

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA ŠPORT

MATJAŽ STARE

VIDEO ANALIZA IZBRANIH IGRALNIH ZNAČILNOSTI MLADIH
TENIŠKIH IGRALCEV V TEKMOVALNIH POGOJIH

Doktorska disertacija

Ljubljana, 2016

Univerza v Ljubljani
Fakulteta *za šport*



MATJAŽ STARE

VIDEO ANALIZA IZBRANIH IGRALNIH ZNAČILNOSTI MLADIH
TENIŠKIH IGRALCEV V TEKMOVALNIH POGOJIH

Doktorska disertacija

Mentor: izr. prof. dr. Aleš Filipčič

Ljubljana, 2016

UDK: 796.342-053.6

Matjaž Stare

**VIDEO ANALIZA IZBRANIH IGRALNIH ZNAČILNOSTI MLADIH TENIŠKIH IGRALCEV
V TEKMOVALNIH POGOJIH**

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, Ljubljana, 2016

145 strani, 33 preglednic, 35 slik, 188 literature

**VIDEO ANALYSIS OF PERFORMANCE INDICATORS OF JUNIOR TENNIS PLAYERS
DURING MATCHES**

University of Ljubljana, Faculty of Sport, Ljubljana, 2016

Pages 145, Tables 33, Figures 35, References 188

Doktorsko delo z naslovom Video analiza izbranih igralnih značilnosti mladih teniških igralcev v tekmovalnih pogojih je rezultat lastnega znanstvenoraziskovalnega dela pod mentorstvom izr. prof. dr. Aleša Filipčiča.

Matjaž Stare

Zahvala

Iskreno se zahvaljujem izr. prof. dr. Alešu Filipčiču za strokovne nasvete, nesebično delitev znanja ter vsestransko pomoč.

Zahvala gre Ervinu Lemarku za sestavo logaritmov, brez katerih bi podatki predstavljali samo množico nepreglednih števil.

Hvala vsem teniškim prijateljem ter Teniškemu klubu Vrhnika in Teniškemu društvu LTC, kjer sem kot trener v zadnjih desetih letih dobil neprecenljiv vpogled v teniško igro.

Zahvaljujem se ženi Ani za spodbude, podporo in pomoč pri iskanju smisla mojega početja v zadnjih nekaj letih. Hvala, ker si kljub svoji zahtevni službi ves čas skrbela, da je družinsko življenje v času pisanja raziskave ostalo v normalnih tirnicah.

Številne ideje v praksi in teoriji črpam iz tekmovalnega obdobja v mladosti. Zahvaljujem se očetu za podporo in pomoč na tekmovanjih in ob njih, kar me je pripeljalo do izkušenj, katerih bi bil oropan, če se s tekmovalnim športom ne bi ukvarjal.

Ni mi treba zmagati, moram pa
biti pošten. Ni mi treba uspeti,
toda živeti moram v skladu s
svojimi sposobnostmi.

Abraham Lincoln

Doktorsko delo posvečam mami, ki je velik del svojega življenja preživela na invalidskem vozičku in me nešteto krat opomnila na nesmiselnost naših konfliktov in majhnost naših problemov.

IZVLEČEK

Namen raziskave je bil analizirati značilnosti mladih teniških igralcev med tekmo, brez poseganja v samo dogajanje. Šestnajst igralcev (8 deklic, starost $13,85 \pm 0,89$ let in 8 dečkov, starost $13,93 \pm 0,79$ let) smo na desetih tekmah državnega prvenstva do 14 let posneli z dvema kamerama. Posnetke smo obdelali s pomočjo sledilnega sistema Sagit/tenis in zbrali podatke o časovnih značilnostih, učinkovitosti udarcev v štirih igralnih situacijah, obsegu, prostoru in hitrosti gibanja. Učinkovitost udarcev smo razdelili na: uspešno vrnjene udarce, napake v mrežo in avt ter zaključne udarce. Ugotavljali smo razlike med dečki in deklicami ter med zmagovalci in poraženci (ločeno po spolu). Poleg tega smo iskali igralne vzorce uspešnih in neuspešnih točk. Rezultati so pokazali, da so deklice v primerjavi z dečki statistično značilno: 1) naredile več napak v mrežo in avt pri prvem servisu in imele več uspešnih drugih servisov, 2) imele pri drugem reternu več napak v mrežo in več uspešnih udarcev, 3) s forhendom imele manj napak v mrežo in avt ter imele manj uspešnih in zaključnih udarcev, 4) imele več uspešno vrnjenih vseh ostalih udarcev, 5) opravile manj poti v posamezni točki in igri, 6) imele manjšo povprečno hitrost v aktivni fazi igre. Zmagovalci so v primerjavi s poraženci statistično značilno: 7) naredili manj napak v mrežo pri prvem in drugem servisu, 8) pri reternu na prvi servis naredili manj napak v avt in imeli več zaključnih udarcev, 9) s forhendom naredili manj napak v avt in imeli več zaključnih udarcev, 10) z bekendom naredili manj napak v mrežo in imeli več zaključnih udarcev, 11) imeli večjo povprečno hitrost v aktivni fazi igre. Zmagovalke so v primerjavi s poraženkami imele statistično značilno: 12) več uspešnih prvih servisov in manj napak v mrežo tako pri prvem kot drugem servisu, 13) pri prvem reternu manj napak v mrežo ter manj uspešno vrnjenih in več zaključnih udarcev, 14) manj napak v mrežo s forhendom in več zaključnih udarcev z bekendom, 15) več uspešno vrnjenih ostalih udarcev. Razlike med uspešnimi in neuspešnimi točkami so bile statistično značilne: 16) pri prvem servisu z desne strani igrišča, kjer so točke dobili igralci, ki so bili bolj oddaljeni od sredinske črte, 17) deklice so pri prvem in drugem servisu z leve strani igrišča servirale pri uspešnih točkah bližje sredini igrišča, 18) dečki so pri uspešnih točkah pri drugem servisu z desne strani igrišča servirali pod večjim kotom, 19) deklice so bile pri uspešnih točkah pri prvem reternu na desni strani igrišča bolj oddaljene od osnovne črte, 20) položaj dečkov in deklic je bil po reternu pri uspešnih

točkah bližje osnovni črti, 21) položaj dečkov in deklic je bil pri uspešnih točkah pri zadnjih dveh udarcih bližje osnovni črti, 22) dečki in deklice so pri uspešnih točkah pri zadnjih dveh udarcih imeli več časa za pripravo na udarec, 23) dečki so se pri zadnjih dveh udarcih pri uspešnih točkah gibal počasneje in opravili manj poti, 24) deklice so se pri uspešnih in neuspešnih točkah razlikovale v zaporedju položajev. Ugotovitve raziskave nam osvetlijo sklope, v katerih dečki in deklice sestavljajo homogene skupine in vse tiste dejavnike, kjer se razlikujejo. Podroben vpogled v igralne značilnosti mladih teniških igralcev odkriva predvsem taktični vidik igre, ter potrjuje oz. zavrača določene predpostavke, ki veljajo za profesionalne igralce. Zaključki raziskave konkretno podajajo jasne usmeritve pri treniranju mladih teniških igralcev ter nakazujejo na razlike med dečki, deklicami, poraženci, zmagovalci, uspešnimi in neuspešnimi točkami. Poznavanje neposrednih dejavnikov uspešnosti, ki so prikazani v raziskavi, nam omogoča optimiziranje vadbenih procesov mladih teniških igralcev.

Ključne besede: tenis, mladi igralci, igralne značilnosti, igralni vzorci, tekmovalna učinkovitost

ABSTRACT

The purpose of the present study was to analyse the actions of junior tennis players during matches, without causing interference to the players. Sixteen players (8 girls – aged 13.85 ± 0.89 , and 8 boys – aged 13.93 ± 0.79) were analysed during ten matches on 14-and-under at the National Championship. With the SAGIT/TENNIS computer vision tracking system, we gathered information about time characteristics, effectiveness of stroke in four game situations, distance covered and average/maximum speed of movement. Stroke effectiveness was divided into: successful strokes, net and out errors and winners. We discovered the differences between boys and girls and between winners and losers of matches (separated according to gender). In addition, we analysed successful and unsuccessful points patterns. The results showed that, in comparison with boys, girls statistically significantly: 1) made more errors in the out and net with the first serve and had more successful second serves, 2) had more errors in the net with the return on the second serve and more successful returns, 3) had less forehand net and out errors and less winners, 4) had a higher percentage when executing other strokes, 5) covered less distance in active phases and games, 6) had a lower average speed in the active phase of the game. In comparison with the losers, the winners statistically significantly (boys): 7) made less net errors with the first and second serve, 8) made less out errors and had more winners in executing returns on the first serve, 9) made less out errors and had more winners with the forehand, 10) made less net errors and more winners with the backhand, 11) had a faster average speed in the active phase of the game. In comparison with the losers, the winners statistically significantly (girls): 12) had a higher percentage of successful first serves and less net errors with the first and second serve, 13) had less net errors, more winners and were less successful in executing returns on the first serve 14) less forehand net errors and more backhand winners, 15) had a higher percentage when executing other strokes. The differences between successful and unsuccessful points statistically significantly showed: 16) in the first serve from the deuce court, players won points which were further from the centre line, 17) in the first and second serve from the ad court, girls served successful points closer to the base line, 18) in the second serve from the deuce court boys served with a greater angle, 19) in first return on the deuce court, girls were more successful further from the base line, 20) the

position of both boys and girls in successful points (after a second stroke - return) was closer to the base line, 21) the position of both boys and girls in successful points in the final two strokes was closer to the base line, 22) in successful points in the final two strokes both boys and girls had more time to prepare for the stroke, 23) in the final two strokes in successful points boys moved more slowly and covered less distance, 24) the difference between successful and unsuccessful points in girls was due to the sequence of positions. The findings of the research reveal in which homogenous group girls and boys are constituted and all the factors in which they differ. A detailed look at the characteristics of young players reveals, above all, the tactical aspect of the game, and confirms or rejects certain presumptions which apply to professional players. The conclusions of the research provide clear guidelines for the training of young tennis players and demonstrate the differences between girls, boys, losers, winners, successful and unsuccessful points. Recognising the direct factors that influence success, as shown in the research, enables optimisation of the training processes of young tennis players.

Key words: tennis, junior players, performance indicators, patterns of play, match effectiveness

KAZALO

1	UVOD.....	1
1.1	Razvoj tekmovalnega tenisa.....	2
2	PREDMET IN PROBLEM	8
2.1	Igralne značilnosti.....	8
2.1.1	Teniška strategija, taktika in tehnika.....	9
2.1.2	Igralne situacije	11
2.1.3	Igralni stili.....	14
2.1.4	Igralni vzorci.....	16
2.1.5	Teniški udarci.....	18
2.1.6	Dosedanje raziskave na področju igralnih značilnosti.....	21
2.2	Obremenitve pri teniški igri.....	23
2.2.1	Časovne značilnosti in metabolični procesi pri teniški igri.....	23
2.2.2	Gibanje teniških igralcev.....	26
2.3	Spol.....	34
2.4	Mladi teniški igralci	38
2.5	Razvoj tehnologij pri proučevanju obremenitev v tenisu	42
2.6	Raziskovalno vprašanje	48
3	CILJI.....	50
4	HIPOTEZE.....	51
5	METODE DELA	52
5.1	Vzorec merjencev.....	52
5.2	Vzorec spremenljivk.....	53
5.2.1	Časovne spremenljivke.....	53
5.2.2	Podatki o igralnih značilnostih.....	54

5.2.3	Spremenljivke o obsegu, področju in hitrosti gibanja igralca	55
5.2.4	Prostorski kazalci	55
5.3	Metode zbiranja in obdelave podatkov.....	57
5.3.1	Načini zbiranja podatkov.....	57
5.3.2	Metode obdelave podatkov.....	59
6	REZULTATI IN RAZPRAVA.....	61
6.1	Časovne značilnosti teniške igre dečkov in deklic.....	62
6.2	Igralne značilnosti.....	66
6.2.1	Servis	66
6.2.2	Retern.....	70
6.2.3	Forhend in bekend	74
6.2.4	Ostali udarci.....	79
6.3	Obseg gibanja	82
6.4	Povprečna in maksimalna hitrost	85
6.5	Igralni vzorci uspešnih in neuspešnih točk.....	89
6.5.1	Igralni vzorci prvih dveh udarcev.....	89
6.5.2	Igralni vzorci brez servisa in reterna.....	95
6.5.3	Igralni vzorci zadnjih dveh udarcev	99
7	ZAKLJUČEK	104
7.1	Ključne ugotovitve na področju časovnih značilnosti teniške igre mladih teniških igralcev.....	105
7.2	Ključne ugotovitve na področju igralnih značilnosti	105
7.3	Ključne ugotovitve pri obsegu gibanja.....	109
7.4	Ključne ugotovitve na področju povprečne in maksimalne hitrosti	110
7.5	Ključne ugotovitve igralnih vzorcev prvih dveh udarcev.....	111
7.6	Ključne ugotovitve igralnih vzorcev po reternu.....	112
7.7	Ključne ugotovitve igralnih vzorcev zadnjih dveh udarcev	112

8	IZVIRNI PRISPEVKI	114
8.1	Nadaljnje raziskave.....	115
9	LITERATURA	116
10	PRILOGA.....	129
10.1	Objavljen članek na temo doktorske disertacije	129

KAZALO SLIK

<i>Slika 1: Struktura mednarodnih turnirjev.</i>	5
<i>Slika 2: Struktura domačih turnirjev.</i>	6
<i>Slika 3: Procesi pri izvedbi udarca.</i>	9
<i>Slika 4: Smer in os vrtenja žoge pri servisu ter gibanje loparja.</i>	19
<i>Slika 5: Utrujenost igralcev ob razglasitvi zmagovalca na Odprtem prvenstvu Amerike leta 2012.</i>	24
<i>Slika 6: Zaporedje gibanj v tenisu.</i>	27
<i>Slika 7: Razlika glede na hitrost in kot zajemanja slike med televizijskim prenosom ter dejanskim dogodkom.</i>	46
<i>Slika 8: Razdelitev teniškega igrišča.</i>	56
<i>Slika 9: Izračun kota glede na položaj igralca A ob udarcu servisa in igralca B ob udarcu reterna.</i>	56
<i>Slika 10: Postavitev koordinatnega sistema z izhodiščno točko 0, 0 na sredini osnovne črte.</i>	57
<i>Slika 11: Postopki zbiranja in obdelave podatkov.</i>	58
<i>Slika 12: Škatla z ročaji.</i>	60
<i>Slika 13: Trajanje aktivnih faz in razlike po spolu.</i>	64
<i>Slika 14: Odstotek napak in uspešnih udarcev pri prvem in drugem servisu pri dečkih in deklicah.</i>	67
<i>Slika 15: Odstotek napak in uspešnih udarcev pri prvem in drugem servisu pri dečkih.</i>	68
<i>Slika 16: Odstotek napak in uspešnih udarcev pri prvem in drugem servisu pri deklicah.</i>	68
<i>Slika 17: Odstotek napak in uspešnih udarcev pri prvem in drugem reternu pri dečkih in deklicah.</i>	71
<i>Slika 18: Odstotek napak in uspešnih udarcev pri prvem in drugem reternu pri dečkih.</i>	72
<i>Slika 19: Odstotek napak in uspešnih udarcev pri prvem in drugem reternu pri deklicah.</i>	73
<i>Slika 20: Odstotek napak in uspešnih udarcev pri forhendu in bekendu pri dečkih in deklicah.</i>	75

