopi 30 cm z rokami)	58	57,5	10,1	0,58	0,89
Razlika dolžin skokov (vežan skok s klopi 30 cm brez rok - vežan skok s klopi 30 cm z rokami)	58	6,9	3,0	0,54	0,93
Razlika moči (vežan skok s klopi 30 cm brez rok - vežan skok s klopi 30 cm z rokami)	58	6,2	5,4	0,49	0,97

Skupno povprečje dolžin vseh 6ih skokov, z rokami in brez rok	58	38,7	4,3	0,65	0,79
Skupno povprečje moči vseh 6ih skokov, z rokami in brez rok	58	54,3	8,4	0,46	0,98
Uspešnost skoka (povprečje vseh 6ih skokov + ter povprečje vseh moči)	58	93,0	12,1	0,63	0,82

TABELA 4. PRIKAZ VREDNOSTI SPREMENLJIVK (POVPREČJE, STANDARDNI ODKLON, ZNAČILNOSTI).

Tabela 4 prikazuje vrednosti spremenljivk vseh igralcev povprečja, standardni odkloni ter značilnosti normalnosti porazdelitve, kot smo to opisali v predhodnem besedilu.

3.2. Vpliv uporabe rok na skoke vseh treh oblik

Kot eden glavnih ciljev, ki smo jih skušali doseči, je bil preveriti vpliv uporabe rok pri vseh treh oblikah skokov. Postavili smo tudi hipotezo, da igralci z uporabo rok dosežejo višjo odzivno višino pri vseh treh skokih (globinski skok s klopi visoke 30 cm, skok iz počepa, trije vezani skoki), kjer so bili skoki izvedeni v dorzalni tehniki skoka.

Za sprejetje hipoteze smo uporabili *Paired Samples T Test* pri katerem smo preverjali, ali je povprečna vrednost razlike vrednosti dveh spremenljivk pri istih enotah manjša oziroma večja od vrednosti (tj. neenaka) nič. Vidimo, da je povprečna vrednost dolžine skoka vedno večja pri tehniki z uporabo rok, saj so povprečja skokov večja za približno 6–7 cm.

Statistično značajnost teh razlik pa nam pokaže test značajnosti oz. značilnosti, ki je razviden iz tabele 5. Vse značilnosti so manjše od 0,05, s čimer hipotezo o enakosti povprečij zavrnemo in sprejmemo nasprotno. Sklepamo, da igralci z uporabo rok dosežejo višjo odzivno višino pri vseh treh skokih. Hipoteza H1 je tako potrjena in sprejeta.

		Povprečje	N	Std. odklon	Std. napaka povprečja	Značilnost
Par 1	Vertikalni skok iz počepa brez rok	37,9	58	3,9	0,52	0,00
	Vertikalni skok iz počepa z rokami	44,3	58	4,5	0,58	
Par 2	Trije vezani vertikalni skoki brez rok	34,0	58	5,5	0,73	0,00
	Trije vezani vertikalni skoki z rokami	40,9	58	5,4	0,71	
Par 3	Vežan skok s klopi 30 cm brez rok	34,3	58	5,2	0,68	0,00
	Vežan skok s klopi 30 cm z rokami	41,1	58	5,8	0,76	

TABELA 5. PRIKAZ VREDNOSTI PAIRED SAMPLES T TESTA (POVPREČJE IN ODKLON) IN NJIHOVE ZNAČILNOSTI.

Tabela 5 prikazuje vrednosti *Paired Samples T* testa, kjer sta prikazani povprečje in standardni (std.) odklon treh parov, kjer je prikazana tudi značilnost testa.

3.3 Vpliv ITM na skoke vseh treh oblik

Indeks telesne mase je drugi večji dejavnik, ki bi lahko vplival na vse tri oblike skokov. Z meritvijo in vključitvijo le-tega smo skušali preveriti ali igralci s slabšim razmerjem med težo in višino dosegajo manjšo višino odziva pri vseh treh oblikah skokov. Za verifikacijo hipoteze smo uporabili metodo analize variance (ANOVA) s katero smo preverjali značilnosti razlik med povprečji na populaciji v več skupinah. Spremenljivko, po katerih smo enote razdelili na skupine, smo imenovali ITM, ki ima 3 vrednosti. Značilnosti Levenovega testa so pri vseh oblikah skokov brez rok in z rokami večja od 0,05, kar prikazujemo v tabeli 6.

	Levenov test	df1	df2	Značilnost
Vertikalen skok iz počepa brez rok	0,08	2	55	0,92
Trije vezani vertikalni skoki brez rok	0,71	2	55	0,49
Vežan skok s klopi 30 cm brez rok	1,85	2	55	0,17
Vertikalen skok iz počepa z rokami (v cm)	2,29	2	55	0,11
Trije vezani vertikalni skoki z rokami (v cm)	0,23	2	55	0,79
Vežan skok s klopi 30 cm z rokami (v cm)	0,08	2	55	0,93

TABELA 6. PRIKAZ TESTA HOMOGENOSTI VARIANC (LEVENOV TEST) ZA SKOKE BREZ UPORABE IN Z UPORABO ROK.

Tabela 6 prikazuje Levenov test, tj. test homogenosti varianc, za skoke brez uporabe in z uporabo rok.

Za preizkus enakosti aritmetičnih sredin je veljaven test ANOVA, ki je razviden v tabeli 7, kjer so ponazorjene aritmetične sredine ter njihova značilnost. Ker je bila značilnost aritmetičnih sredin povsod manjša od 0,05, zavrnemo postavko o enakosti povprečij pri vseh skokih v tehniki brez rok ter tudi pri skokih z uporabo rok.

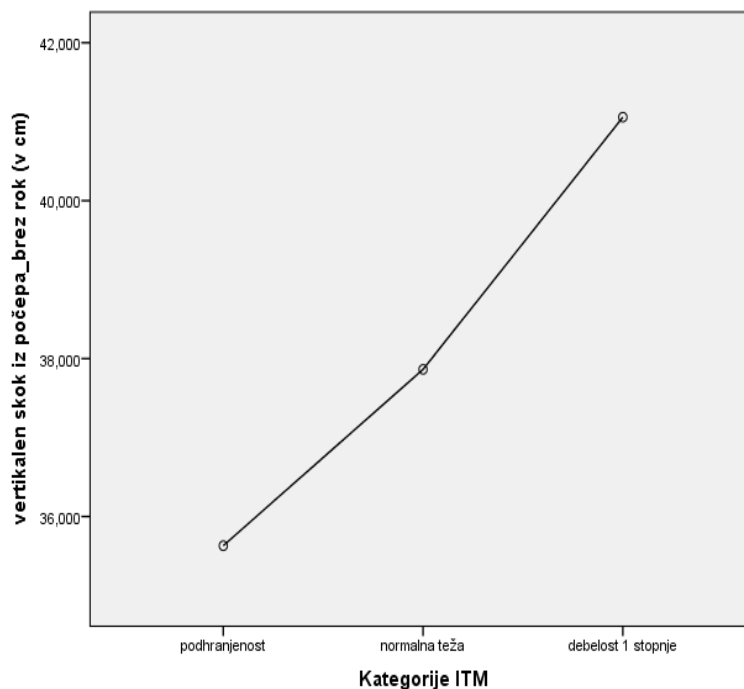
		Vsota	df	Arit. sredina	F	Značilnost
vertikalni skok iz počepa brez rok	Med skupinami	121,3	2	60,6	4,3	0,02
	Znotraj skupine	771,4	55	14,0	/	/
	Skupaj	892,7	57	/	/	/
trije vezani vertikalni skoki brez rok	Med skupinami	116,1	2	58,0	3,9	0,01
	Znotraj skupine	1623,1	55	29,5	/	/
	Skupaj	1739,2	57	/	/	/
vezan skok s klopi 30 cm brez rok	Med skupinami	109,4	2	54,7	3,1	0,01
	Znotraj skupine	1434,9	55	26,1	/	/
	Skupaj	1544,4	57	/	/	/
vertikalni skok iz počepa z rokami (v cm)	Med skupinami	125,1	2	62,5	3,4	0,04
	Znotraj skupine	1005,6	55	18,3	/	/
	Skupaj	1130,7	57	/	/	/
trije vezani vertikalni skoki z rokami (v cm)	Med skupinami	199,8	2	99,9	3,8	0,03
	Znotraj skupine	1465,1	55	26,6	/	/
	Skupaj	1664,9	57	/	/	/
vezan skok s klopi 30 cm z rokami (v cm)	Med skupinami	58,3	2	29,1	3,9	0,03
	Znotraj skupin	1846,7	55	33,6	/	/
	Skupaj	1905,0	57	/	/	/

TABELA 7. PRIKAZ TESTA ENAKOSTI ARITMETIČNIH SREDIN ZA SKOKE BREZ UPORABE IN Z UPORABO ROK.