<i>Slika 21: Odstotek napak in uspešnih udarcev pri forhendu in bekendu pri dečkih.</i>	<i>76</i>
<i>Slika 22: Odstotek napak in uspešnih udarcev pri forhendu in bekendu pri deklicah.</i>	<i>77</i>
<i>Slika 23: Odstotek napak in uspešnih udarcev pri ostalih udarcih pri dečkih in deklicah.</i>	<i>80</i>
<i>Slika 24: Odstotek napak in uspešnih udarcev pri ostalih udarcih pri dečkih.</i>	<i>80</i>
<i>Slika 25: Odstotek napak in uspešnih udarcev pri ostalih udarcih pri deklicah.</i>	<i>81</i>
<i>Slika 26: Razlike v opravljeni poti v igri.</i>	<i>83</i>
<i>Slika 27: Razlike v opravljeni poti v točki.</i>	<i>83</i>
<i>Slika 28: Povprečne hitrosti v aktivni fazi ter razlike po spolu in uspešnosti.</i>	<i>86</i>
<i>Slika 29: Maksimalne hitrosti v igri ter razlike po spolu in uspešnosti.</i>	<i>87</i>
<i>Slika 30: Najpogostejši položaji pri drugem in tretjem udarcu (zaporedje položajev) in njihova uspešnost (dečki).</i>	<i>94</i>
<i>Slika 31: Najpogostejši položaji pri drugem in tretjem udarcu (zaporedje položajev) in njihova uspešnost (deklice).</i>	<i>95</i>
<i>Slika 32: Najpogostejša zaporedja udarcev (brez servisa in reterna) in njihova uspešnost (dečki).</i>	<i>97</i>
<i>Slika 33: Najpogostejša zaporedja udarcev (brez servisa in reterna) in njihova uspešnost (deklice).</i>	<i>98</i>
<i>Slika 34: Najpogostejša zadnja dva položaja istega igralca ob zaključku točke (dečki).</i>	<i>101</i>
<i>Slika 35: Najpogostejša zadnja dva položaja iste igralke ob zaključku točke (deklice).</i>	<i>102</i>

KAZALO PREGLEDNIC

<i>Preglednica 1: Čas potreben za prelet žoge preko osnovne črte.</i>	4
<i>Preglednica 2: Starostne kategorije na domačih tekmovanjih.</i>	7
<i>Preglednica 3: Hitrost vrtenja žoge pri servisu.</i>	12
<i>Preglednica 4: Hitrosti žoge na različnih delih teniškega igrišča.</i>	18
<i>Preglednica 5: Rotacija žoge in višina odboja.</i>	19
<i>Preglednica 6: Povprečno število najbolj pogostih udarcev v igri.</i>	22
<i>Preglednica 7: Časovne spremenljivke v dosedanjih raziskavah.</i>	25
<i>Preglednica 8: Trajanje napora in energijski procesi ter viri.</i>	25
<i>Preglednica 9: Prikaz prelomnic v boju za enakopravnost v ženskem tenisu.</i>	36
<i>Preglednica 10: Primerjava trajanja točk v letih 1997 in 2007.</i>	37
<i>Preglednica 11: Odstotek podaljšanih iger in razlike po spolu.</i>	37
<i>Preglednica 12: Odstotek prvih 100 tekmovalcev na svetovni jakostni lestvici, glede na uvrstitev na mladinski lestvici ITF.</i>	39
<i>Preglednica 13: Verjetnost, da se bo tekmovalec, uvrščen med prvih 20 na mladinski jakostni lestvici ITF, uvrstil med 100, 50 ali 10 na ATP/WTB.</i>	40
<i>Preglednica 14: Primerjava igralnih značilnosti in obremenitev mladih teniških igralcev s člansko kategorijo.</i>	41
<i>Preglednica 15: Dovoljena PAT tehnologija („ITF Tennis - Player Analysis“, 2015).</i>	46
<i>Preglednica 16: Osnovni statistični podatki merjencev.</i>	52
<i>Preglednica 17: Časovne spremenljivke.</i>	53
<i>Preglednica 18: Teniški udarci.</i>	54
<i>Preglednica 19: Obseg in hitrost gibanja igralcev.</i>	55
<i>Preglednica 20: Okrajšave.</i>	61
<i>Preglednica 21: Osnovne statistične značilnosti teniške igre mladih teniških igralcev na tekmi.</i>	62
<i>Preglednica 22: Osnovne statistične značilnosti uspešnosti udarcev pri servisu v odstotkih.</i>	66
<i>Preglednica 23: Osnovne statistične značilnosti uspešnosti udarcev pri reternu v odstotkih.</i>	70
<i>Preglednica 24: Osnovne statistične značilnosti uspešnosti udarcev pri forhendu in bekendu v odstotkih.</i>	74

<i>Preglednica 25: Osnovne statistične značilnosti uspešnosti ostalih udarcev v odstotkih.</i>	79
<i>Preglednica 26: Osnovne statistične značilnosti opravljenih poti v igri in v aktivni fazi (točki).</i>	82
<i>Preglednica 27: Opravljene poti v aktivni fazi na največjih tekmovanjih.</i>	84
<i>Preglednica 28: Osnovne statistične značilnosti povprečnih in maksimalnih hitrosti.</i>	85
<i>Preglednica 29: Položaj igralcev (oddaljenost od sredine igrišča) pri servisu.</i>	90
<i>Preglednica 30: Smer servisa (izračun kota glede na položaj igralcev pri servisu in reternu).</i>	91
<i>Preglednica 31: Položaj igralcev (oddaljenost od osnovne črte) pri reternu.</i>	93
<i>Preglednica 32: Razlike v obsegu gibanja, hitrosti, intervalu med udarci in položajih v točki po drugem udarcu (analiza ne zajema zadnjega udarca v mrežo in avt).</i>	96
<i>Preglednica 33: Razlike v obsegu gibanja, hitrosti, intervalu med udarci in položajih pri zadnjih dveh udarcih glede na uspešne in neuspešne točke.</i>	100

1 UVOD

Z razvojem novih tehnologij spremljanja tekmovalne učinkovitosti igralcev se nam odpira povsem novo področje raziskovanja, ki omogoča objektivno ugotavljanje značilnosti in obremenitev tudi v kompleksnih športih. Izredno zahtevna in dolgotrajna tekmovalna pot mladih teniških igralcev narekuje potrebo po zanesljivem opazovanju igralnih značilnosti, ki so podlaga za poznavanje dejavnikov tekmovalne uspešnosti ter načrtovanje, organizacijo, izvedbo in nadzor trenažnega procesa.

Hiter napredek športnih rezultatov v svetu je posledica tako strokovnega dela v praksi kot tudi razvoja teorije in znanstvenoraziskovalne dejavnosti. Praksa je pokazala, da brez vključevanja znanosti v športnikovo pripravo oz. v področje razvoja teorije športa ne moremo pričakovati vrhunskih rezultatov. S pomočjo znanstvenih dognanj odkrivamo zakonitosti na področju uspešnosti in priprave športnikov ter poglobljamo znanje o teoriji športa (Uлага, 1999).

V t.i. tekmovalnem, dosežkovnem, vrhunskem športu prevladujejo vrednote povezane s tekmovalnostjo, ki je hkrati tudi ena od vrednot sodobne civilizacije in zrcali nenehno težnjo po napredku. Tekmovalnost je globoko zakoreninjena v človeku, z njo želi potrjevati svojo premoč nad prostorom in časom, ali nad tekmovalcem ali nad samim seboj. Šport v svojem agonističnem vidiku teži k nenehnemu napredku, k izboljševanju rezultata v eni športni panogi ali disciplini, ki je prostovoljno izbrana na podlagi individualnega interesa ali potrebe. Toda pogoj za največji športni učinek je moralna trdnost športnika, od tod pa izhajajo vzgojni učinki tekmovalnega športa (Jošt, 2004).

Izboljševanje vrhunskih dosežkov je iskanje tistega načina vadbe, ki zagotavlja optimalen napredek tekmovalcev. Če pogledamo objektivno, je vsaka razlaga vrhunskega športnika, ki temelji izključno na naravi ali izključno na vzgoji, logična zmota v argumentaciji, znana pod imenom »slamnati mož«. Kajti če bi bili vsi športniki sveta popolni kloni drug drugega, potem bi le okolje in trening odločala, kdo se bo uvrstil na olimpijske igre oz. dosegel profesionalni status. In nasprotno, če bi vsi športniki trenirali popolnoma enako, bi bili le geni odgovorni za razlike v njihovih dosežkih. Seveda niti prvi niti drugi scenarij

nista izvedljiva (Epstein, 2015). Glede na to, da ne moremo vplivati na gensko zasnovo tekmovalcev, nam na področju športa ostane optimiziranje športne vadbe, ki temelji na objektivnih ugotovitvah dejavnikov uspešnosti, ki so posledica izkustvene analize strokovnjakov in športnikov ter znanstvenoraziskovalne dejavnosti.

1.1 Razvoj tekmovalnega tenisa

Začetnik sodobnega tenisa je bil Anglež Walter Clopton Wingfield, ki je leta 1874 prijavil Uradu za patente nov šport – »Lawn tennis« ali tenis na travi. Nova igra se je hitro širila in postala popularna tudi drugod po svetu, predvsem med socialno in ekonomsko bogatejšimi sloji (Kugovnik, 1990). Na razvoj tekmovalnega tenisa so v veliki meri vplivali štirje turnirji za »Grand Slam«, ki še vedno pomenijo vrhunce tekmovalne sezone.

Wimbledon je bil leta 1877 prizorišče prvega turnirja, ki ga je osvojil Spencer William Gore. Nekaj let kasneje, leta 1884, so organizatorji po nekajkratnih zavrnitvah dovolili nastop tudi v ženski kategoriji. Prva zmagovalka je postala Maud Watson. Ženske so lahko nastopile šele po končanem moškem turnirju in so kot drugorazredne tekmovalke imele tudi polovično prijavnino (Atkin, 2014).

Roland Garros (1888-1918) je bil letalec ter pilot v prvi svetovni vojni in ni bil teniški igralec. Odprto prvenstvo Francije se od leta 1920 naprej imenuje po njem zaradi njegovih dosežkov na področju letalstva in stalne navzočnosti na teniških turnirjih v Parizu. Prvo prvenstvo Francije je bilo na rdečem pesku organizirano leta 1891. Pravico nastopa so do leta 1925 imeli samo člani francoskih klubov (Rowland, 2014).

Odprto prvenstvo Amerike ima svoje korenine v Newportu na Rhode Islandu, kjer je bil leta 1881 odigran prvi turnir. Pred tem je bila istega leta ustanovljena tudi ameriška teniška zveza. Leta 1915 se je tekmovanje preselilo na West Side Tennis Club v Forest Hills, leta 1978 pa v Flushing Meadows, kjer poteka še danes. Do leta 1975 je ameriško prvenstvo potekalo na travnati podlagi, sledilo je triletno obdobje peščene podlage, od leta 1978 pa poteka na trdi podlagi („US Open“, 2014).

Odprto prvenstvo Avstralije se je od leta 1905 do 1987 odvijalo na travi, kasneje na trdi podlagi. Zaradi velike oddaljenosti kontinenta so se tuji igralci v prvih letih tekmovanja redko udeleževali. Ko je Don Budge leta 1938 postal prvi igralec z osvojitvijo vseh štirih turnirjev, je za potovanje iz San Francisca do Melbournea porabil 21 dni. Prvenstvo Avstralije je do danes imelo sedem različnih lokacij, od tega dve v Novi Zelandiji („ITF Tennis - Australian Open“, 2015).

Od lagodnih, elegantnih in počasnih udarcev na osnovni črti v začetku, do igre na mreži in napadalne igre v zadnjem obdobju, se skozi tenis zrcali tudi sprememba vsakdanjega življenja. Pospeševanje je lastnost današnje družbe in tudi teniške igre. Zaradi usklajevanja ravnovesja med razvojem in tradicijo je po navedbah Coe-a (2000) potrebno zavzeti določena stališča. Mednarodna teniška zveza (International Tennis Federation; v nadaljevanju ITF) jih ureja s tehničnimi specifikacijami, ki se nanašajo na teniške žoge (*preglednica 1*), igrišča, lopar, pravila tenisa idr.

Razvoj je tekmovalni tenis pripeljal do točke, kjer je vprašanje upočasnitve igre vse bolj aktualno in splošno sprejemljivo. Ko server na peščenem igrišču standardno žogico¹ teže 57 g in premera 65 mm udari s hitrostjo 200 km/h, le-ta potrebuje 0,59 s, da prečka osnovno črto na drugi strani. Na področju teniških žog se prav z namenom regulacije tako uporabljajo tri vrste teniških žog, ki se razlikujejo po teži, velikosti, odboju in deformaciji. V *preglednici 1* je prikazano, da servis na travi pri nižji hitrosti sprejemalcu omogoči dodatnih 0,06 s. V praksi to pomeni, da sprejemalec lahko pokrije dodatnih 38 cm igrišča, če se giblje s hitrostjo 6 m/s. Glede na dosedanje podatke se igra najlažje upočasniti s povečanim premerom žoge. Učinek povečanja premera teniške žoge na 69 mm oz. na 72 mm, pri servisu 200 km/h, je enak, kot da je servis udarjen s hitrostjo 194 km/h oz. 189 km/h. Podatki veljajo za travnato podlago (Brody in Cross, 2000; „ITF Tennis - Ball Rules“, 2015) (*preglednica 1*). Standardna žoga, udarjena 200 km/h, pri servisu potrebuje na peščeni podlagi dodatnih 0,02 s v primerjavi s travnato podlago.

¹ Žoge morajo imeti enakomerno zunanjo površino bele ali rumene barve. Če imajo stik, morajo biti brez šiva. Žoga mora imeti premer od 6.54 cm do 7.30 cm in težo od 56.0 g do 59.4 g. Žoga mora imeti odboj od 134.62 cm do 147.32 cm, če je spuščena z višine 254.00 cm na betonska tla („Pravila tenisa“, 2008).

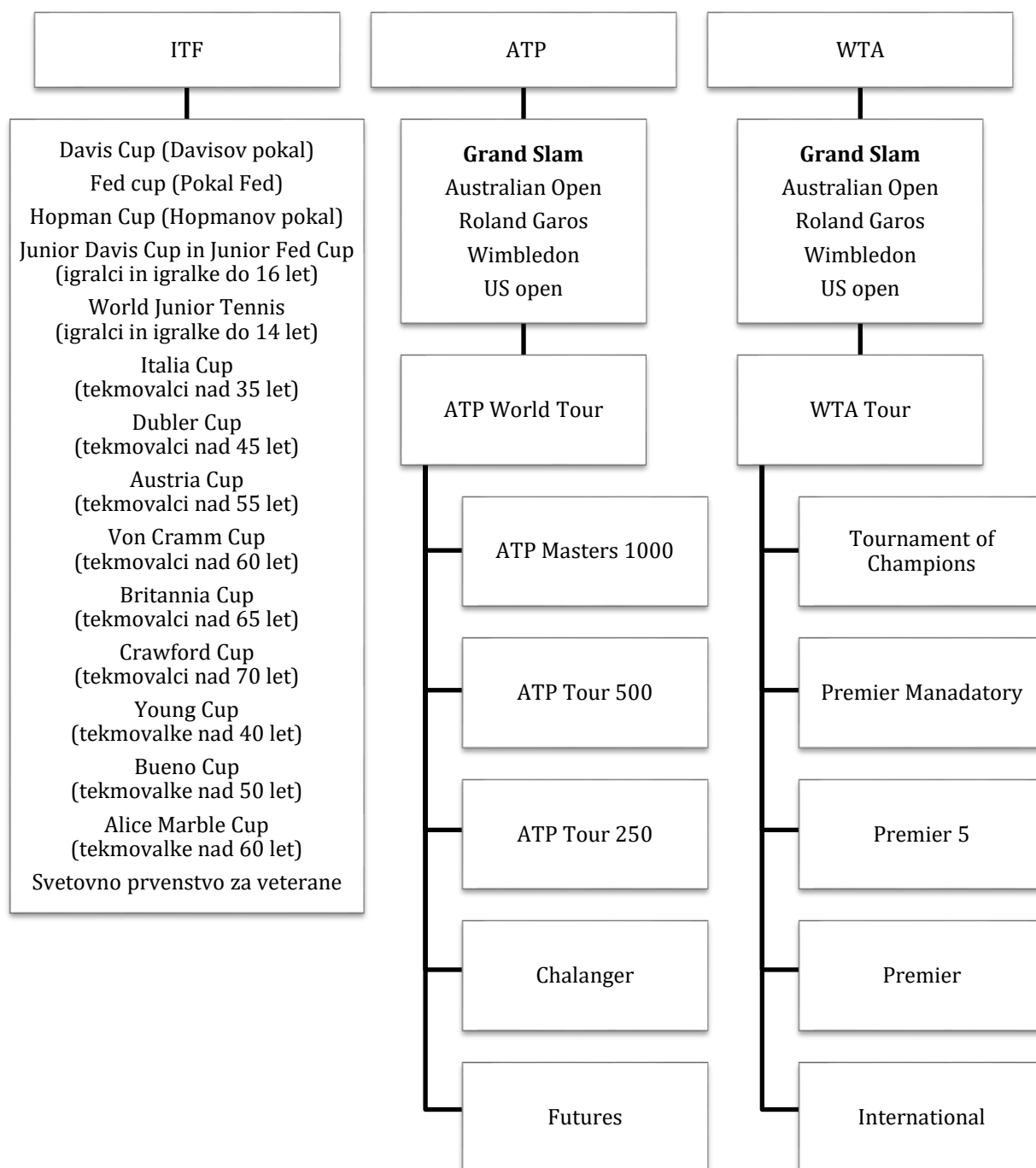
Preglednica 1: Čas potreben za prelet žoge preko osnovne črte.

PREMER ŽOGE (mm)	HITROST SERVISA (km/h)	KOT SERVISA	PODLAGA	POTREBEN ČAS (s)
65	200	6,92°	pesek	0,59
65	200	6,92°	trava	0,57
65	180	6,43°	trava	0,63
69	200	6,85°	trava	0,59
72	200	6,80°	trava	0,60

Ocenjeno je, da tenis igra 60 milijonov ljudi na 750.000 igriščih, ki so glede na hitrost in vrsto podlage razdeljena na trda, peščena, travnata igrišča in tepih (Coe, 2000; „ITF Tennis - History“, 2015). ITF z razlogom objektivnega vrednotenja hitrosti teniških igrišč uporablja napravo za merjenje hitrosti podlage (Sestee), ki izstreli žogo brez rotacije s hitrostjo 30 m/s pod kotom 16°, ob tem pa meri hitrost pred in po odboju (Miller, 2007). Na osnovi rezultatov so igrišča glede na hitrost podlage uvrščena na lestvico od 1 do 5 (1 – počasna, 5 – hitra podlaga).

Precej sprememb je v zadnjem obdobju doživel teniški lopar. Le-ta je lažji, iz trših materialov, stabilnejši, odpornejši, dopušča več napak in omogoča igralcu, da z manj vloženega napora udari žogo z večjo hitrostjo. ITF je v tehnološkem razvojnem centru leta 2003 začela z dolgoročnim projektom za spremljanje učinkovitosti loparjev. V ta namen so konstruirali napravo imenovano »MΨO«, kar v grščini pomeni mišica (Brody, 2000; Miller, 2007).

Pomemben vpliv na razvoj mednarodnega tenisa in rangiranje igralcev imajo pravila, ki jih uveljavlja ITF, ustanovljena leta 1913 v Parizu („ITF Tennis - History“, 2015). Med pomembnejšimi vlogami ITF-a je od leta 1988 dalje tudi organizacija turnirja na Olimpijskih igrah. Iz organizacijskega stališča glavno vlogo predstavljata združenji najboljših igralcev (Association of Tennis Professionals; v nadaljevanju ATP) in igralk (Women's Tennis Association; v nadaljevanju WTA), ki sta bili ustanovljeni leta 1972 oz. 1973.

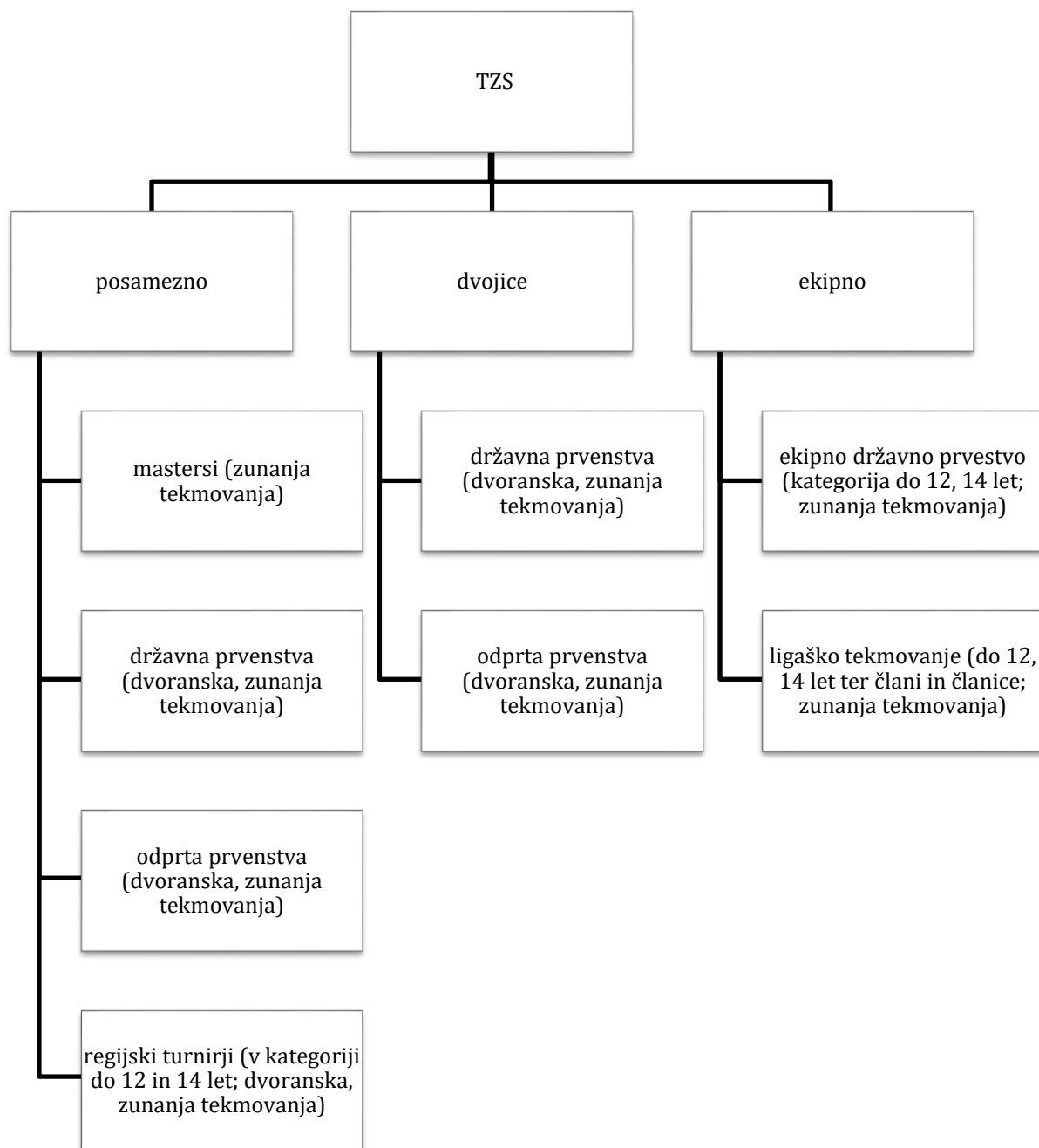


Slika 1: Struktura mednarodnih turnirjev.

Igralec, ki se želi udeležiti mednarodnega turnirja, mora imeti večje število točk od predpisanega praga posameznega turnirja (Crespo in Miley, 2010) (slika 1). V primeru, da ima igralec premalo točk za uvrstitev na glavni turnir, se lahko uvrsti nanj preko kvalifikacij. Vrednost posameznega turnirja je definirana z več dejavniki, ki so: tradicija, skupni nagradni sklad, število najboljših igralcev med prvih 10, kvaliteta organizacije

turnirja idr. Glede na denarni sklad se turnirji delijo od 250.000 do 1.000.000 in več dolarjev (Zečić, 2012).

Domača tekmovanja so organizirana pod okriljem Teniške zveze Slovenije (slika 2).



Slika 2: Struktura domačih turnirjev.

Na vseh domačih tekmovanjih imajo pravico do nastopa igralci, ki so registrirani pri Teniški zvezi Slovenije (v nadaljevanju TZS) ter niso kaznovani ali suspendirani. Na državnih prvenstvih imajo pravico nastopati le državljani Slovenije, ki so registrirani pri TZS. Le-ta v primeru velikega števila registriranih igralcev v določeni starostni kategoriji razdeli posamična tekmovanja na skupini A in B. Pravico nastopanja v posameznih starostnih kategorijah imajo igralci, ki v tekočem letu dopolnijo določeno starost (*preglednica 2*).

Preglednica 2: Starostne kategorije na domačih tekmovanjih.

	največ	najmanj
člani	ni omejitve	14 let
dekleta in fantje do 18 let	18 let	14 let
dekleta in fantje do 16 let	16 let	13 let
deklice in dečki do 14 let	14 let	12 let
deklice in dečki do 12 let	12 let	9 let
deklice in dečki 8 do 11 let	11 let	ni omejitve

Število osvojenih točk na tekmovanjih razvršča igralce na jakostni lestvici TZS, kar nam daje vpogled v tekmovalno uspešnost.

Uspešnost igralcev in njihovih ekip je odvisna od sorazmerno velikega števila dejavnikov, ki pa nimajo enakega vpliva na uspešnost igranja. Večina jih je med seboj povezana, tako da sprememba v enem lahko vpliva na spremembe v drugih in s tem tudi na uspešnost igranja. Ravno zaradi tega se lahko nekateri med njimi med seboj nadomestijo (kompenzirajo) ali izključujejo (Dežman, Štrumbelj in Pomenik, 2012).

Uspešnost igralca ali ekipe lahko ocenimo na dva načina, in sicer tako, da ocenimo (izmerimo) njegov potencial (zmožnosti) ali tako, da ocenimo (izmerimo) izkoristek tega potenciala na tekmovanju. V prvem primeru govorimo o potencialu (zmožnostih) igralca ali ekipe, v drugem pa o njuni stvarni (igralni ali tekmovalni) kakovosti (Dežman idr., 2012).

2 PREDMET IN PROBLEM

Mnoge raziskave kažejo na to, da je za dolgoročni razvoj vrhunškega igralca ter njegovega poznavanja in razumevanja teniške igre potrebnih do 10 ali več let oz. 10.000 ur neprekinjenega in ustrezno načrtovanega treninga. S proučevanjem izjemno zahtevne tekmovalne poti v mlajših kategorijah in z upoštevanjem povprečne starosti tekmovalcev in tekmovalk uvrščenih med 100 na svetu (ATP 26 let, WTA 24 let) pridemo do zaključka, da se začnejo vlaganja in trdo delo kot podlaga za uspeh v tenisu prej, kot v drugih športih, in zahtevajo svoj čas (Elliott, Reid in Crespo, 2009).

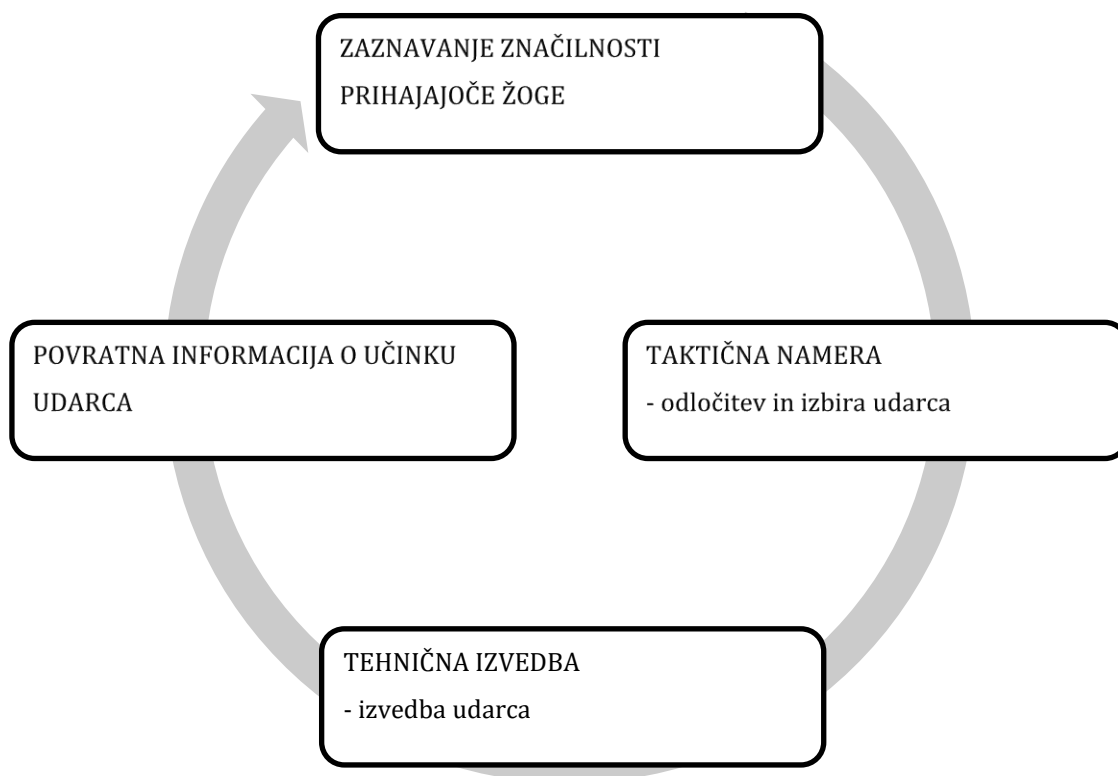
Trenerji imajo na razpolago le določeno število dni v tednu oz. ur v dnevu za delo z igralci. Zato je potrebno sprejeti določene odločitve, ki bodo pomagale k največjemu možnemu napredku igralca v času, namenjenemu za trening (Elliott idr., 2009). Pravilno načrtovan trening v mlajših kategorijah pa je mogoč samo s poznavanjem dejavnikov uspešnosti.