Tabela 7 prikazuje test ANOVA za skoke brez in z uporabo rok, ki vključuje aritmetične sredine in značilnosti.

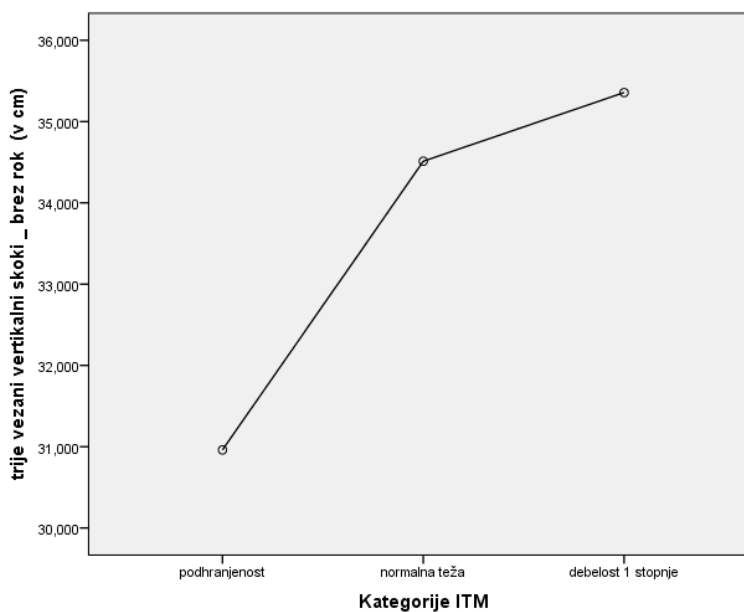
Ugotovili smo, da tisti preizkušanci, pri katerih smo ugotovili podhranjenost prve stopnje, izvedejo skoke z najmanjšo višino skoka pri vseh oblikah skokov. Pri vseh šestih skokih smo ugotovili tudi, da pri tehniki brez rok najbolje skačejo močnejši igralci (debelost 1 stopnje) ter, da so pri tehniki z rokami v prednosti igralci z normalno težo. S tem je hipoteza H2 tudi delno sprejeta. To kaže na viden vpliv indeksa telesne mase na končen skok pri vseh šestih oblikah. Povprečja aritmetičnih sredin so vidna na vseh šestih grafih, tj. slikah od številke 20–25, ki prikazujejo tudi višino pri vseh oblikah skokov z uporabo in brez uporabe rok v odvisnosti od ITM.

3.3.1 Grafični prikaz vpliva ITM na skoke vseh treh oblik



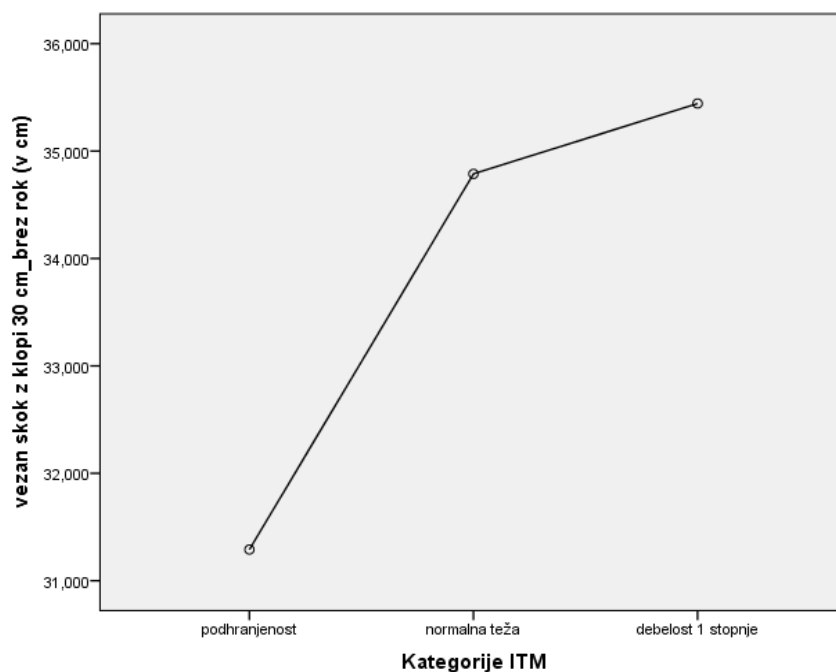
SLIKA 20. PRIKAZ VIŠINE VERTIKALNEGA SKOKA IZ POČEPA BREZ ROK V ODVISNOSTI OD VREDNOSTI ITM.

Slika 20 prikazuje višino pri skoku iz počepa brez rok v odvisnosti od ITM, ki so razdeljene na tri skupine (podhranjenost, normalna teža, debelost prve stopnje).



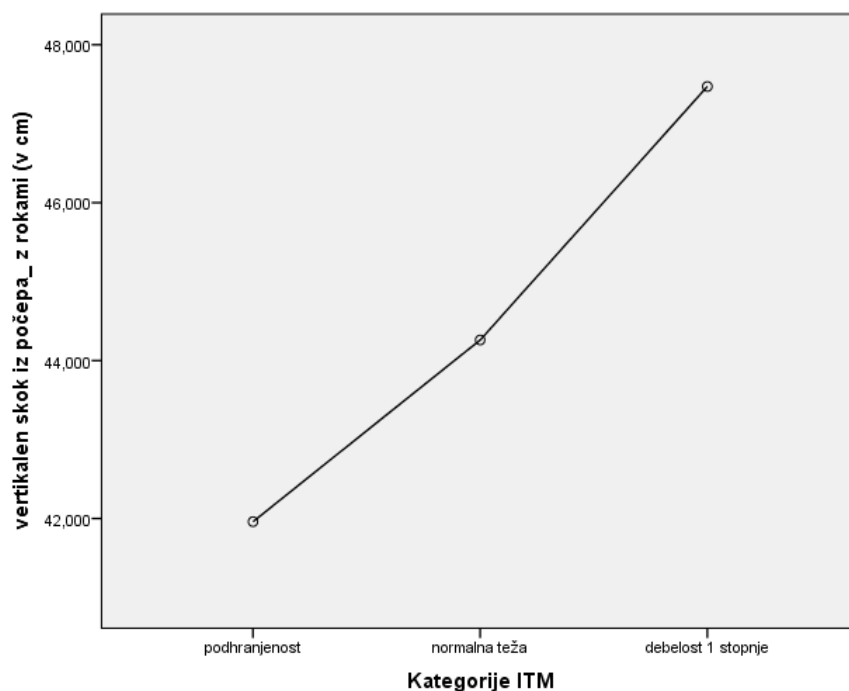
SLIKA 21. PRIKAZ VIŠINE TREH VEZANIH SKOKOV (3 JUMP) BREZ ROK V ODVISNOSTI OD VREDNOSTI ITM.

Slika 21 prikazuje višino treh vezanih skokov (*3 jump*) brez rok v odvisnosti od ITM, ki je razdeljen na tri skupine (podhranjenost, normalna teža, debelost prve stopnje). Razvidno je, da imajo igralci, katerim je bila ugotovljena podhranjenost prve stopnje, najmanjši skok, močni igralci pa najvišji skok.