Tekmovalni rezultati v mladinskih kategorijah, ki so posledica trenažnega procesa pred tem obdobjem, so dober pokazatelj kasnejše uspešnosti v profesionalnem tenisu in dajejo smisel raziskovanju mladih teniških igralcev. Vsi zmagovalci v mladinski konkurenci Odprtega prvenstva Francije v letih od 1980 do 2000 so kasneje bili uvrščeni med najboljših 100 na svetovni jakostni lestvici ATP. V letih med 1980 in 2000 so zmagovalci mladinskih grand slamov v 82 %, 62% in 28 % dosegli uvrstitev med najboljših 100,50 in 10 na svetovni jakostni lestvici ATP. Še višji odstotek povezanosti med mladinsko in člansko konkurenco se pokaže pri dekletih. Zmagovalke v mladinski kategoriji grand slamov (1980 – 2000) so v 91 %, 80 %, 35 % kasneje dosegle uvrstitev med 100,50 in 10 na svetovni jakostni lestvici WTA (Bane, Elliott in Reid, 2016).

2.1 Igralne značilnosti

Tenis, tako kot vse igre z loparji, sodi med športe odprte sheme. Za športe odprte sheme so značilni spremenljivost, dinamičnost in nepredvidljivost aktivnosti. Teniški igralci morajo izvajanje svojih veščin (udarcev in gibanj) stalno prilagajati tekmečevim veščinam, pogojem igre in rezultatu, ki se stalno spreminjajo. Pri izvedbi vsakega udarca

potekajo štirje procesi: 1) zaznavanje značilnosti prihajajoče žoge (smer, višina, globina, hitrost in rotacija), 2) odločitev in izbira udarca, 3) izvedba udarca ter 4) povratna informacija o učinku udarca. Odnos med taktiko in tehniko bi najbolje opisali z znano krilatico: »Form follows function«, kar v prevodu pomeni, da je tehnična izvedba udarca odvisna od igralčeve taktične namere (*slika 3*).



Slika 3: Procesi pri izvedbi udarca.

2.1.1 Teniška strategija, taktika in tehnika

V naravi so vse njene sestavine na nek način posredno ali neposredno, močnejše ali slabše med seboj odvisne in pod medsebojnim vplivom, ali druga drugi in druga druge potrebni, kar izrazimo z besedo soodvisnost (Mulej idr., 2000). Strategija, taktika in tehnika niso v

tem pogledu nobene izjeme. Vsi termini izhajajo iz grščine, kjer prvi (»*strategós*«) pomeni način vodenja vojske, drugi (»*taktiké*«) način izkoriščanja orožja z možnostjo poraziti nasprotnika, pri čemer uporabljamo naučene veščine in spretnosti (»*téhnē*«). Mulej idr. (2000) navajajo, da soodvisnost ni samo pomembna, ampak tudi pogosto spregledana lastnost in zdi se, da to še posebej velja v našem primeru, ko se med teniško igro stalno prepletajo psihološki, kondicijski, taktični in tehnični vidik.

Pri tenisu strategijo definiramo kot: natančno načrtovan plan, ki igralcu omogoča, da si na osnovi razpoložljivih sredstev povečuje možnosti za zmago – kaj moramo igrati, da zmagamo. Strategija pomeni teoretičen okvir, ki igralcem in trenerjem služi za pripravo optimalne taktike posameznega dvoboja. Definicija taktike pa pomeni racionalno uporabo igralčeve tehnike v dani situaciji ter ustvarjanje kreativne imaginacije za izbiro prave rešitve v določeni igralni situaciji – kako moramo igrati, da zmagamo (Schönborn, 1999). Taktika je konkreten načrt, ki upošteva tekmeca in pogoje dvoboja in se nanaša na točno določen dvoboj. Taktiko v osnovi določajo trije temeljni principi, ki se pojavljajo v vseh igralnih situacijah: 1) začeti oz. ostati v točki, 2) ustvariti prednost in 3) zaključiti točko. Taktiki podrejena pojma sta namera in odločitev. Taktična namera se nanaša na določene dele dvoboja, kjer se igralec prilagaja načinu igranja tekmeca, rezultatu in drugim pogojem. Temeljne taktične namere so:

- optimalno pokriti igrišče,
- igrati v prazen prostor (gibati tekmeca),
- igrati natančno in zanesljivo,
- uporabiti orožja (boljši udarec ali zaporedje udarcev),
- uporabiti slabosti tekmeca (slabši udarec ali zaporedje udarcev, ki tekmeču ne ustreza),
- igrati hitro in zgodaj po odboju (tekmeca spraviti pod časovni pritisk oz. skrajšati čas za pripravo na udarec),
- spreminjati ritem igre (tekmeca prisiliti, da se prilagaja na različne značilnosti žoge).

Taktična odločitev je del izvedbe vsakega udarca in je na najvišji ravni tesno povezana in integrirana s procesi zaznavanja (percepcije), anticipacije, izvedbe udarca ter odziva tekmeca na udarec.

V času tekme teniško taktiko razumemo tudi kot sposobnost teniškega igralca, da upošteva značilnosti tekmečeve igre, uporablja lastno tehnično kompetentnost, kondicijske in psihološke sposobnosti, tako da izkorišča lastne prednosti in tekmečeve slabosti (Schönborn, 1999).

Dolgoročno na spremembe teniške taktike in tehnike vplivajo:

- razvoj tehnologije izdelave loparjev, napetij in žogic,
- spremembe v klasifikaciji, izbiri ter pripravi igralnih podlag,
- učinkovitost športnega trenajnega procesa.

2.1.2 Igralne situacije

V tenisu obstaja pet igralnih situacij, ki so vezane na izvedbo udarcev, del igrišča, kjer se udarci izvajajo, ter vlogo igralca v situaciji. Ločimo igralne situacije s servisom, reternom, na osnovni črti, na sredini igrišča in pri mreži ter obrambne situacije. V vsaki igralni situaciji je lahko igralčeva vloga napadalna, nevtralna ali obrambna.

Igralne situacije s servisom

V večini so igralci sposobni servis udariti s hitrostjo preko 175 km/h. V zadnjem obdobju uspešni igralci poskušajo s prvim servisom doseči neposredno točko oz. takoj prevzeti pobudo na igrišču. Igralci s prvim servisom poskušajo v večini primerov servirati na slabšo stran nasprotnika, pri čemer uporabljajo predvsem servis brez poudarjene rotacije (ravni) in slajz. Učinek udarjene žoge pri servisu je povezan s smerjo in hitrostjo vrtenja. Pregled dosedanjih raziskav o hitrosti vrtenja žoge (Sakurai idr., 2013, v Elliott idr.) je pokazal, da je hitrost vrtenja žoge precej višja pri drugem servisu kot pri prvem (*preglednica 3*).

Preglednica 3: Hitrost vrtenja žoge pri servisu.

UDAREC	ENOTA	MOŠKI	ŽENSKE
1. SERVIS	obr/min	1550 – 3200	600 – 2860
2. SERVIS	obr/min	3370 – 4650	3000 - 3600

Igralne situacije z reternom

V primeru uspešnega servisa tekmelec udari globok ali skrajšan forhend oz. bekend retern. Vsak od njiju je lahko odigran v treh različnih smereh: diagonalno, paralelno in v sredino. Retern je odvisen od hitrosti servisa. Igralec ima na peščeni podlagi pri hitrosti servisa 160 km/h v povprečju 900 ms časa, da izvede retern oz. 1200 ms časa pri hitrosti servisa 117 km/h, pri čemer se čas na trdih podlagah dodatno zmanjša za 200 ms (Kleinoder, 2001). Glede na omenjeno igralci uporabljajo obrambni oz. napadalni retern. Slednji se večinoma uporablja kot odgovor na šibek prvi ali drugi servis, v nasprotju z obrambnim reternom, s katerim igralci dostikrat žogo le blokirajo (blok retern). Napadalni in obrambni retern sta v osnovi namenjena prevzemanju pobude oz. vzpostavitvi ravnovesja v točki.

Igralne situacije na osnovni črti

Igra na osnovni črti časovno predstavlja največji delež teniške igre. Raznolikost situacij, ki se pojavljajo med igro je izjemno široka. V splošnem igralci na osnovni črti uporabljajo že omenjene taktične principe: ostati v točki, ustvariti prednost in zaključiti točko, vendar se na ravni taktičnih namer število možnih rešitev poveča. Tako igralci z udarci na osnovni črti stalno spreminjajo pet značilnosti žoge: smer, višino, globino, rotacijo in hitrost, s katerimi nadzorujejo prostorski in časovni vidik igre. Igralne situacije lahko naprej ločimo na napadalne, obrambne in nevtralne. Pri prvih igralec nadzoruje, ustvarja in vodi igro, pri drugih se zgolj odziva na udarce tekmeca, pri tretjih pa med igralcema obstaja ravnovesje v igri.

Pri igri na osnovni črti je poleg naštetega potrebno omeniti dva principa, ki v veliki meri vplivata na učinkovitost igralcev na osnovni črti. Prvič, upoštevanje principa optimalnega

tveganja (ang. high percentage tennis), kjer igralci ustrezno upoštevajo prostorski in časovni vidik ter izbirajo rešitve, ki jim pri večjem številu ponovitev prinašajo več dobljenih točk. Drugič, princip spremenljivosti (ang. variability, variety), kjer igralci izbirajo takšne taktične rešitve, da v čim večji meri tekmeču onemogočajo visoko stopnjo predvidevanja. Visoka raznolikost situacij na osnovni črti je tudi posledica prilagajanja načina igre igralčevim značilnostim (morfološkim, osebnostno - konativnim), sposobnostim (gibalnim, funkcionalnim, psihološkim, kognitivnim) ter taktično-tehnični kompetentnosti.

Igralne situacije na sredini igrišča in pri mreži

V primeru, da ima igralec možnost (krajša, počasnejša, višja žoga), da odigra žogo znotraj igrišča (med osnovno in servisno črto), potem to v taktičnem smislu pomeni, da izvede prehod (napad) k mreži. Pri igri na sredini igrišča je poleg tehnične izvedbe izjemno pomembno zgodnje prepoznavanje primerne trenutka za prehod k mreži. Po uspešnem prehodu k mreži igralec nadaljuje gibanje v neposredno bližino mreže. Glede na to, da se igralec nahaja v specifični situaciji, se spremeni tudi taktičen namen igralca. Ko se igralec nahaja pri mreži, je njegov edini cilj s čim manj udarci zaključiti točko. Pri tem uporablja predvsem forhend in bekend volej, oba polvoleja ter smeš in bekend smeš (Filipčič, 2008).

Obrambne igralne situacije

Med potekom igre (aktivne faze) se igralec pogosto znajde tudi v situacijah, kjer ima zaradi položaja na igrišču (izven igrišča, daleč od osnovne črte) premalo časa, zato izvede udarec v obrambni igralni situaciji. Za obrambne situacije je značilno, da ima takrat igralec na razpolago manjše število možnih udarcev. V taktičnem smislu želi igralec, ki se nahaja v obrambni situaciji, zadržati žogo v igri oz. pridobiti na času za pripravo na naslednji udarec. Med najbolj pogostimi udarci, ki jih igralec izvaja, sta pasing in lob (Filipčič, 2008). V sodobnem tenisu igralci tudi udarce v obrambnih situacijah izvajajo napadalno, zato pogosto uporabljajo t.i. proti napad (ang. counter attack).

2.1.3 Igralni stili

Igralni stil drugače poimenujemo tudi način igranja. Le-ta temelji na igralčevih tehničnih, taktičnih, telesnih in psihičnih sposobnostih ter njegovih kompetencah, v veliki meri pa nanj lahko vplivajo tudi teniški vzorniki iz igralčeve rane mladosti. Ločimo štiri stile igranja, katerih značilnosti so opisane spodaj.

Vsestranski igralci

Vsestranski igralci obvladajo prav vse stile igranja in skorajda nimajo šibkosti v igri. Sposobni so izbire mešanja udarcev, različnih stilov igre, tempa in ritma. Obvladajo agresivno igro z osnovne črte, znajo se odlično braniti in imajo kvalitetno znanje igre na mreži. Ti igralci običajno premešajo ostale tri igralne stile in jih povežejo v celoto. Odlikuje jih napadalna igra, ki jo kombinirajo z napadi z osnovne črte in s prihodi na mrežo. Sposobni so grajenja točke in takoj znajo izkoristiti priložnost za napad. Običajno prilagodijo igro glede na nasprotnika in takrat pokažejo vso kombinacijo znanj, ki jih imajo – obvladanje številnih različnih udarcev in njihova zanesljivost. Prav zaradi svoje raznolikosti so vsestranski igralci učinkoviti na vseh vrstah igralnih površin. V preteklosti sta bila najbolj znana predstavnika tega stila igre Bill Tilden in Rod Laver, v današnjem času pa so to Roger Federer, David Nalbandian in Richard Gasquet (Crespo in Miley, 2010).

Napadalci na osnovni črti

Značilnost agresivnih igralcev z osnovne črte je, da konstantno zadevajo globoke žoge. Običajno zavzamejo pozicijo blizu osnovne črte, žoge pa udarjajo kmalu po odboju z močnimi osnovnimi udarci. Imajo vsaj en osnovni udarec, ki je njihovo glavno orožje (največkrat je to forhend, pogosto pa imajo močno »orožje« tudi na bekend strani). Poskušajo prevzeti prednost v točki z osnovne črte. Običajno imajo precej visoko število zaključnih točk, zaradi tvegane igre z osnovne črte pa tudi velik delež napak. Krasi jih odličen retern, ki je pogojen z dobro anticipacijo, in dober pasing. Tudi ti igralci so uspešni na vseh vrstah igralnih podlag. Številni so mnenja, da se najbolje znajdejo na srednje hitrih podlagah (trda podlaga), vendar tudi igra na hitrih (trava) ali počasnih (pesek) podlagah

jim ne dela nobenih težav. V preteklosti so bili najznačilnejši predstavniki tega stila igre Steffi Graf, Monica Seleš, Lindeey Devenport, Jim Courier, Andre Agasi in Abdrej Medvedev (USTA, 1996), v današnjem času so to Rafael Nadal, Novak Djoković, Andy Murray, Juan Martin del Potro in Kei Nishikori.