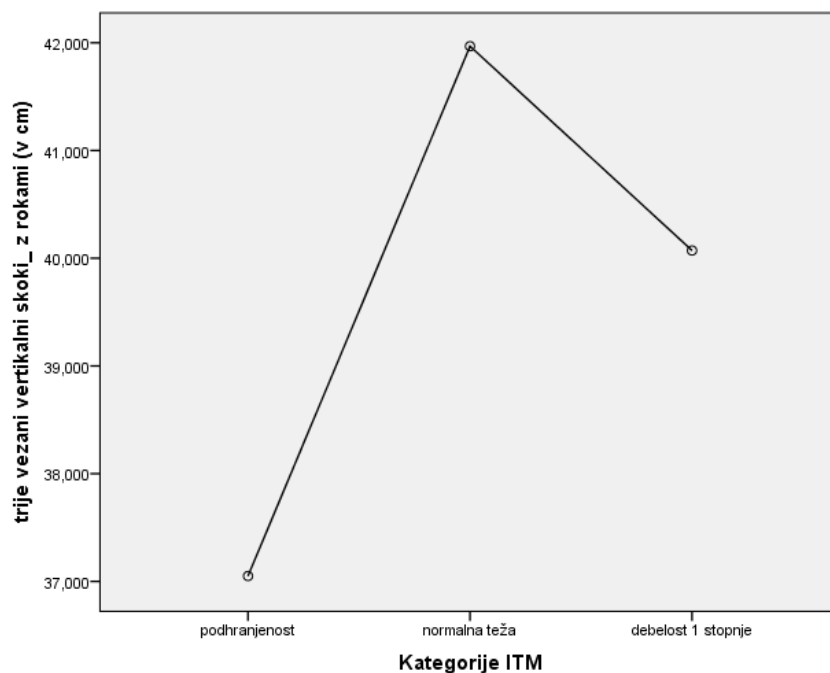
SLIKA 22. PRIKAZ VIŠINE GLOBINSKEGA SKOKA BREZ ROK V ODVISNOSTI OD VREDNOSTI ITM.

Slika 22 prikazuje višino globinskega skoka brez rok v odvisnosti od indeksa telesne mase, ki je razdeljen na tri skupine (podhranjenost, normalna teža, debelost prve stopnje). Zopet je razvidno, da imajo tisti igralci, ki spadajo v kategorijo podhranjenosti prve stopnje, najmanjši skok, medtem ko imajo močni igralci najvišji skok.



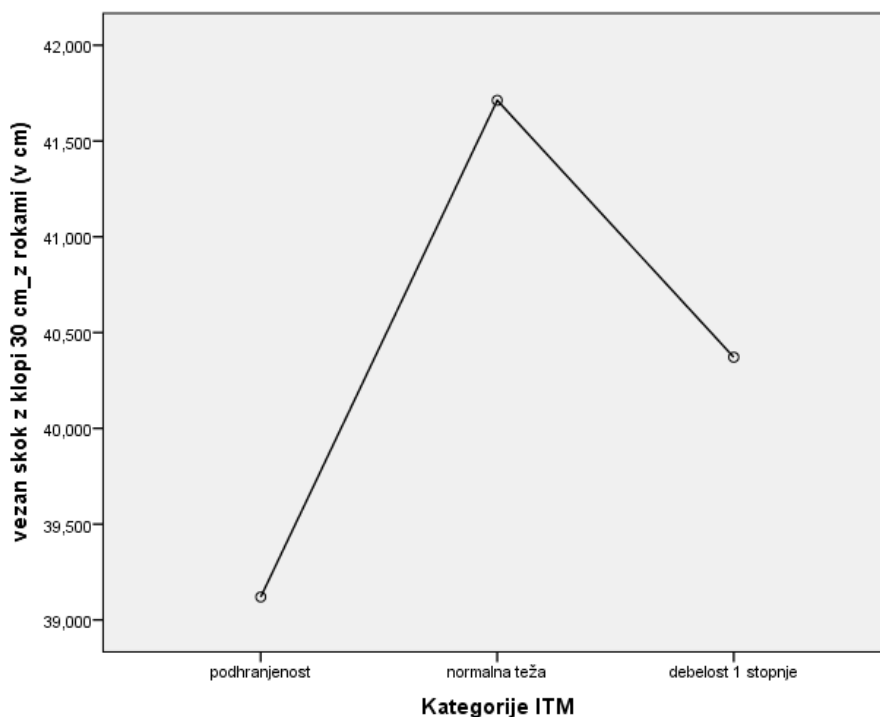
SLIKA 23. PRIKAZ VIŠINE VERTIKALNEGA SKOKA IZ POČEPA Z ROKAMI V ODVISNOSTI OD VREDNOSTI ITM.

Slika 23 prikazuje odzivno višino pri skoku iz počepa z rokami v odvisnosti od ITM, ki so razdeljene na tri skupine (podhranjenost prve stopnje, normalna teža, debelost prve stopnje). Tudi ob tej grafični ponazoritvi je razvidno, da imajo tisti igralci, katerim je bila ugotovljena podhranjenost prve stopnje, najmanjši skok, medtem ko imajo močni igralci najvišji skok.



SLIKA 24. PRIKAZ VIŠINE TREH VEZANIH SKOKOV (3 JUMP) Z ROKAMI V ODVISNOSTI OD VREDNOSTI ITM.

Slika 24 prikazuje višino treh vezanih skokov (3 jump) z rokami v odvisnosti od ITM, ki je razdeljen na tri skupine (podhranjenost, normalna teža, debelost prve stopnje). Iz grafičnega prikaza je razvidna zelo majhna razlika višina skokov glede na ITM.



SLIKA 25. PRIKAZ VIŠINE GLOBINSKEGA SKOKA BREZ ROK V ODVISNOSTI OD VREDNOSTI ITM.

Slika 25 prikazuje višino globinskega skoka brez rok v odvisnosti od indeksa telesne mase, ki je razdeljen na tri skupine (podhranjenost, normalna teža, debelost prve stopnje). Iz grafa je zopet razvidna zelo majhna razlika višina skokov glede na ITM. Najvišji skok imajo igralci z normalno težo.

3.4 Vpliv starosti na skoke vseh treh oblik

Že pri osnovni statistiki smo igralce razdelili tudi po starostnih skupinah (letnicah rojstva oz. letnik), kjer smo ugotovili enakomerno razporeditev igralcev po starosti, se pravi se je odstotek igralcev starih v določenem letu gibal med 20 in 35% glede na vse merjence. Edini osamelec pri meritvah je bil igralec letnika 1998, primer katerega smo že opisali. Zaradi križanja grafov in tabel, tega merjenca v meritve pri vplivih starosti na skoke nismo vključili, medtem ko je bil pa v vse ostale meritve vključen. Cilj, h kateremu stremimo v raziskavi, se je nanašal na vpliv starosti na višino skoka pri vseh treh oblikah skokov. Hipoteza H3 je trdila, da igralci nižjih starostnih razredov dosegajo manjšo odzivno višino pri vseh treh skokih. Za sprejetje hipoteze smo uporabili korelacijsko analizo ter metodo ANOVA. Test korelacijske analize smo izvajali v dveh korakih, prvi je bil test vpliva, drugi pa interpretacija korelacijskega koeficienta. Najprej smo izvedli korelacijo, nato pa teste homogenosti variance

za vseh šest oblik skokov. Pri korelaciji je bila značilnost pri vseh skokih pod 0,05, zaradi česar smo postavko o nepovezanosti starosti in višino skoka zavrnili in sprejeli nasprotno. Starost torej ima vpliv na višino skoka. Korelacijski koeficient je bil povsod negativen in šibek. To pomeni, da so bile razlike majhne ter da so mlajši igralci izvajali *nižje* skoke. To je razvidno iz tabele 8 spodaj.

Za prikaz povprečij po starostnih skupinah smo uporabili test ANOVA, prikazano v tabeli 9, saj so bile značilnosti pri vseh skokih večje od 0,05. Posledično smo s tem postavko o homogenosti varianc (*qua* Levenov test) sprejeli. Povprečja aritmetičnih sredin so vidna na vseh šestih grafih, ki so prikazana v slikah 26–31.

		Letnik
vertikalen skok iz počepa brez rok	Pearsonov korelacijski koeficient	-0,32
	Značilnost	0,01
	N	57
Trije vezani vertikalni skoki brez rok	Pearsonov korelacijski koeficient	-0,29
	Značilnost	0,03
	N	57
Vezen skok s klopi 30 cm brez rok	Pearsonov korelacijski koeficient	-0,27
	Značilnost	0,04
	N	57
Vertikalen skok iz počepa z rokami	Pearsonov korelacijski koeficient	-0,22
	Značilnost	0,04
	N	57
Trije vezani vertikalni skoki z rokami	Pearsonov korelacijski koeficient	-0,31
	Značilnost	0,02
	N	57
Vezen skok s klopi 30 cm z rokami	Pearsonov korelacijski koeficient	-0,15
	Značilnost	0,04
	N	57

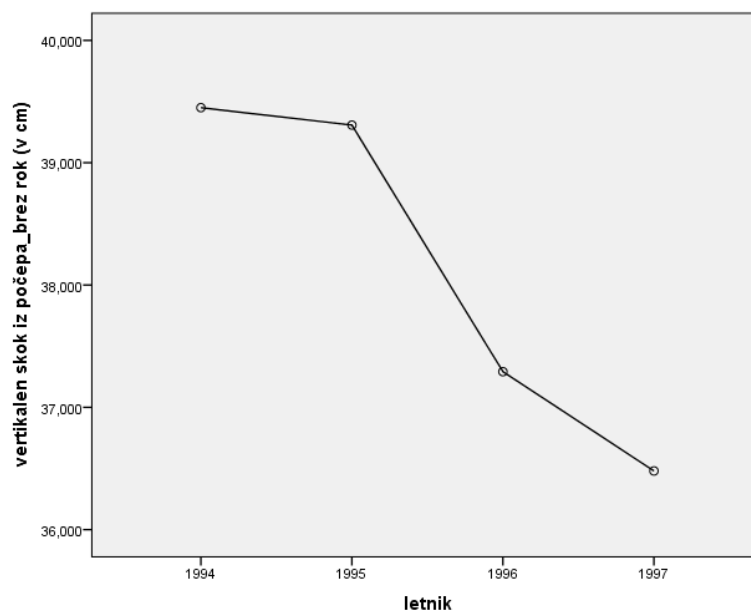
TABELA 8. PRIKAZ KORELACIJSKE ANALIZE VSEH ŠESTIH SKOKOV.

Tabela 8 prikazuje korelacijsko analizo vseh šestih skokov, tj. trije skoki brez rok ter trije skoki z uporabo rok, kjer je prikazana tudi značilnost korelacijske analize.

		Vsota	df	Arit. sredina	F	Značilnost
Vertikalen skok iz počepa brez rok (v cm)	Med skupinami	99,3	3	33,1	3,2	0,04
	Znotraj skupine	782,5	53	14,8	/	/
	Skupaj	881,8	56	/	/	/
Trije vezani vertikalni skoki brez rok (v cm)	Med skupinami	194,6	3	64,9	3,2	0,04
	Znotraj skupine	1542,3	53	29,1	/	/
	Skupaj	1736,9	56	/	/	/
Vežan skok s klopi 30 cm brez rok (v cm)	Med skupinami	123,9	3	41,3	3,8	0,02
	Znotraj skupine	1415,3	53	26,7	/	/
	Skupaj	1539,2	56	/	/	/
Vertikalen skok iz počepa z rokami (v cm)	Med skupinami	58,5	3	19,5	0,9	0,42
	Znotraj skupine	1069,7	53	20,2	/	/
	Skupaj	1128,2	56	/	/	/
Trije vezani vertikalni skoki z rokami (v cm)	Med skupinami	179,1	3	59,7	2,1	0,11
	Znotraj skupine	1485,8	53	28,0	/	/
	Skupaj	1664,9	56	/	/	/
Vežan skok s klopi 30 cm z rokami (v cm)	Med skupinami	75,4	3	25,1	0,7	0,5
	Znotraj skupine	1819,8	53	34,3	/	/
	Skupaj	1895,2	56	/	/	/

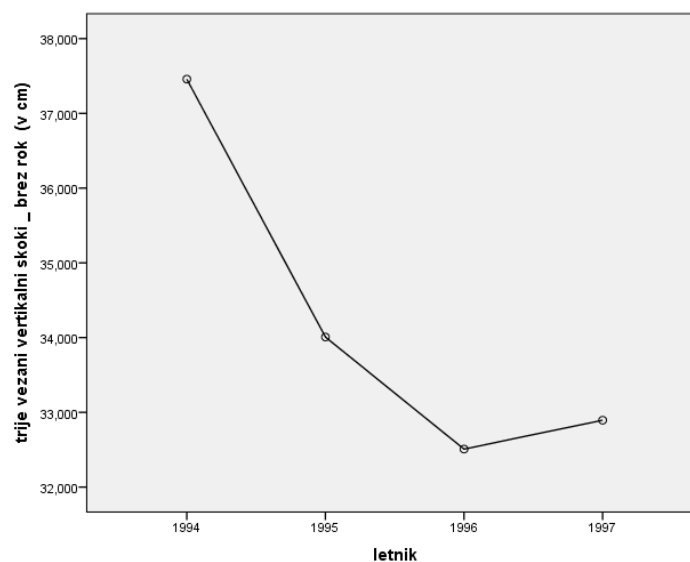
TABELA 9. PRIKAZ TESTA ANOVA ZA VSE OBLIKE SKOKOV.

Tabela 9 prikazuje test ANOVE, ki služi kot preizkus enakosti aritmetičnih sredin za vseh šest oblik skokov. V §3.4.1 sledi grafični prikaz vpliva starosti na skoke vseh treh oblik.

3.4.1 *Grafični prikaz vpliva starosti na skoke vseh treh oblik*

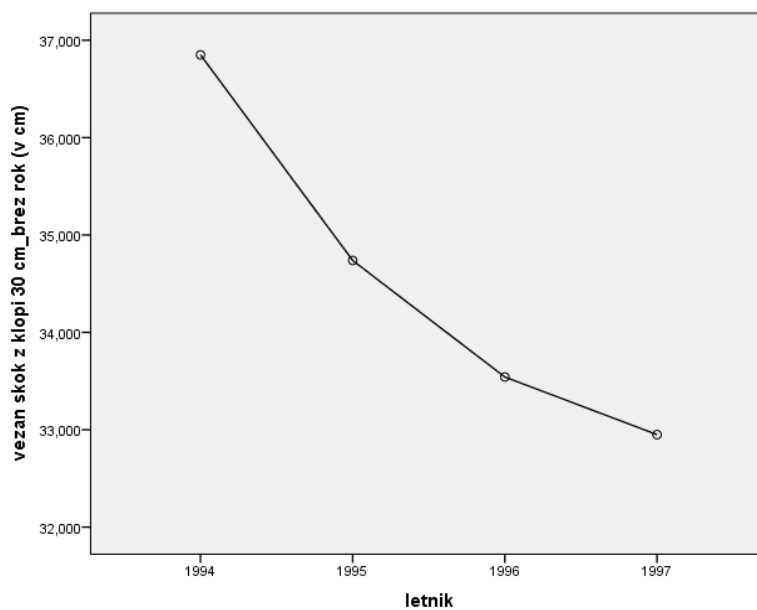
SLIKA 26. PRIKAZ VIŠINE SKOKA IZ POČEPA BREZ ROK V ODVISNOSTI OD STAROSTI.

Slika 26 prikazuje višino skoka iz počepa brez rok v odvisnosti od starosti, ki je razporejena po posameznem letu.



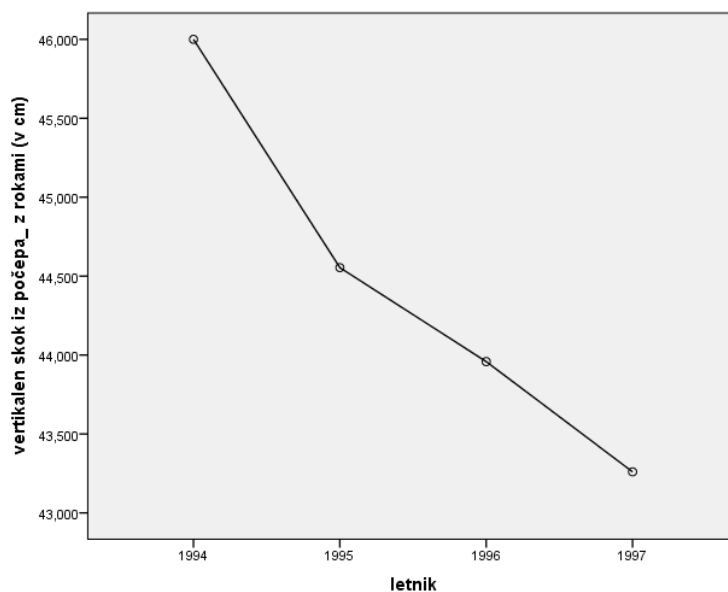
SLIKA 27. PRIKAZ VIŠINE TREH VEZANIH SKOKOV BREZ ROK V ODVISNOSTI OD STAROSTI.