Igralci servis – mreža

Te igralce drugače poimenujemo tudi igralci servis-volej (ang. serve and volleyers/net rusher). Imajo odlično sposobnost kombiniranja dveh udarcev (servis-volej ali pripravljalni udarec za mrežo-volej). Zelo so učinkoviti pri prehodu naprej proti mreži, saj to storijo hitro in učinkovito. Skoraj vedno poskušajo biti v vlogi »napadalca«. Imajo zelo visok odstotek prvega servisa (nasprotnike skušajo prepričati, da ne hajo verjeti v svoj retern), prav tako pa tudi odstotek dobljenih točk po prvem servisu. Zelo težko si je proti njim priigrati žogico za odvzem servisa (preobrat), saj imajo običajno visoko število zaključnih udarcev s prvim servisom. Tekmece s svojo konstantno igro na mreži silijo v igranje pasingov. Izogibajo se dolgih izmenjav na osnovni črti. Ti igralci so običajno uspešnejši na hitrih podlagah (trava), kjer si zaradi hitrejšega odboja žoge pridobijo prednost v točki. (Crespo in Miley, 2010). V zadnjem času je v profesionalnem tenisu vse manj igralcev mreže, kar je posledica tehnološko izpopolnjenih loparjev, ki omogočajo lažjo izvedbo pasinga, in tudi trenda organizatorjev, ki je usmerjen v počasnejše igralne podalge. Sodobni igralci mreže igrajo bolje na osnovni črti v primerjavi z igralci mreže v preteklosti. Pred leti so bili najbolj znani predstavniki takšne igre Boris Becker, John McEnroe, Pete Sampras in Goran Ivanišević, danes so to Ivo Karlović, Michaël Llodra in Nicolas Mahut.

Obrambni igralci

Angleški izraz za obrambne igralce je counter-puncher (prevod: protinapadalci). Zanje je značilno, da gradijo svoj stil igre predvsem na odločitvah svojih nasprotnikov. Običajno slednjim prepustijo, da si pridobijo pobudo na igrišču in skušajo vrniti vsako žogo nazaj v igrišče. Glavni lastnosti teh igralcev sta konstantnost (vztrajanje v dolgih izmenjavah) in zanesljivost pri osnovnih udarcih, zaradi česar tekmece zelo težko izvede zaključni udarec. V primeru pobude tekmeca obrambni igralec poskuša presenetiti s protinapadom (pasing,

lob, zaključni udarec...), v katerega (udarec) vloži vso energijo in teniško znanje. Njihove žoge so visoke, dolge, z veliko spin rotacije. V primerjavi z napadalci na osnovni črti je postavitev obrambnih igralcev nekoliko bolj oddaljena od osnovne črte. Pogoj za takšno igro je agilnost ter dobra kondicijska in psihološka priprava. Takšni igralci pridejo bolj do izraza na počasnejši igralni podlagi (pesek), saj jim le-ta omogoča več časa za lovljenje žog tekmeca (Crespo in Miley, 2010). V sodobnem tenisu je zelo malo predstavnikov obrambnih igralcev. Še najbližje sta jima Gaël Monfils in Gilles Simon, v preteklosti pa so bili glavni predstavniki te igre Michael Chang, Sergio Bruguera, Arantxa Sanchez-Vicario in Amanda Coetzer (USTA, 1996).

2.1.4 Igralni vzorci

Razvoj znanosti v drugi polovici 20. stoletja je nedvomno pokazal, da je »vzorec« subtilen pojem. Ko razvijamo nove načine, da bi iz opazovanj razvozlali skrito zgradbo, se ta pojem nenehno spreminja. Računalniško izboljševanje zabrisanih podob se recimo izvaja z uporabo matematičnih vzorcev, ki jih človeško oko brez pomagal ne more zaznati, zato vidimo zabrisane madeže. Poleg tega glavni problem ni v izvajanju računov, ki bi razgrnili prihodnje posledice sedanjega stanja sistema. Problem je v poznavanju sedanjega stanja (Stewart, 2003).

Naše predstave o tem, kako naj bi izvedli določen udarec, običajno dajejo prednost določeni izvedbi – pogosteje si predstavljamo forhend udarjen v višini bokov. Vendar pa od igralcev pričakujemo, da bodo sposobni te miselne vzorce prilagoditi potrebam na igrišču in spremeniti spin žoge ali kontakt z njo (Elliott idr., 2009).

Znotraj igralnih situacij lahko opazujemo posamezne udarce ali igralne vzorce, če gre za več udarcev izvedenih v seriji. Posebnega pomena pri razvoju igralcev v mlajših kategorijah je poznavanje stabilnosti oz. ponovljivosti udarcev, še pomembnejši pa je širši pogled, ki teniško igro analizira z vidika igralnih vzorcev, ki so primerna podlaga za načrtovanje trenažnega procesa. Takšen pogled je v skladu s sodobnim pristopom razvoja teniške igre kot celote (ang. game based approach).

Igralni vzorci, ki jih razvijamo na področju teniške igre, se v osnovi nanašajo na tri osnovne dejavnike, in sicer na izbiro udarca, gibanje in postavitev. Teniška točka je sestavljena iz niza udarcev. V primeru, ko se določen niz udarcev ponovi, govorimo o igralnih vzorcih. Igralne vzorce v teniški igri gledamo skozi perspektivo petih igralnih situacij², kjer na podlagi dosedanjih opazovanj in analiz obstajajo določene smernice. V večini primerov gledamo vzorce skozi zaporedje dveh udarcev (USTA, 1996).

Primer splošnih smernic (vzorcev) za igro na osnovni črti (Crespo in Miley, 2010):

- tekmecca naj prisili v napake s stalnim pritiskom, dobrim in agresivnim postavljanjem na igrišču (blizu osnovne črte),
- izogiba naj se nepotrebnim napakam,
- za igro naj uporabi vse igrišče,
- igra naj v visokem tempu, odigrane žoge naj bodo čim daljše,
- naj ne pusti, da ga tekmecc odrine nazaj od osnovne črte,
- udarci po diagonali mu dajejo dovolj nadzora in časa za pripravo,
- uporablja naj kombinacije udarcev, npr. kratko diagonalo in dolgo paralelo,
- tudi pod pritiskom naj igra zanesljivo, pomaga naj si z visokimi in dolgimi udarci,
- ko je možno, naj se proti žogi giblje diagonalno,
- napada naj s spin in ravnimi udarci,
- po potrebi naj spreminja ritem v igri oz. med točko,
- pod pritiskom naj da prednost kontroliranim udarcem pred močnimi udarci,
- spreminja naj tempo igre, npr. z visoko, dolgo žogo na zadnjo črto, ki ji sledi kratka diagonala.

Osnovna načela so plod dolgoletnih opazovanj in raziskovanj teniških trenerjev ter raziskovalcev. Razvoj teniške igre vpliva na igralne stile, znotraj katerih se izoblikujejo določeni vzorci igre. Poznavanje in vključevanje vzorcev v proces učenja pri mladih teniških igralcih vsekakor vpliva na tekmovalno uspešnost.

² Servis, retern, igra na osnovni črti, prehod na mrežo ter igra pri njej in obrambne situacije.

2.1.5 Teniški udarci

Tenis spada med aciklične polistrukturne športne panoge, zato ni smiselno pričakovati, da bo igralec žogo udaril na vedno isti način. Vse variacije posameznega udarca imajo isto osnovo, vendar med njimi obstajajo določene razlike. Pomeni, da nenehno prihaja do reorganizacije stereotipa posameznega udarca. Ta trditev ima podlago v teoriji dinamičnih sistemov, ki pravi, da je gibanje najlažje razumeti kot sistem z mnogimi soodvisnimi elementi, ki se večinoma organizirajo sami (Davids, Button in Bennett, 2008; Elliott idr., 2009).

Rotacija in hitrost žoge

Učinek udarca je odvisen od višine, smeri, hitrosti in rotacije udarjene žoge. Rotacija naprej (spin) povzroči povečan pritisk na žogo od zgoraj, kar skupaj s težnostjo povzroči hitrejše padanje žoge nazaj v igrišče, k čemur še dodatno pripomore izguba horizontalne hitrosti zaradi upora zraka. Skupaj s hitrostjo (*preglednica 4*) in smerjo spina poudarjeno gibanje navzdol povzroči višji odboj žoge. Pri vrtenju nazaj (slajz) se poveča pritisk na žogo od spodaj in povzroči dvig žoge v nasprotni smeri od sile težnosti. Višina odboja je posledično manjša (*preglednica 5*). Žoga, udarjena z močnim spinom, nosi podobno količino energije zaradi vrtenja kot jo ima zaradi svojega gibanja naprej. Tekmec mora za vračanje spin udarca pospešiti proti žogi z dvakratno hitrostjo loparja v primerjavi z vračanjem slajz udarca (Brody, 2007; Elliott idr., 2009).

Preglednica 4: Hitrosti žoge na različnih delih teniškega igrišča.

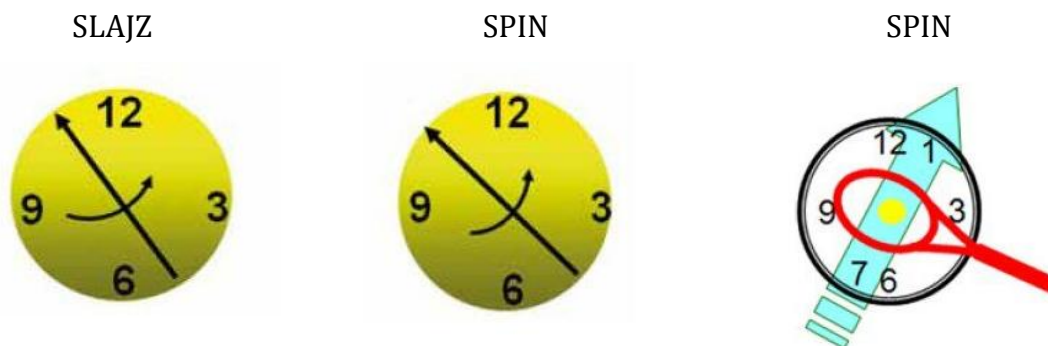
ZAČETNA HITROST (km/h)	HITROST NA MREŽI (km/h)	UPAD HITROSTI (km/h)	HITROST NA OSNOVNI ČRTI (km/h)	UPAD HITROSTI OD MREŽE DO OSNOVNE ČRTE (km/h)
144,84	119,09	25,75	98,17	20,92
107,83	86,90	20,92	72,42	14,48
72,42	54,72	17,70	43,45	11,27

Preglednica 5: Rotacija žoge in višina odboja.

VIŠINA UDARJENE ŽOGE (cm)	ROTACIJA (obr/min)	VIŠINA ODBOJA (cm)
147,32	1920 (nazaj)	52,07
147,32	0	70,87
147,32	1920 (naprej)	87,12

Servis

Začetek aktivne faze vedno predstavlja servis, zato je ključnega pomena za uspeh v tenisu. Igralci uporabljajo ravni³ (brez poudarjene rotacije), slajz in spin servis. Meritve, ki so jih izvedli Sakurai, Reid in Elliott (2013), so pokazale, da ima vsaka servirana žoga med letom določeno rotacijo. Pri ravnem servisu ima žoga med letom podobno rotacijo kot pri slajzu. Kot med vodoravno ravnino in osjo vrtenja žoge je okoli 70° pri ravnem in slajz servisu, medtem ko je pri spin servisu okoli 55° (slika 4). Avtorji (Brody, Cross in Lidsey, 2002) navajajo pomembnost spina, posebno tospina, za tekmovalno uspešnost.



Slika 4: Smer in os vrtenja žoge pri servisu ter gibanje loparja.

Raziskave, opravljene v nadzorovanih okoliščinah v laboratoriju v Avstraliji na vzorcu šestih od 13 do 14 let starih dečkov in treh vrhunskih teniških igralcev, kažejo na to, da se veliko lastnosti gibanja med servisom v času igralske kariere več ne spreminja. Mednje

³ Izkazalo se je, da se uporablja neprimeren izraz, saj ima vsaka servirana žoga med letom določeno rotacijo (Allen, Choppin, & Knudson, 2015).

sodita npr. višina kontakta z žogo, ki je približno 1,5 – kratnik višine igralca, in višina meta žoge (Elliott idr., 2009).

Retern

Polovica odigranih točk se prične z reternom, kar predstavlja 40 % vseh udarcev, ko igralec reternira. V povprečju igralec udari tri žoge v točki. Eden izmed teh treh udarcev pri branjenju servisa je retern, ki predstavlja 15 % vseh udarcev (Brody, 2003; Elliott idr., 2009). Retern ločimo na bekend in forhend, vsak od njiju je lahko ravni, spin ali slajz. Retern dodatno ločimo še na dolžino zamaha (običajen, blok retern) ter glede na izvedbo, in sicer na napadalni in obrambni retern.

Forhend

Forhend udarec desničarji izvajajo na desni, levičarji pa na levi strani telesa. Poznamo tri vrste forhend udarcev, ki jih glede na rotacijo žoge ločimo na ravne, spin in slajz. Izvedba t.i. forhenda je odvisna od naslednjih osnovnih dejavnikov: postavitve in prijema loparja, gibanja nog, zamaha, rotacije ramen in trupa, poti loparja do točke udarca, položaja telesa ob kontaktu in gibanja telesa pri izmahu (Elliott idr., 2009). Igralci forhend lahko udarijo diagonalno, paralelno, po sredini in skrajšano žogo.

Bekend

Bekend se v osnovi razlikuje na enoročni in dvoročni. Desničarji ga izvajajo na levi, levičarji na desni strani telesa. Glede na rotacijo žoge ločimo ravni, spin in slajz bekend. Na izvedbo bekenda vplivajo isti osnovni dejavniki kot pri forhendu (postavitev in prijem loparja...). Bekend je v zadnjem obdobju močno spremenil teniško igro. Glavni razlog je v tem, da se je odstotek igralcev, ki uporabljajo dvoročni bekend, močno povečal. Posledično se je tudi odstotek napak na bekend strani zmanjšal in se v sodobnem tenisu ne razlikuje od odstotka napak na forhend strani (Weber, Pieper in Exler, 2007). Dvoročni bekend ima neprecenljivo prednost pred enoročnim že v obdobju učenja tehnike, saj otrokom zagotavlja večjo simetrijo v razvoju mišično-skeletnega sistema.

Volej forhend in bekend sta udarca, ki jih igralci izvajajo pri mreži. Glavna razlika med ostalimi udarci in volejem je ta, da ima pri slednjem igralec v večini primerov malo časa za izvedbo (časovna stiska). Reakcijski čas od točke udarca tekmeca do prvega premika loparja traja od 226 ms za forhend volej oz. 205 ms za bekend volej. Bistven element uspešnega voleja je tudi dinamično ravnotežje. Elliott idr. (2009) navajajo, da pri igralcih z dobrim volejem pogosto opazimo stik sprednjega stopala s podlago takoj po ali med kontaktom žoge.

Ostali udarci, ki se uporabljajo redkeje, so (Filipčič, 2002):

- polvolej, ki se igra takoj po odboju žoge,
- passing je napadalen udarec, ki ga igralec igra v obrambnem položaju in ima tri cilje: prisiliti tekmeca, da naredi napako z volejem, ohraniti ravnotežje v igri in si ustvariti novo priložnost za izvedbo pasinga ali loba, doseči neposredno točko,
- skrajšana žoga, ki se igra z namenom doseganja neposredne točke, spremembe ritma, igre, zvabiti nasprotnika k mreži, utruditi nasprotnika,
- štop volej je skrajšana žoga z volejem,
- lob je udarec, ko poskušamo žogo spraviti v zadnji del igrišča preko igralca pri mreži,
- bekend smeš je udarec, ko se igralec giblje nazaj in je s hrbtom obrnjen proti žogi. Igralna roka je ob točki zadetka povsem iztegnjena.