Slika 27 prikazuje višino treh vezanih skokov brez rok v odvisnosti od starosti, ki je prav tako razporejena po posameznem letu.



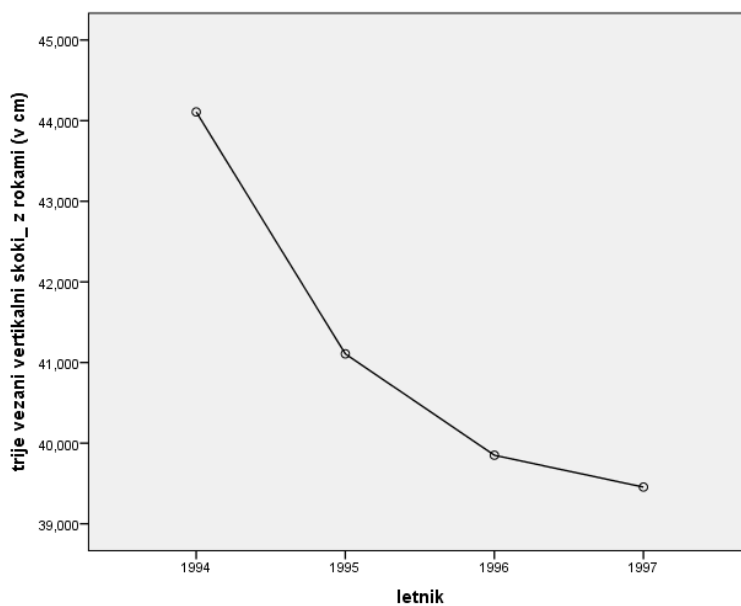
SLIKA 28. PRIKAZ VIŠINE GLOBINSKEGA SKOKA BREZ ROK V ODVISNOSTI OD STAROSTI.

Slika 28 prikazuje višino globinskega skoka brez rok v odvisnosti od starosti, katero smo prav tako razporedili po vsakem letu posebej.



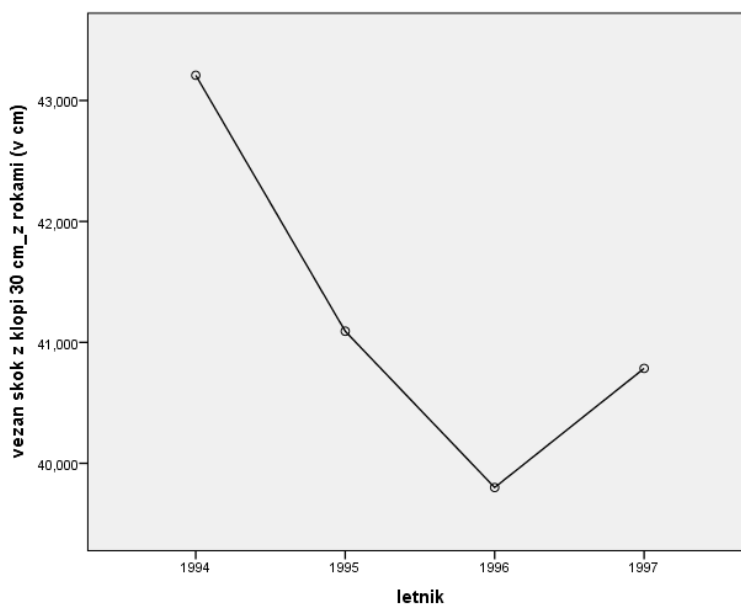
SLIKA 29. PRIKAZ VIŠINE SKOKA IZ POČEPA Z ROKAMI V ODVISNOSTI OD STAROSTI.

Slika 29 prikazuje višino skoka iz počepa z rokami v odvisnosti od starosti, katero smo razporedili po letniku.



SLIKA 30. PRIKAZ VIŠINE TREH VEZANIH SKOKOV Z ROKAMI V ODVISNOSTI OD STAROSTI.

Slika 30 prikazuje višino treh vezanih skokov z rokami v odvisnosti od starosti, razporejeno po letniku.



SLIKA 31. PRIKAZ VIŠINE GLOBINSKEGA SKOKA Z ROKAMI V ODVISNOSTI OD STAROSTI.

Slika 31 prikazuje višino globinskega skoka z rokami v odvisnosti od starosti, razporejeno po letniku.

3.5 Vpliv odzivne moči na globinske skoke brez in z uporabo rok

Z zadnjo hipotezo H4 smo skušali preveriti ali igralci s slabšo odzivno višino pri globinskem skoku proizvedejo več odzivne sile, kar pomeni, da operirajo z večjo odzivno močjo. Eden od naših ciljev je bil tudi ugotoviti, koliko odzivne moči proizvedejo igralci pri globinskih skokih v soodvisnosti uporabe rok. Skušali smo ugotoviti, kje igralci proizvedejo več odzivne moč oz. ali operirajo z večjo odzivno močjo pri uporabi rok ali brez uporabe rok. Za preverjanje hipoteze smo uporabili korelacijsko analizo. Ker je bila značilnost pri obeh testih korelacijske analize pod 0,05, smo postavko o nepovezanosti izmerjene moči in višino globinskega skoka zavrnil in sprejeli nasprotno. Višina skoka in izmerjena moč sta torej povezani. Korelacijski koeficient je povsod pozitiven in močen. Na podlagi tega sklepamo, da so razlike velike ter da igralci, ki dosežejo večjo odzivno višino, hkrati razvijejo večjo odzivno moč.

		Večan skok s klopi 30 cm brez rok (v cm)
Izmerjena moč (večan skok s klopi 30 cm—brez rok) (Watt)	Pearsonov korelacijski koeficient	0,82
	Značilnost	0,00
	N	58
Izmerjena moč (večan skok s klopi 30 cm z rokami)	Pearsonov korelacijski koeficient	0,73
	Značilnost	0,00
	N	58

TABELA 10. PRIKAZ KORELACIJSKE ANALIZE.

Tabela 10 prikazuje korelacijsko analizo med izmerjeno odzivno močjo in višino globinskega skoka brez uporabe in z uporabo rok.

V naslednjem poglavju ponujamo razpravo celotne raziskave.

4. POGLAVJE • RAZPRAVA

Nogomet je športna panoga, ki teži k hitri igri in, s tem posledično, tudi k hitrim gibom med samo tekmo. Najbolj izrazit pokazatelj teh hitrih gibov je eksplozivna moč, ki se pri skokih kaže kot odzivna moč. S pomočjo treh različnih skokov smo dobili vpogled v razvitost odzivne moči pri nogometaših. Osnovni cilj diplomske naloge je bil analizirati različne oblike skokov in ugotoviti različne vplive na odzivno moč nogometašev pri teh skokih.

Opravljen je bila osnovna statistika uporabljenih spremenljivk. Izračunane so bile aritmetične sredine, modusi, mediane, standardni odkloni uporabljenih spremenljivk. Kot smo prikazali v tabeli 4, smo dobili vpogled v dane spremenljivke. Značilnosti vseh testov (*Asymp. Sig. 2-tailed*) so nad vrednostjo 0,05, zaradi česar postavke o normalnosti porazdelitve ne moremo zavrniti. Sklepali smo, da so vse spremenljivke normalno porazdeljene, kar je hkrati pomenilo, da so vsi parametrični testi (test ANOVA, *Paired Samples Test* ter korelacija), ki smo jih v nadaljevanju izvajali, veljavni.