2.1.6 Dosedanje raziskave na področju igralnih značilnosti

V posamezni točki igralci povprečno udarijo žogo 2,5 do 3-krat, odvisno od načina igre, spola, podlage, taktike in tipa žoge⁴. Glede na zadnje raziskave se razlike v trajanju točke na različnih podlagah manjšajo, kar je najverjetneje posledica uporabe novejših žog, ki kompenzirajo različnost podlag. V servisni igri igralci udarijo od 16 do 21 udarcev in od

⁴ Različni tipi žog se uporabljajo na različnih podlagah. Tip 1 (hitre žoge) za počasne podlage, tip 2 (standardne žoge), tip 3 (počasne žoge) za hitre podlage in visoko nadmorsko višino („ITF Tennis - Ball Rules“, 2015).

10,4 do 12,2 udarca pri sprejemu servisa. Največ točk igralci odigrajo na travnati površini, v povprečju 30 več kot na peščeni in trdi podlagi. Razloge lahko iščemo v odstotku podaljšanih iger (Wimbledon 13,68 %, Roland Garros 9,60 %) (Ferrauti, Weber in Wright, 2003; Girard in Millet, 2004; Kovalchik, 2013; Miller, 2003; Smekal idr., 2001). Razpršenost posameznih udarcev znotraj posamezne igre vidimo v *preglednici 6* (Johnson in McHugh, 2006). Servis je najbolj pogost udarec v servisni igri pri moških.

Preglednica 6: Povprečno število najbolj pogostih udarcev v igri.

SERVISNA IGRA			SPREJEMNA IGRA		
Servis	prvi	6,4	Sprejem servisa	forhend	2,3
	drugi	2,5		bekend	3,0
Topspin	forhend	4,4	Topspin	forhend	3,0
	bekend	3,0		bekend	2,6
Volej	forhend	0,3	Volej	forhend	0,1
	bekend	0,4		bekend	0,1

Taktični namen in s tem igralne značilnosti se z razvojem teniške opreme in igralcev nenehno spreminjajo. Največje spremembe v sodobnem tenisu zaznamujeta forhend in bekend. Medtem ko je forhend udarec, ki je ključnega pomena za uspeh, je bekend v sodobnem tenisu postal orožje najboljših igralcev. Število udarcev, ko so igralci v časovni stiski, je višje na trdih podlagah (45 %) v primerjavi s peščenimi (30 %) (Elliott idr., 2009). Večji odstotek napak v avt igralci naredijo v primerih, ko imajo dovolj časa za pripravo, medtem ko v časovni stiski naredijo več napak v mrežo (Pieper, Exler in Weber, 2007; Weber idr., 2007).

Pomen servisa in reterna je podrobneje analiziralo več avtorjev, ki ugotavljajo, da: imata omenjena udarca največji vpliv na končen rezultat v sodobni teniški igri, zmagovalci s prvim servisom dosežejo več točk kot poraženci, servis ima večji vpliv na rezultat na hitrih podlagah, z reternom se zaključi več odstotkov točk na trdi podlagi (37 – 42 %) kot na peščeni (30 – 33%), vpliv servisa za osvojitve točke se pri moških izniči kasneje kot pri ženskah (po 4 udarcih, pri ženskah po 2 udarcih; drugi servis: po 2 udarcih, ženske nimajo prednosti), igralci imajo več možnosti za osvojitve točke v primeru, ko vračajo retern v sredino igrišča (Brown in O'Donoghue, 2008; Furlong, 1995; Gillet, Leroy, Thouvarecq, in

Stein, 2009; Kropivšek, 2006; Merghes, Simion in Nagel, 2014; O'Donoghue in Ballantyne, 2004; O'Donoghue, 2004; Schönborn, 1999).

Udarci z osnovne črte imajo večji vpliv na rezultat na počasnih podlagah kot na hitrih. Igralci na peščeni podlagi z osnovne črte zaključijo večji odstotek točk (65 %) kot na travnati podlagi (14 %) (Unierzyski in Wieczorek, 2004).

2.2 Obremenitve pri teniški igri

Tenis spada med aciklične polistrukturane športne panoge. Osnovne značilnosti tenisa so:

- časovno neomejena športna panoga,
- nepredvidljivi igralni pogoji in okoliščine,
- več kot 20 vrst različnih udarcev,
- rezultat je posledica osvojenih točk, iger in nizov.

Igralne značilnosti so vse aktivnosti oz. značilnosti teniških igralcev, ki jih izvajajo med teniško igro: časovne (aktivnost, odmor), prostorske (področje in obseg gibanja, položaj udarcev) in vsebinske (število, vrsta in učinkovitost udarca). Omenjeni dejavniki imajo vpliv tudi na fiziološke, psihološke in kondicijske vidike teniške igre (Kovacs, 2006).

Pomembne značilnosti tenisa so tudi: veliko število igralnih situacij in taktičnih odločitev, visoka hitrost in različne rotacije žoge, pogosto menjavanje igralnih podlag, tekmecev in pogojev, številne posebne psihološke situacije, časovno dlje trajajoči dvoboji, razvejan tekmovalni sistem, kjer so tekmovanja organizirana na izpadanje.

2.2.1 Časovne značilnosti in metabolični procesi pri teniški igri

Posebnost teniške igre v primerjavi z večino drugih športov je v tem, da tenis ni časovno omejen, kar pomeni, da je tekma lahko krajša od ene ure, lahko pa traja več ur. V zadnjih letih so trendi osnovnih časovnih spremenljivk sledeči: skupni igralni čas se podaljšuje, zmanjšuje se število aktivnih faz in podaljšuje se trajanje točk. Posledično to pomeni, da

se povečuje intenzivnost igranja (*slika 5*). V letu 2012 je skupni čas aktivne in pasivne faze pri posamezni točki znašal 42 s, približno 10 % več kot leta 2000. V zadnjem obdobju je bila odigrana tudi najdaljša mednarodna tekma doslej, in sicer v Wimbledonu leta 2010. To je bila tekma med Nicolasom Mahut-om ter Johnom Isnerjem, trajala je 11 ur in 5 minut (Kovalchik, 2013).



Slika 5: Utrujenost igralcev ob razglasitvi zmagovalca na Odprtem prvenstvu Amerike leta 2012.

Poleg dolgotrajnega napora je posamezna točka sestavljena iz ponavljajočih se kratkih (5 – 10 s) visoko intenzivnih gibanj, katerim sledi daljši odmor (10-20 s). Odmor določajo pravila ITF-a in so po letu 2002 sledeča: 20 s med točkami, 90 s pri menjavi strani in 120 s med nizi. Zmagovalec mora v teniški tekmi v večini primerov osvojiti 2 niza. Povprečna teniška tekma traja 90 minut. Pregled dosedanjih raziskav na področju časovnih značilnosti vidimo v *preglednici 7* (Brown in O'Donoghue, 2008; Christmass, Richmond, Cable, Arthur in Hartmann, 1998; Fernandez-Fernandez, Mendez-Villanueva, Fernandez-Garcia in Terrados, 2007; Fernandez-Fernandez, Sanz-Rivas, Fernandez-Garcia in Mendez-Villanueva, 2008; Ferrauti idr., 2003; Filipčič, 1994; Girard in Millet, 2004; Hornery, Farrow, Mujika in Young, 2007; Hornery, Farrow, Mujika, Young in Pluim, 2007; Kovacs, 2004, 2006; Mendez-Villanueva, Fernandez-Fernandez in Bishop, 2007; Murias, Lanatta, Arcuri in Laiño, 2007; O'Donoghue in Ingram, 2001; O'Donoghue in Liddle, 1998; Pečelin, 2006; Pintarič, 2002; „Rules of Tennis“, 2015; Smekal idr., 2001).

Preglednica 7: Časovne spremenljivke v dosedanjih raziskavah.

OZNAKA	ENOTA	AS	MIN	MAX
S_ČAS	min	98,00	55,00	127,00
Š_AF	št.	159,54	85,00	214,00
PČ_AF	s	6,21	2,50	12,20
ADI	%	18,49	6,30	27,90
PČ_PFT	s	19,00	15,50	28,30

S_ČAS - skupni čas trajanja tekme; Š_AF - število aktivnih faz (točk); PČ_AF - povprečni čas posamezne aktivne faze (točka); ADI - odstotek aktivnega dela na tekmi; PČ_PFT: povprečni čas pasivne faze med točkami.

Poznavanje časovnih značilnosti teniške igre je ključni dejavnik, ki vpliva na fiziološke procese igralcev. Oboje pa je ključni element pri trenažnem procesu, ki posledično vsekakor vpliva na rezultat (*preglednica 8*) (Davis, Roscoe, Roscoe in Bull, 2005).

Preglednica 8: Trajanje napora in energijski procesi ter viri.

TRAJANJE NAPORA	ENERGIJSKI PROCESI	ENERGIJSKI VIRI
1 do 5 s	anaerobni alaktatni	mišični ATP
5 do 10 s	anaerobni alaktatni	ATP + kreatinfosfat (CP)
10 to 45 s	anaerobni laktatni	mišični glikogen + CP
45 to 120 s	anaerobni laktatni	mišični glikogen
2 min do 6 min	aerobni, anaerobni laktatni	mišični glikogen
6 min do 30 min	aerobni	glikogen + lipidi
30 min do 1-2 uri	aerobni	lipidi

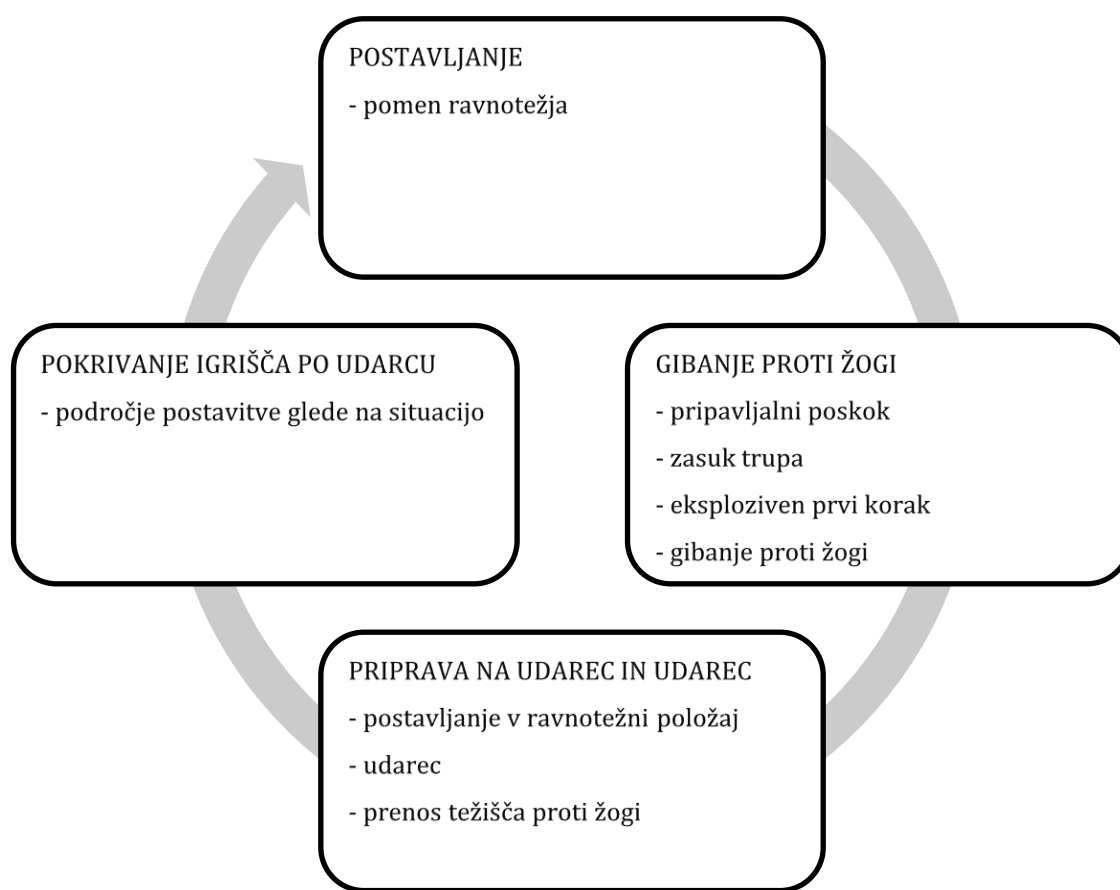
Energijske zahteve med teniško igro so odvisne od omenjenih aktivnih in pasivnih faz. V aktivnih mišicah zagotavljata oskrbo z energijo predvsem visoko energijski ATP in kreatin fosfat, prav tako pa tudi proces oksidacije ogljikovih hidratov in lipidov (Bergeron idr., 1991). Povprečna koncentracija laktata v krvi zato ostaja nizka (med 1,8 in 2,8 mmol/l) in naraste nekoliko (od 0,5 do 1 mmol/l) le v tekmovalnih pogojih. Le 10 % vseh posameznikov doseže koncentracijo laktata v krvi med 5 in 8 mmol/l in s tem anaerobni nivo. Majhna potreba po energijski oskrbi iz anaerobnega metabolizma je posledica kratkih aktivnih faz (Ferrauti idr., 2003).

Tenis zaradi dolgotrajne aktivnosti in zmerne povprečne srčne frekvence spada v območje aerobnega napora (Bergeron idr., 1991). Na drugi strani se pri agresivnih udarcih z osnovne črte, servisu in hitrih spremembah smeri vključujejo hitra mišična vlakna, ki spadajo v področje anaerobnega napora. Teniško igro tako lahko opredelimo s pretežno anaerobnim naporom, zahteva pa visoko stopnjo aerobne vzdržljivosti, ki je pomembna pri zakasnitvi pojava utrujenosti (Kovacs, 2006).

2.2.2 Gibanje teniških igralcev

Proučevanje gibanja igralcev in igralk je pomembno za razumevanje obremenitev v igrah z loparji. Podrobne analize nam omogočajo definirati gibanje igralcev v aktivni fazi (O'Donoghue, 2004).

Teniška igra od igralcev in igralk zahteva neprestano prilagajanje novim situacijam in v aktivni fazi poteka po določenem zaporedju (*slika 6*) (Hughes in Meyers, 2005).



Slika 6: Zaporedje gibanj v tenisu.

Po dosedanjih raziskavah igralci v aktivni fazi v povprečju pretečejo 3 metre pri vsakem udarcu, od 8 do 15 metrov pri vsaki točki, od 600 do 800 metrov v nizu oz. od 1300 do 3600 metrov v uri igranja. Pri posameznem udarcu se igralci gibljejo v 80 % znotraj 2,5 metra, v 10 % od 2,5 do 4,5 metra in v manj kot 5 % na razdalji, ki je večja od 4,5 m. Smer gibanja pri posamezni točki v povprečju spremenijo 4 - krat, pretečejo oz. prehodijo od 8 do 12 metrov. Na celotni tekmi izvedejo od 300 do 500 visoko intenzivnih gibanj in sicer približno 70 % v lateralni smeri, 20 % v smeri naprej in 8 % v smeri nazaj (Fernandez-Fernandez, Mendez-Villanueva in Pluim, 2006; Fernandez-Fernandez, Sanz-Rivas in Mendez-Villanueva, 2009; Höhm, 1987; Kovacs, 2009; Murias idr., 2007; Reid in Duffield, 2014).