Prvi vpliv, ki smo ga preverili, je bil vpliv rok pri vseh treh skokih. Za sprejetje te hipoteze smo uporabili *Paired Samples T Test*, pri katerem smo preverjali povprečno vrednost razlike vrednosti dveh spremenljivk pri istih enotah, tj., če je le-ta manjša ali večja od vrednost (oziroma neenaka) nič (*qua* povprečje in odklon). Rezultati so bili pričakovani, pri čemer smo videli, da je povprečna vrednost dolžine skoka vedno večja pri tehniki z uporabo rok. Zavoljo ugotovitve statistične značajnosti oz. značilnosti te razlike smo zopet uporabili *Paired Samples T Test*, s čimer smo ugotavljali značajnost oz. značilnost testa. Izkazalo se je, da bile vse značilnosti manjše od 0,05 vrednosti, zaradi česar smo postavko o enakosti povprečij zavrnili in sprejeli nasprotno. Igralci z uporabo rok dosežejo višjo odzivno višino pri vseh treh skokih. Hipoteza H1 je bila s tem sprejeta.

Če vemo, da odzivna moč neposredno vpliva na odzivno višino, katera je določena s spremembo višine težišča na začetku in v najvišji točki skoka, in pospešek pri odzivu, lahko sklepamo, da imajo roke velik vpliv pri vseh treh oblikah skokov. Hara idr. (2005) navajajo, da kar $\frac{2}{3}$ (65,9%) odzivne moči izhaja iz spodnjih ekstremitet ter $\frac{1}{3}$ (34,1%) iz zgornjih ekstremitet, kar kaže, da uporaba rok vidno vpliva na boljšo izvedbo treh vezanih skokov. Zamah rok pri skoku izboljša tudi vertikalno komponento odzivne moči takoj po odzivu (*cf.* Payne idr., 1968). Neodvisno je bilo ugotovljeno tudi, da uporaba rok izboljša začetno (odzivno) hitrost za 6–10% (gl. Lees, Vanrenterghem, De Clercq, 2004; Luhtanen in Komi, 1979; Shetty in Etnyre, 1989; Harman idr., 1990). Feltner idr. (1999) pa so ugotovili, da je z uporabo rok moč izboljšati odzivno višino (razliko težišča telesa) za okoli 28%.

Glede na drugo hipotezo (H2), katero smo predpostavili, smo igralce razvrstili v skupine glede na razmerje med težo in višino. Dobili smo tri (3) skupine igralcev, ki so določili okvirje indeksa telesne mase (ITM). Prva je podhranjenost prve stopnje z deležem 17,2% (10 igralcev), nato je skupina, kjer je ugotovljena normalna teža z deležem 70,7% (41 igralcev), ter skupina, kjer je bila ugotovljena debelost prve stopnje, ki je zajela 12,1% (7 igralcev) deleža glede na vse merjence.

Najprej smo izvedli prikaz testa homogenosti varianc (*qua* Levenov test) za skoke brez uporabe rok (tabela št. 6) in nato še test ANOVA (tabela 8). Enako smo storili tudi za skoke z uporabo rok. Ker je bila značilnost Levenovega testa v obeh primerih večja od 0,05, postavke o enakosti varianc skupin ne moremo zavrniti. Pri testu ANOVA značajne vrednosti v obeh primerih nismo dobili, saj je bila vrednost manjša od 0,05, zaradi česar smo hipotezo o enakosti povprečij zavrnili pri vseh skokih v tehniki z rokami in v tehniki brez uporabe rok. Povprečja so razvidna na grafih, katere smo vključili v §3.4.1.

Iz raziskave je razvidno, da imajo igralci, pri katerih smo ugotovili podhranjenost prve stopnje, najmanjšo odzivno višino pri vseh treh skokih brez uporabe rok (sprememba višine težišča pred skokom in v najvišji točki skoka), medtem ko imajo močnejši merjenci najvišjo odzivno višino. To je najboljše razvidno iz grafa na slikah 26 in 27, kjer imajo igralci z ITM podhranjenosti prve stopnje za približno 5 cm manjšo odzivno višino, glede na normalno težke igralce. Pri skokih z uporabo rok prihaja do manjših razlik pri odzivni višini, kar je razvidno iz grafa na sliki številka 32. Pri skokih z uporabo rok imajo najvišji skok igralci z normalno težo. Pri vseh šestih skokih smo ugotovili, da indeks telesne mase vpliva na višino skoka, saj pri tehniki brez rok najboljše skačejo močnejši merjenci (debelost 1 stopnje). Ugotovili smo tudi, da so pri tehniki z rokami v prednosti igralci z normalno težo. S tem je hipoteza delno sprejeta.

Cantor in Conin (2006) sta analizirala 736 profesionalnih igralcev nogometa na svetovnem prvenstvu leta 2006, kjer sta prišla do rezultatov, da je 92% igralcev normalno težkih, 1% igralcev ima podhranjenost prve stopnje ter da je 7% takšnih, ki spadajo v rang debelosti prve stopnje, kar kaže da so igralci nogometa, v celoti gledano, normalno težki in imajo uravnotežen ITM. Problem lahko nastane le pri vratarjih, saj jih je bilo v raziskavi 14% takšnih, ki ne sodijo v skupino normalno težkih. Z grafom je razvidno, da ima ITM vpliv na odzivno višino in z njo povezano odzivno močjo, čeprav je igralcev, ki niso v skupini normalno težkih, malo. Pri starostni skupini med 15 in 19 let pa moramo biti pozorni tudi na razvoj nogometašev, saj se jih večina ravno takrat razvija in ITM ne more nuditi točne predstave o vplivu na igralčevo odzivno moč in odzivno višino.

Kot smo že omenili, so nogometaši, ki smo jih obravnavali v raziskavi, predstavljali štiri večje starostne skupine. Igralci so bili razdeljeni po letnikih rojstva. Tako smo skušali ugotoviti tudi vpliv starostnih razredov nogometašev na odzivno višino pri vseh treh skokih brez rok ter z rokami. Za dokazovanje hipoteze (H3) smo uporabili korelacijsko analizo ter metodo *Analyze variance*. Test korelacijske analize smo izvedli v dveh korakih, prvi je test vpliva, drugi pa interpretacija korelacijskega koeficienta. Postavko o povezanosti smo sprejeli, saj je bil korelacijski koeficient povsod negativen in šibek, kar kaže na to, da ima starost torej vpliv na višino skoka (gl. tabela 7). Iz tega sledi, da so razlike majhne ter da mlajši igralci *nižje* skačejo. To smo interpretirali s testom homogenosti varianc in testom ANOVA. Dobili smo pričakovane rezultate, ki smo jih lahko tudi razbrali na vseh šestih

grafih (gl. §3.4.1). Razlika med skoki brez uporabe rok med letnikom 1994 in 1997 je v povprečju skoraj 5 cm odrivne višine. Z uporabo rok pa je razlika nekoliko manjša, približno 4 cm odrivne višine, kakor smo prikazali v §3.4.1.

Pri tej hipotezi lahko trdimo, da je starost igralca v tem starostnem obdobju zelo pomembna, saj igralec odrašča, se razvija in se nahaja v obdobju, ko so njegove gibalne sposobnosti v razvoju, tako odrivna moč kot tudi hitrost izvedbe gibanja pri skoku. Dejavniki, ki neposredno vplivajo na igralčev razvoj v tem obdobju so tudi struktura in vsebina treningov, obdobje v katerem smo meritve izvedli ter tudi igralni položaj igralca med tekmami.

Pot, ki jo v našem primeru predstavlja višina odskoka, lahko izračunamo po sledeči formuli:

$$s = \frac{a \cdot t^2}{2}$$

Tako lahko teoretično trdimo, da je povezava med pospeškom in višino odskoka povsem logična, saj odrivna moč neposredno vpliva na pospešek pri odzivu, kar pomeni, da večji pospešek skakalca pri odskoku pomeni višjo doseženo višino odskoka. To je hkrati že potrditev zadnje hipoteze, ki smo jo tudi skušali sprejeti v naši raziskavi, kar smo grafično-statistično tudi ponazorili. Za dokazovanje zadnje hipoteze, H4, smo uporabili korelacijsko analizo med izmerjeno močjo in višino globinskega skoka brez uporabe rok in kasneje še z uporabo rok.