Dosedanje raziskave v iskanju razlik na področju gibanja so pokazale, da se poraženci v aktivni fazi gibljejo hitreje in se več časa nahajajo v obrambnih situacijah. Ugotovitve raziskav, kjer so proučevali količino opravljene poti v aktivni in pasivni fazi na tekmi med poraženci in zmagovalci, si nasprotujejo (Filipčič, Perš in Klevišar, 2006; Martínez-Gallego, Ramón-Llin, Guzmán, Vučković in James, 2012; Martínez-Gallego, Guzmán, James, Perš, idr., 2013; Martínez-Gallego, Guzmán, James, Ramón-Llin, idr., 2013).

Posebnost teniške igre je v tem, da se na področju gibanja nenehno prepletajo tri sposobnosti, in sicer hitrost, agilnost in vzdržljivost.

Hitrost

Hitrost oz. hitra sprememba smeri je pot, ki jo športnik opravi v časovni enoti. Reakcijski čas, hitrost pospeševanja, hitrost posameznega giba in frekvenca gibov pa so elementarni deli hitrosti (Moreau, Perrotte in Quetin, 2003).

Hitrost je kompleksna sposobnost, ki je odvisna od različnih oblik moči in od mišične koordinacije, mišičnega tonusa ter gibljivosti. Velik vpliv na hitrost ima tudi količina hitrih mišičnih vlaken. Hitrost je v veliki meri odvisna od genetske zasnove organizma. Glede na način pojavljanja ločimo dve pojavnosti obliki hitrosti in sicer hitrost reakcije ter hitrost gibanja. Hitrost reakcije je sposobnost hitre reakcije na nek dražljaj in izvedbe k določenemu cilju usmerjenega mišičnega delovanja.

Reakcijske sposobnosti so pri tenisu glede na vse hitrejšo igro izrednega pomena in so pri najboljših teniških igralcih že blizu najnižje meje. Hitrost gibanja delimo na hitrost ponavljajočih se gibov (ciklična hitrost) in hitrost posamičnega giba (aciklična hitrost). Ciklična hitrost se pojavlja pri kratkih, zelo hitrih sprintih teniškega igralca. Za optimalno izvedbo udarca je pomembna tudi visoka hitrost loparja skozi točko zadetka. Pomen hitrosti posamičnega giba se tako pri tenisu kaže poleg osnovnega gibanja tudi pri zaključnih udarcih, servisu, reternu, spin voleju in smešu (Filipčič, 2002). Posledično prihaja do velikih sil in navorov (Kovacs, Chandler in Chandler, 2007). Primer je hitrost notranje rotacije v ramenskem obroču pri servisu, ki znaša od $1074^{\circ} - 2399^{\circ} \cdot s^{-1}$.

Zabeležena hitrost ekstenzije v komolcu je $1700^{\circ} \cdot s^{-1}$ ter hitrost fleksije v zapestju $315^{\circ} \cdot s^{-1}$ (Ellenbecker in Roetert, 2000).

Kljub temu, da teniška igra ne zahteva premočrtnega teka, je več avtorjev v svojih raziskavah ugotovilo korelacije med sprintom na 5 in 20 m ter uspešnostjo v tenisu (Bunc, Louha, Höhm in Safarik, 1990; Filipčič in Filipčič, 2005; Müller, 1989). Na drugi strani pa Leone, Comtois, Tremblay in Léger (2006) sklepajo, da klasični sprint test (20 – 40 m) ni dober kazalec hitrosti teniškega igralca v realni situaciji. Vsekakor so reakcijski čas, hitrost prvega koraka ter gibanje naprej in vstran na kratkih razdaljah pomembni parametri teniške igre (Salonikidis in Zafeiridis, 2008).

Glede na veliko število visoko intenzivnih gibanj sta znotraj zaključenega kroga v aktivni fazi pomembna predvsem dva dejavnika, in sicer pripravljalni poskok (ang. split steep) in način lateralnega gibanja.

Pripravljalni poskok ima bistveno vlogo pri hitrosti prvega koraka, saj poveča hitrost gibanja vstran (Uzu, Shinya in Oda, 2009). Podrobno sta pripravljalni poskok analizirala Hughes in Moore (1998). Ugotovila sta, da so igralci pri 94 % udarcev naredili pripravljalni poskok v osnovnem položaju. Če igralec ni uspel narediti pripravljalnega poskoka, je to v veliko primerih privedlo do napake v igri. Ugotovila sta tudi, da so neučinkoviti in nepotrebni poskoki ter nenadni teki do žoge v številnih primerih pripeljali do napak v igri.

Pri pripravljalnem poskoku gre za visoko intenzivno gibanje, kjer prevladuje ekscentrično – koncentrična mišična kontrakcija⁵ (EKK). Pri EKK mišica lahko proizvede večjo mišično silo, opravi večjo koncentrično delo in porabi manj kemične energije (Enoka, 2002; Komi, 2003). Hitrost ob zaključku odrida je lahko večja tudi za 20 % (Knudson, 2007).

Razlago za razvoj večje sile najdemo v delovanju štirih mehanizmov, in sicer: elastična energija, čas za razvoj sile, potencial za razvoj sile in refleksi. V fazi raztezanja mišic in

⁵ Ekscentrično koncentrična kontrakcija (ang. Stretch-Shorten Cycle) je pogost vzorec mišične aktivacije, pri kateri se aktivna mišica najprej podaljša, nato pa skrajša (Enoka, 2002).

tetiv se elastična energija shranjuje večinoma v prečnih mostičkih in tetivah. Ta energija je na voljo le določen čas (15 – 120 ms) in se sprosti v koncentrični fazi gibanja. Tretji mehanizem, ki deluje predvsem v daljših mišicah, predvideva, da je večja sila v prečnih mostičkih posledica predhodnih raztezanj. Četrty mehanizem je živčni odziv mišice na raztezanje v začetni fazi EKK (Enoka, 2002).

Salondikis in Zafeiridis (2008) navajata, da so hitrost prvega koraka, gibanje naprej in vstran na kratkih razdaljah ter reakcijski čas pomembni parametri teniške igre.

Gibanje vstran lahko začnemo na različne načine, pri čemer vedno lahko določimo zunanjo oz. notranjo nogo glede na oddaljenost od žoge, kar nam pomaga pri definiciji. Prvi korak lahko začnemo z notranjo nogo t.i. korakom v stran (ang. jab step), s križnim korakom, (ang. pivot; cross-over step) ali s korakom vstran s predhodnim dodatnim prenosom težišča na zunanjo nogo (ang. gravity step). Slednji korak se prične s prinoženjem notranje noge, kar povzroči prenos težišča proti žogi.

Glede na raziskavo (Bragg, McLennan in Andriacchi, 2003) je najučinkovitejši način za lovljenje bolj oddaljenih žog korak s prenosom teže na zunanjo nogo (gravity step). Poleg tega avtorji nakazujejo, da je za lovljenje žog na krajših razdaljah najučinkovitejši korak vstran. Omeniti je potrebno, da edino korak vstran v omenjeni raziskavi ni vključeval rotacije v bokih.

Moreau idr. (2003) razlagajo, da se pomen hitrosti v tenisu kaže predvsem, ko igralec poskuša:

- narediti hiter prvi korak,
- izvesti gibalne vzorce in spremembe smeri pri visoki hitrosti,
- zavirati za optimalno postavitev pri udarcu,
- udariti močan udarec pri servisu oz. z osnovne črte.

Agilnost

Raziskave vse bolj nakazujejo, da sta sprint in agilnost različni sposobnosti. Young, McDowell in Scarlett (2001) so ugotovili, da sta sprint naravnost in agilnost neodvisni

sposobnosti, specifični ter kažeta nizko stopnjo medsebojne odvisnosti. Poleg tega sta Vescovi in McGuigan (2008) dokazala, da so enosmeren sprint, agilnost in navpični skok neodvisna gibanja.

Razlike med sprintom in agilnostjo se pojavljajo tudi med spoloma. Pri ženskih igralkah je med sprintom in agilnostjo običajno zmerna do visoka, pri moških pa visoka korelacija. Korelacija med agilnostjo in sprintom se pri obeh spolih z večanjem razdalje sprinta povečuje (Clark, Martin, Lee, Fornasiero in Quinn, 1998).

Agilnost kot gibalno sposobnost lahko opredelimo kot gibanje z učinkovitim zaviranjem in pospeševanjem, ki vključuje spremembo smeri. Tradicionalna definicija agilnosti se preprosto nanaša le na hitro spremembo smeri (Draper in Lancaster, 1985). Young, James in Montgomery (2002) agilnost opredeljujejo kot sestavo hitrosti in kognitivnih dimenzij.

Agilnost je zelo kompleksna gibalna sposobnost hitre in ustrezne spremembe položaja telesa v prostoru (zahteva po dinamičnem ravnotežju in stabilnosti telesa, ki se odražata v dobri kontroli). Odvisna je od tehnične optimalnosti gibanja in seveda sinergije različnih gibalnih sposobnosti in njihovih pojavnih oblik: hitrost reakcije, hitrost lokomotornega pospeševanja in hitrosti posameznega giba, hitre moči v različnih pogojih, dinamičnega ravnotežja, funkcionalne gibljivosti idr. Velikokrat se dejanska učinkovitost izrabe agilnosti v športnih igrah (torej ustreznega gibalnega odziva) skriva v kognitivnih elementih, kot so: vizualna budnost, percepcija, anticipacija in pravilna odločitev (Škof in Jakše, 2007).

Agilnost lahko delimo tudi glede na osnovni način gibanja, in sicer na frontalno, lateralno in horizontalno vertikalno oz. na agilnost s ponavljajočim se ali z enkratnim spreminjanjem položaja. Obstajajo tudi drugi načini tipologije agilnosti, npr. glede na način spremembe smeri, kjer razlikujemo:

- agilnost s krožno spremembo smeri,
- agilnost s kotno spremembo smeri,
- agilnost s spremembo smeri z obratom.

Ker je agilnost kompleksna gibalna sposobnost in eden od najpomembnejših dejavnikov uspeha v športnih igrah, ji nekateri strokovnjaki pripisujejo še večji pomen, ko pravijo, da so športne igre prvenstvo discipline agilnosti (Škof in Jakše, 2007).

Pradet (1996) definira agilnost kot sposobnost učinkovite izvedbe gibalnih nalog, kar pomeni predvsem hitro učenje novih gibanj, ki so izvedena tekoče, precizno, sproščeno in z minimalno potrošnjo energije.

Pri razvoju agilnosti naletimo na tri glavne omejitvene dejavnike (Moreau idr., 2003):

- agilnost je kombinacija številnih gibalnih sposobnosti,
- agilnost je specifična sposobnost,
- agilnost je v procesu učenja precej zapostavljena.

Definicija agilnosti se navezuje na hitre spremembe smeri gibanja, ki so posledica odziva na dražljaj. Taka opredelitev agilne sposobnosti vključuje kognitivne dimenzije ter velja samo za nepredvidljiva⁶ gibanja (Bompa in Haff, 2009; Oliver in Meyers, 2009).

Temelj sodobne teniške igre je izvedba hitrih in preciznih gibanj (Moreau idr., 2003). Pomen agilnosti se v tenisu torej izraža v hitri in učinkoviti spremembi smeri, na podlagi prepoznavanja igre tekmeca.

Vzdržljivost

Športnik bo uspešno opravil gibanje samo takrat, kadar bo njegov gibalni program realiziran ob optimalni informacijski in energetske podpori. Energija, ki jo športnik pri gibanju uporabi, se razume kot potencialna in kinetična energija. Potencialna energija je skrita, uskladiščena energija, ki jo športnik lahko uporabi za premagovanje zunanjih sil. Ta energija je odvisna od športnikove mase (zunanji vidik) in od količine shranjene energije v mišicah (notranji vidik). Za učinkovito uporabo uskladiščene energije je potrebno dobro delovanje številnih mehanizmov in dejavnikov, preko katerih se bo

⁶ Nepredvidljivega gibanja ne moremo planirati vnaprej, za razliko od predvidljivega, ki ga lahko (sprint, določena smer gibanja) (Cox, 2012).

energija pretvorila v mišično delo, moč oz. silo. Za fiziološko obravnavo in za uspešnost gibanja je bolj pomembna skrita potencialna energija, potrebna za tvorjenje mišične sile in opravljanje mišičnega dela. Pod energijo razumemo zmožnost športnika oz. njegovih mišic, da opravi delo (izvede določeno tekmovalno nalogo) (Jošt, 2004).

Za športnika je zelo pomembno, da lahko zahtevano nalogo opravi s čim manjšim pojavom utrujenosti. Utrujenost je stanje začasne zmanjšanosti delovne sposobnosti, ki nastopi zaradi določene obremenitve. Utrujenost se izraža skozi vse težje opravljanje dela ali nezmožnost, da bi dejavnost nadaljevali na prvotni intenzivnosti. Pri isti obremenitvi se bo utrujenost pri različnih ljudeh zaradi razlik v njihovi odpornosti na utrujenost – vzdržljivosti pojavila v različnem času in v različni intenzivnosti. Vzdržljivost zato označuje sposobnost človeka, da lahko opravlja določeno dejavnost dlje časa, ne da bi zaradi utrujenosti moral to dejavnost prekinjati ali bistveno znižati njeno intenzivnost. Vzdržljivost je torej odpornost proti utrujenosti (Škof, 2007).

Vzdržljivost teniških igralcev se razlikuje od vzdržljivosti tekačev ali plavalcev in jo imenujemo specifična teniška vzdržljivost. Teniška tekma lahko traja tudi pet ur in več. V tem času igralec udari preko 100 servisov, izvaja visoko intenzivna gibanja in poskuša ohranjati visok nivo osredotočenosti pri vsaki točki. Omenjeni dejavniki so samo delno povezani z aerobnimi kapacitetami. Vsekakor pa je potreben določen nivo aerobne vzdržljivosti, ki zagotavlja ohranjanje optimalne izvedbe gibanj in udarcev. Specifično teniško vzdržljivost lahko razumemo kot sposobnost izvajanja ter ohranjanja visoko - intenzivnih gibanj na najvišji možni ravni brez pojava utrujenosti v določenem časovnem obdobju (Unierzyski, 2000).

Specifična teniška vzdržljivost vpliva na:

- aerobne kapacitete,
- anerobne alaktatne kapacitete,
- anaerobne laktatne kapacitete,
- centralni živčni sistem,
- nivo gibalnih sposobnosti,
- mentalne sposobnosti (motivacija, koncentracija, kognitivne sposobnosti itd.),
- teniško tehniko in taktiko.

Pojav utrujenosti vpliva na zgoraj omenjene dejavnike. Kot primer lahko navedemo, da utrujenost zmanjša natančnost servisa (kadar igralec servira z leve strani) in osnovnih udarcev za 30 oz. 69 %. Zmanjšanje startne hitrosti (iz 5,7 na 5,2 m/s na razdalji 5 m) močno vpliva na uspešnost nastopa na profesionalni ravni. V širšem pogledu pojav utrujenosti vpliva na: zmanjšanje preciznosti udarcev, slabše delo nog, zmanjšanje koncentracije, jezo, sposobnost hitrega odločanja in izvajanje udarcev izven ravnotežja. Posledično to pomeni slabšo uspešnost nastopa (Davey, Thorpe in Williams, 2002; Unierzyski, 2000).