Ker je bila značilnost vseh testov pod 0,05 vrednosti, smo postavko o nepovezanosti zavrnilo in sprejeli nasprotno. Višina skoka in izmerjena moč sta povezani. Korelacijski koeficient je bil povsod pozitiven in močen. To pomeni, da so razlike velike ter igralci, ki dosežejo večjo odzivno višino, hkrati razvijejo večjo odzivno moč. S tem smo dokazali praktično aplikacijo zgoraj navedene formule. Povsem logično je, torej, da tisti, ki bo uporabil več moči pri odzivu, bo s tem posledično izvedel skok z večjim pospeškom, kar privede do tega, da je odzivna višina v odvisnosti od pospeška in časa, ki ga porabi za skok. Pri tej hipotezi smo se osredotočili predvsem na globinski skok, kjer je še posebej pomembna odzivna moč, ki jo nogometaš uporabi tik po pristanku na tla v dorzalni tehniki.

Z vsemi štirimi hipotezami smo dosegli vse v uvodnem delu zastavljene cilje, pri čemer smo se predvsem osredotočili na osnovni cilj, tj. ugotoviti različne vplive na odzivno moč pri skokih na tenziometrijski plošči pri nogometaših starih med 15 in 19 let. Ugotovili smo, da imajo roke velik vpliv pri teh skokih, saj pri vseh skokih, ki jih izvajamo med samo tekmo, uporabljamo roke, ki nam omogočijo $\frac{1}{3}$ celotne odzivne moči (Hara idr. 2005). Zato je nujno potrebno, da pri vadbi osnovne vzdržljivosti in moči izvajamo tudi vaje za krepitev rok, ramen in ramenskega obroča, kajti s tem optimalno razvijamo celotno telesno strukturo mišic.

Pri vadbi vzdržljivosti in krepitev mišic se največkrat uporablja vadba za izboljšanje maksimalne moči, ki ugodno vpliva na izboljšanje sposobnosti, kot so vzdržljivost v moči, hitrost in agilnost (Bompa, 2009). Ravno te sposobnosti so poglobitnega pomena pri skokih, kjer je cilj doseči najvišjo višino skoka in porabiti čim manj časa na tleh ob odzivu. Vsi ti gibi so hitri, eksplozivni in maksimalni, ki so izvedeni najboljše, če je telo zelo dobro psihično in fizično pripravljeno. Obreza (2010) je v svoji raziskovalnem diplomskem delu ugotovil, da posamezniki z večjo vrednostjo spremenljivke telesno masnega indeksa imajo obenem tudi večjo mišično maso, zaradi česar so sposobni razviti večjo maksimalno silo v počepu v

primerjavi s tistimi, ki imajo to vrednost nižjo, vendar pa so po rezultatih predhodnih raziskav sodeč podvrženi deficitu v letni fazi.

V naslednjem poglavju raziskavo zaključimo s sklepom.

5. POGLAVJE • SKLEP

S pomočjo različnih oblik skokov na tenziometrijski plošči smo dobili vpogled v razvitost odzivne moči pri nogometaših. Meritve smo izvedli na vzorcu 58 nogometašev, ki so sočasno obiskovali nogometni razred na Gimnaziji Ljubljana Šiška. Vsak izmed igralcev je izvedel šest različnih oblik skokov, pri čemer so bili igralci zdravi in nepoškodovani v času izvajanja skokov. Vsakemu igralcu smo najprej izmerili višino ter telesno težo, da smo dobili ITM, nato je imel vsak igralec dvojne poskuse vertikalnega skoka iz počepa, enega brez uporabe rok in drugega z uporabo rok. Nato sta sledila dva globinska skoka s klopi, v višini 30cm, tako z rokami kot tudi brez uporabe rok. Kot zadnji sklop skokov pa so bili trije vezani skoki (troskok), ki so jih igralci izvedli brez in z uporabo rok. Tenziometrijska plošča *Ergojump Bosco System™* (EBS) je merila silo, ki jo igralec proizvede ob odzivu ter višino skoka, kar razumemo kot razliko težišča telesa. Vse podatke smo obdelali s pomočjo programa Microsoft Excel 2003. Naredili smo tudi statistično analizo z računalniškim programom SPSS. Podatke smo obdelali na oddelku za računalniško obdelavo podatkov na Fakulteti za šport v Ljubljani s statističnim paketom SPSS. Verjetnost povezav med spremenljivkami smo testirali s *Paired Samples T Test*-om, *Analyze variance* (ANOVA) ter korelacijsko analizo.

Osnovni cilj diplomske naloge je bil analizirati različne oblike skokov in ugotoviti različne vplive na odzivno moč nogometašev pri teh skokih. Postavljene cilje smo skozi hipoteze skušali tudi preveriti in jih sprejeti. S hipotezo H1 smo skušali ugotoviti povezanost uporabe rok in odzivno višino pri vseh treh oblikah skokov. Rezultati so bili statistično značilni, kjer smo ugotovili, da igralci z uporabo rok dosežejo višjo odzivno višino pri vseh treh skokih. Z metodo korelacijske analize smo preverjali povezanost telesne masnega indeksa (TMI) in odzivno višino vseh treh oblik skokov (H2). Test homogenosti varianc ter test ANOVA je kazal, da indeks telesne mase vpliva na višino skoka pri vseh šestih (6) oblikah skokov, saj pri tehniki brez rok najboljše skačejo močnejši merjenci (debelost 1 stopnje). Izkazalo se tudi, da so pri tehniki z rokami v prednosti igralci z normalno težo. Hipotezo smo delno sprejeli. Pri analizi starostnih skupin (H3) smo izvedli korelacijsko analizo, kjer smo ugotovili, da je korelacijski koeficient povsod negativen in šibek, kar kaže na to, da mlajše starostne skupine (letniki 1997) dosežajo nižje višine skokov glede na starejše starostne skupine (letniki 1994) za približno 4–5cm. Da bi preverili, kakšen vpliv ima odzivna moč na višino globinskega skoka (H4), smo si zopet pomagali s korelacijsko analizo. Korelacijski koeficient je bil zopet povsod pozitiven in močan. To je hkrati pomenilo, da so razlike velike ter da igralci, ki dosežejo večjo odzivno višino, hkrati razvijejo večjo odzivno moč.

Vse vplive smo preverili in prišli do zaključka, da roke vidno vplivajo na odzivno moč ter s

tem posledično na višino skoka. Z zadnjo analizo odrivne moči smo ugotovili, da odrivna moč neposredno vpliva na višino globinskega skoka pri obeh oblikah skokov. Pri starostnih razredih opazimo manjše razlike med sosednjimi letniki, če primerjamo najstarejši (1994) in najmlajši letnik (1997), pridemo do večjih in opaznejših razlik, kar kaže na to, da se gibalne sposobnosti, koordinacija in različne oblike moči, postopoma razvijajo v tem obdobju ter se kažejo skozi celotno srednješolsko obdobje. Več težav smo imeli pri analiziranju vpliva ITM na odrivno višino vseh treh oblik skokov. Kot že omenjeno, gre v tem obdobju razvoja za skokovit premik pri gibalnih sposobnostih, koordinaciji ter vseh oblikah moči. S tem se telo nogometaša v tem obdobju naglo spreminja, tako (specifično) gibalno kot (splošno) fizično, kar vpliva na ITM igralca.

6. Viri

LITERATURA:

- Alberts B., D. Bray, J. Lewis, M. Raff, K. Roberts in J.D. Watson (1989). *Strength and Power in Sport*. Blackwell scientific publication, Oxford.
- Aragón-Vargas, L. F. in Gross, M. (1997). *Kinesiological factors in vertical jump performance: differences among individuals*. Journal of applied biomechanics, 13, str. 24-44.
- Bobbert, M.F., Huijing, P. A. in Van Ingen Schenau, G. J. (1986). *An Estimation of power output and work done by the human triceps surae muscle-tendon complex in jumping*. Journal of Biomechanics, 19 (11), str. 899-906
- Bobbert, M.F. in Van Ingen Schenau, G.J. (1988). *Coordination in vertical jumping*. Journal of Biomechanics. 21(3), 249-262.
- Bolkovič, T., Čuk, I., Kokole, J., Kovač, M. in Novak, D. (2002). *Izrazoslovje v gimnastiki. Del 1, osnovni položaji in gibanja*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport, Inštitut za kineziologijo.
- Bompa, T. (2009). *Periodization: Theory and Methodology of Training*. Human Kinetics, Champaign.
- Cantor, E. in Konin, J.G. (2006). *Body mass index for FIFA World Cup professional soccer players*. Department of Orthopaedics and Sports Medicine. University of South Florida. Tampa Florida. US
- Cherubini, D., Baggio, M., Lauriola, M., Soraci, M. in Brunetti G. (2001). *Ergojump Bosco system vs. optojump by Microgate: two instruments to test jumping ability*. 6th Annual Congress of the European College of Sport Science – 15th Congress of the German Society of Sport Science, 1049.
- Čoh, M. (1990). *Razlike v prostoru odzivne moči med kategoriziranimi športniki različnih športnih panog*. Šport. št. ¾ (1990) 46-50.
- Čoh, M. in Hofman, E. (2003). *Razvoj hitrosti v kondicijski pripravi športnika*. Šport, 51(2), 53–58.
- Dedić, E. (2009). *Povezanost globinskega skoka s tekom na 20 metrov*. Ljubljana: Gimnazija Ljubljana Šiška.
- Di Prampero P. E. (1985). *Metabolic and circulatory limitations to CO₂max at the whole animal level*. Journal of experimental Biology, 115: 319-32.

- Edman K. A. P. in C. Reggiani (1987). *The sarcomere length-tension relation determined in short segments of intact muscle fibres of the frog*. Journal of Physiology, 385:709-732
- Elsner, B. (1979). *Norme za ocenjevanje nekaterih osnovnih in specialnih motoričnih in funkcionalnih sposobnosti nogometašev mladincev*. Ljubljana: Univerza E. Kardelja, Visoka šola za telesno kulturo, Inštitut za kineziologijo.
- Elsner, B. (1984). *Metodika dela z nogometaši*. Ljubljana: Šolski center za telesno vzgojo.
- Elsner, B. (2004). *Teorija igre*. Dopolnjena in razširjena izdaja. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport.
- Elsner, B. (2011). *Nogomet trening mladih: Program dolgoročnega načrta procesa treninga mladih in program treningov*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport.
- Emberšič, D., Pintar, M. in Verbec, M. (2004). *The differences in some jumping tests between football players in the first and second class*. Gimnazija Ljubljana Šiška.
- Erpič Cecić, S. (2007). *Psihosocialni razvoj v obdobju poznega otroštva in mladostništva*. V B. Škof (ur.). Šport po meri otrok in mladostnikov (str. 72–86). Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za kineziologijo.
- Feltner, M.E., Frasceti, D.J. in Crisp, R.J. (1999). *Upper extremity augmentation of lower extremity kinetics during countermovement vertical jumps*. Journal of Sports Sciences. 17, 449-466
- Flitney F. W. in Hirst D. G. (1978b). *Filament sliding and energy absorbed by the cross-bridges in active muscle subjected to cyclical length changes*. Journal of Physiology, 276: 467-479.
- Gregoire, L., Veeger, H.E., Huijing, P. A. in Van Ingen Schenau, G. J. (1984). *Role of mono- and biarticular muscles in explosive movements*. International journal of sports medicine (5), 301 – 305.
- Hara, M., Shibayama, A., Takeshita, D. in Fukashiro, S. (2005). *The effect of arm swing on lower extremities in vertical jumping*. Journal of biomechanics, 39(2006), 2503-2511
- Harman, E.A., Rosenstein, M.T., Frykman, P.N. in Rosenstein, R.M. (1990). *The effects of arms and countermovement on vertical jumping*. Medicine and Science in Sports and Exercise. 22, 825-833
- Jakovljevič N. (1979). *Biohemija sporta*. Biblioteka, Priručnik za trenere, Beograd
- Jordan, G. (2013). *Načrtovanje kondicijskega treninga za nogometaše v pubertetnem obdobju*. Diplomsko delo, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za Šport.
- Komi, P. V. (1984). *Physiological and biomechanical correlates of muscle function: effects of muscle structure and stretch-shortening cycle on force and speed*. Komi P. V. (1992). *Strength and power in sport*. Blackwell scientific publication, Oxford.
- Lees, A., Vanrenterghem, J. in De Clercq, D. (2004). *Understanding how an arm swing*

-
- enhances performance in the vertical jump*. Journal of biomechanics, 37 (2004) 1929-1940
- Luhtanen, P. in Komi, P.V. (1979). *Mechanical power and segmental contribution to force impulses in long jump take off*. European Journal Applied Physiology. 41, 267-274
- Marković, G. in Bradić, A. (2008). *Nogomet – integralni kondicijski trening*. Zagreb: Udruga »Tjelesno vježbanja i zdravlje«
- Obreza, A. (2010). *Analiza povezanosti med izometrično močjo in vertikalnim skokom pri smučarskih skakalcih*. Diplomsko delo, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za Šport.
- Papalia, D.E., Wendoks Olds, S. in Duskin Feldman, R. (2004). *Human development*. London: McGraw Hill.
- Payne, A.H., Slater, W. J. in Telford, T. (1968). *The use of a force platform in the study of atheltics activities*. Ergonomics, 11, 123-143.
- Pincolini, V. (2003). *Quando il calciatore va in palestra. Il nuovo calcio*, 126, 94-104. Italija
- Pistotnik, B. (2011). *Osnove gibanja v športu. Osnove gibalne izobrazbe*. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
- Pocrnjič, M. (1999). *Prognostična vrednost ekspertnih modelov za usmerjanje, izbiranje in nadzorovanje procesa treniranja mladih nogometašev*. Doktorska disertacija, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
- Pocrnjič, M. (2012). *Testiranje v nogometu*. Ljubljana: Fakulteta za šport.
- Pori, P. (2007). *Primer treninga specifične agilnosti v rokometu*. revija Združenja rokometnih trenerjev Slovenije, 2(2007), 28-31
- Ralston H. J., Inman, V. T., Strait, L. A. in Shaffrath M. D. (1947). *Mechanics of human isolated voluntary muscle*. American Journal of Physiology, 151: 615.
- Ravn, S., Voigt, M., Simonsen, E. B., Alkjær, T., Bojsen-Møller, F. in Klausen, K. (1999). *Choice of jumping strategy in two standard jumps, squat and countermovement jump – effect of training background or inherited preference?* Scandinavian Journal of Medical Science and Sport. 99(9): str. 201-208.
- Selbie, W. S. in Caldwell, G. E. (1996). *A simulation study of vertical jumping from different starting postures*. Journal of Biomechanics. 29(9), 1137 – 1146.
- Shetty, A.B. in Etnyre, B.R. (1989). *Contribution of arm movement to the force components of maximal vertical jump*. Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy. 11, 198-201
- Stolen, T., Chamari, K., Castagna, C. in Wisloff, U. (2005). *Physiology of Soccer*. Sports Med, 35(6), 501-536

- Strojnik, V. (1997). *Spremljanje učinkov vadbe moči - primer iztegovalk nog*. Šport. št. 4(1997), 37-41.
- Strojnik, V. (2009). *Skripta; Živčno mehanske osnove gibanja*. Univerza v Ljubljani: Fakulteta za Šport.
- Strojnik, V., Čoh, M. (1991). *Razlike v odzivni moči med športnicami različnih športnih panog*. Šport, 39(4), 42-46.
- Supej, M. (2011). *Biomehanika 1 - Učbenik za študente Fakultete za šport*, Ljubljana: Fakulteta za šport.
- Škof, B. (2007). *Šport po meri otrok in mladostnikov*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za kineziologijo.
- Ušaj, A. (2003). *Osnove športnega treniranja*. Ljubljana: Inštitut za šport, Fakulteta za Šport.
- Vičič, A. (2002). *Psihološke karakteristike mladostnikov*. Trener ZKTS 2, 3:79-86
- Zupančič, M. (2004). *Opredelitev razvojnega obdobja in razvojne naloge v mladostništvu*. V L. Marjanovič Umek in M. Zupančič (Ur), *Razvojna psihologija*, (str. 511-524). Ljubljana;Rokus.
- Žvan, B. in Škof, B. (2007). *Gibanje in gibalni razvoj*. Šport po meri otrok in mladostnikov (str. 182-204). Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za kineziologijo.