Pomemben tip vzdržljivosti⁷ v tenisu je tudi hitrostna vzdržljivost, ki je prevladujoča sposobnost pri premagovanju največjega napora, ki traja do 2 minuti. Zaradi kopičenja laktata v organizmu pri daljših izmenjavah prihaja do rušenja koordinacije, pri čemer se zmanjšujeta tudi preciznost in ravnotežje. Obe gibalni sposobnosti pa spadata med pomembnejše dejavnike uspešnosti v tenisu.

2.3 Spol

Neenakost v fizioloških ter psiholoških značilnostih med spoloma odpira vprašanje različnih oz. enakih pristopov in ocenjevanj vadbenih procesov. Ali je razlog, da ženska igra temelji bolj na osnovnih udarcih z zadnje črte v tem, da so manjše in imajo počasnejši servis? Ali bi ženske morale slediti moškemu trenažnemu procesu, ali bi morale posvetiti več oz. manj časa razvoju mišične mase kot moški, da bi bile uspešnejše v tenisu (Pluim, 2001)? Takšna vprašanja dajejo smisel raziskovanju razlik med spoloma v tenisu.

Skozi zgodovino so se s športom ukvarjali le moški. Posvečali so mu veliko pozornosti, saj je veljal za koristno in plemenito vrednoto in je omogočal razvoj osebnosti. Na drugi strani pa naj bi imel na ženske negativne učinke. Povzročal naj bi neplodnost ter jih spreobrnil

⁷ Z vidika intenzivnosti in trajanja napora lahko govorimo o treh tipih vzdržljivosti: 1) hitrostna vzdržljivost – aktivnost, ki traja do 2 minuti; 2) dolgotrajna vzdržljivost – aktivnosti od treh minut do ene ure; 3) super dolgotrajna vzdržljivost – s tem izrazom označujemo napore, ki trajajo več kot eno uro na nižji intenzivnosti (Ušaj, 1996).

v nemoralna in grešna bitja. Izoblikovala se je ljudska resnica, da šport povzroča žensko neplodnost, zato so bile ženske omejene in podvržene nadzoru (Starc, 2003).

V začetku 20. stoletja je bil tenis ena od redkih panog, kjer so ženskam dovolili, da tekmujejo. Pri tem so morale nositi dolga krila, ozke korzete, bluze z dolgimi rokavi in široke slamnike.

Večja prelomnica je bila leta 1919, ko je igralka Suzanne Lenglen na Wimbledonskem turnirju javnost šokirala z nedostojno obleko (Lake, 2015). Leta 1931 pa je Španka Lili De Alvarez povzročila zmešnjava, ko se je na wimbeldonskem turnirju pojavila v kratkih hlačah. Prekinila je tradicijo, ki je bila zgrajena na viktorijanskem liku ženske kot nežne, občutljive, pokorne in vdane (Lorbek, 1997).

Pomembno vlogo za enakopravnost med spoloma v tenisu in športu nasploh je imela ameriška igralka Billie Jean King. Leta 1973 je ustanovila združenje profesionalnih teniških igralk (WTA) in 20. septembra pred 30.492 gledalci v t.i. dvoboju spolov (ang. Battle of the Sexes) premagala nekdanjega zmagovalca Wimbledona Bobby-a Rigsa z rezultatom 6-4, 6-3, 6-3 (Roberts, 2005). Glavne prelomnice v boju za enakopravnost v tenisu so prikazane v *preglednici 9*.

Preglednica 9: Prikaz prelomnic v boju za enakopravnost v ženskem tenisu.

LETO	KRAJ	OPIS
1968	Wimbledon	zmagovalka Billie Jean King prejme 375 dolarjev, zmagovalec Rod Laver prejme 1000 dolarjev
1973	London	vodstvo združenja profesionalnih teniških igralk sprejme zavezo o izenačitvi denarnega sklada z moško konkurenco na vseh Grand Slamih
1973	Houston	Billie Jean King premaga Bobby-a Rigsa v »tekmi spolov«
1973	New York	zmagovalka Margaret Smith Court in John Newcombe prejmeta enako vsoto za zmago na Odprtem prvenstvu Amerike, in sicer 25.000 dolarjev
1978	Wimbledon	zmagovalec Bjorn Borg prejme 9.500 dolarjev, zmagovalka Martina Navratilova prejme 8.050 dolarjev (90%)
2000	Melbourne	nagradna sklada v ženski in moški kategoriji se izenačita
2006	Pariz	zmagovalka in zmagovalec Odprtega prvenstva Francije prejmeta enako vsoto, kljub temu denarna sklada ostajata različna
2006	Wimbledon	zmagovalec Roger Federer prejme 327.500 dolarjev, zmagovalka Amelie Mauresmo prejme 312.500 dolarjev (95,4%)
2007	Wimbledon, Pariz	nagradna sklada v ženski in moški kategoriji se izenačita na obeh Grand Slamih
2009	/	na vseh štirih Grand Slamih in ob zaključnem turnirju v letu se nagradni skladi v ženski in moški kategoriji izenačijo

Kljub vse večji enakosti med spoloma razlike med teniški igralci in igralkami še vedno obstajajo. Moški na peščeni podlagi udarijo 52,7 % točk s forhendom, ženske 49,3%, medtem ko je na travi delež forhendov pri moških 41,4 %, pri ženskah 48,7 %. Ženske na obeh podlagah naredijo več dvojnih napak in dosežejo manj neposrednih točk s servisom. Moški na obeh podlagah naredijo manj nevsiljenih napak ter na travi dosežejo večji delež točk na mreži kot ženske (Verlinden idr., 2004).

Pravila so najverjetneje bistven dejavnik pri tem, da je skupni igralni čas v moški kategoriji na Grand Slamih v povprečju daljši, saj morajo za zmago osvojiti tri, medtem ko ženske dva niza (Morante in Brotherhood, 2006). Aktivna faza pri ženskah je statistično daljša kot pri moških, vendar se razlike manjšajo (*preglednica 10*) (O'Donoghue in Liddle, 1998).

Preglednica 10: Primerjava trajanja točk v letih 1997 in 2007.

ENOTA		MOŠKI		ŽENSKE		RAZLIKA MED SPOLOMA	
		1997	2007	1997	2007	1997	2007
Roland Garros	s	7,3	7,6	9,0	7,2	1,7	0,4
Wimbledon	s	3,8	5,4	6,1	6,2	2,3	0,8

Moški na mreži odigrajo več točk kot ženske, le-te pa so pri mreži zanesljivejše. Kljub temu moški dosežejo na mreži večji odstotek točk kot iz osnovne črte. Statistično značilno igralci v primerjavi z igralkami dosežejo več neposrednih točk s servisom (ang. ace) in naredijo več dvojnih napak. Največja hitrost servisa se giblje okoli 240 km/h pri moških in okoli 205 km/h pri ženskah (Pluim, 2001). Uspešnost servisa je odvisna od hitrosti in položaja loparja v točki udarca (Fleisig, Nicholls, Elliott in Escamilla, 2003). Večjo hitrost servisa si pri moških lahko razlagamo z večjo močjo zgornjih in spodnjih ekstremitet, ki omogoča eksplozivna gibanja, ter z dimenzijami antropometrije (Fox, Bowers in Foss, 1989; Girard, Micallef in Millet, 2005). Kljub temu telesna teža in višina samo delno pojasnujeta razliko v hitrosti servisa med spoloma. Avtorji (Rossi, La Torre, Serpiello, Pisaturo in Impellizzeri, 2007) so ob izločitvi obeh faktorjev (telesne teže in višine) ugotovili, da hitrost servisa pri moških še vedno ostaja višja. Statistično značilne razlike med spoloma so avtorji potrdili tudi v hitrosti forhenda in bekenda (Mavvidis, Koronas, Riganas in Metaxas, 2005). Prav tako se pojavljajo razlike med teniški igralci in igralkami v odstotku pojavljanja podaljšanih iger. Ženske igrajo manj podaljšanih iger na vseh štirih Grand Slamih (*preglednica 11*) (Miller, 2003).

Preglednica 11: Odstotek podaljšanih iger in razlike po spolu.

	Moški	Ženke
Roland Garros	11,6	7,6
Odprto prvenstvo Avstralije	13,6	8,72
Odprto prvenstvo Amerike	14,1	8,73
Wimbledon	18,3	9,06

Pluim (2001) ugotavlja, da so povprečne vrednosti $\dot{V}O_2$ max pri moških za 10 – 25 % višje kot pri ženskah. Pri relativnih vrednosti porabe kisika se sicer ta razlika zmanjša na 10 %. Na sposobnost prenosa in koriščenja kisika vpliva več faktorjev. Zaradi manjše koncentracije hemoglobina imajo ženske za približno 10 % manjšo oksigenacijsko

kapaciteto krvi v primerjavi z moškimi. Čeprav so maksimalne vrednosti srčnega utripa enake pri moških in ženskah, pa imajo moški 10 do 20 % večji volumen srca kot ženske in zato večji maksimalni utripni volumen srca. Poleg tega imajo moški v primerjavi z ženskami tudi večji volumen pljuč. Ženske so v povprečju 10 kg lažje kot moški. Ker imajo višji odstotek maščobe kot moški (20-25 %, moški 10-15 %), je razlika v teži v glavnem posledica manjše mišične mase (približno 23 kg, moški 35 kg). Glavne razlike najdemo v zgornjem delu telesa, kjer je skupna moč 54 % tiste pri moških, za razliko od spodnjega dela telesa, ki predstavlja 68 % moči moških. Če izločimo faktor velikost telesa pri povezavi moči z mišično maso ali pusto telesno maso, se razlike v skupni moči med spoloma zmanjšajo na približno 20 %. Razlika v mišični moči med spoloma je v glavnem posledica anabolnega učinka testosterona na muskulaturo pri moških. Poleg tega večja mišična moč zmanjša tudi tveganje za poškodbe. Trening moči kot del kondicijske priprave je tako še bolj pomemben za ženske kot moške; poseben poudarek je potreben na mišični moči zgornjega dela telesa. Ker dekleta dozori 2 do 3 leta prej kot dečki, lahko prej začnejo s treningom moči.

Dejstvo, da se razlike med spoloma v teniški igri zmanjšujejo in spreminjajo je glavni razlog za nenehne raziskave v iskanje odgovorov na vprašanja:

- Ali so obremenitve in igralne značilnosti teniških igralk in igralcev različne?
- Kje se razlikujejo?
- Ali je trenažni proces lahko enak za oba spola?

2.4 Mladi teniški igralci

Sprenevedanja o nepotrebnosti visoko kvalitetnega trenažnega procesa v občutljivi dobi mladostništva, ugotavljanje obremenitev, iskanje talentov in primerjava z absolutno konkurenco daje smisel raziskovanju mladih teniških igralcev.

Danes se začne pot vrhunskega športnika zelo zgodaj s selekcioniranjem za posamezen šport, nadaljuje se z usmerjenim specialnim treningom, strokovnim, znanstvenim pristopom, nujno je izredno motivirano kvalitetno in obsežno delo. Otrok mora imeti vzpodbudo staršev, razumevanje ožjega okolja, v nekaterih športih so nujna tudi velika

denarna sredstva za opremo, treninge, plačevanje trenerjev in podobno. Uspeh je pogojen z veliko dejavniki, le redki so izbrani in sposobni, ter imajo voljo, znanje, telesno in duševno moč, da se prerivajo naprej, proti vrhu, saj le to v vrhunskem športu nekaj velja in ima svojo ceno. Razočaranja na tej poti so velika, mnogo otrok se telesno in duševno poškoduje in vedno izgubi v množici. Nekateri sprejmejo zahteven šport kot igro in vajo za nadaljevanje zrelega življenja, na njej se utrudijo in pripravijo za zmage in poraze na nadaljnji življenjski poti. Mnogi si za vse življenje pridobijo delovne navade, pozitivno samopodobo ter se naučijo, da se s poštenim delom in trudom gradi prihodnost (Bizjan, 2004).

Nekateri mladi športniki, predvsem na srednjih šolah, že presegajo okvire mladinskega športa s svojimi športnimi rezultati ter obremenitvami (trening dvakrat dnevno, daljše odsotnosti zaradi treninga in tekmovanj, ki so večkrat vezani na specifična okolja) in se uvrščajo v kategorijo vrhunskih mladih športnikov. Pri njih se pojavlja vprašanje: »Ali šola ali šport?« Takšne dileme ne sme biti, potrebno je oboje, saj imajo šolske obveznosti (intelektualno delo) pozitiven vpliv na športne rezultate in obratno. Športna kariera je minljiva, možnost poškodb je zelo velika, izobrazba pa ostane. Potrebna je smiselna, optimalna uskladitev obeh dejavnosti, saj so obremenitve dvojne (Bizjan, 2004).

V preglednici 12 vidimo, da je približno 50 odstotkov mladih teniških igralcev, ki se uvrstijo med dvajset najboljših v mladinski konkurenci, kasneje uvrščenih med najboljših sto na lestvici ATP in WTA. Igralci in igralkе uvrščene med 100 na ATP ali WTA lestvici, so imeli na mladinskih tekmovanjih ITF razmerje med zmagami in porazi 69,1 % za igralce in 70,6 % za igralkе (Elliott idr., 2009).

Preglednica 12: Odstotek prvih 100 tekmovalcev na svetovni jakostni lestvici, glede na uvrstitve na mladinski lestvici ITF.

PROFESIONALNI IGRALCI	ENOTA	ITF < 600	ITF < 100	ITF < 50	ITF < 20
ATP prvih 100	%	90	68	60	49
WTA prvih 100	%	89	73	67	54

Tekmovalni programi trenerjev, klubov in teniških zvez temeljijo predvsem na sposobnosti igralcev, da uspešno nastopajo na določenih tekmovanjih. Nacionalne teniške

zveze vidijo nastopanja domačih igralcev na mednarodnih turnirjih kot priložnost za razvoj tenisa v državi (Reid, Crespo, Atienza in Dimmock, 2007, v Elliott idr., 2009).

Pri načrtovanju tekmovalne poti, ki naj bi še dodatno pospešila razvoj igralca, nekateri zagovarjajo dejstvo, da naj bi bil obseg tekmovalj premosorazmeren njihovim sposobnostim. Po drugi strani pa obstajajo mnjenja, da tekmovanja v veliki meri pospešujejo razvoj teh sposobnosti. Soodvisnot med uspehi v mladinskem in vrhunskem tenisu je prikaza v *preglednici 13* (Elliott idr., 2009).

Preglednica 13: Verjetnost, da se bo tekmovalec, uvrščen med prvih 20 na mladinski jakostni lestvici ITF, uvrstil med 100, 50 ali 10 na ATP/WTa.

MLADINSKA JAKOSTNA LESTVICA ITF		ENOTA	UVRSTITEV NA ATP/WTa		
			< 100	< 50	< 10
1 - 5	Dekleta	%	81	65	22
	Fantje	%	71	51	34
6 - 10	Dekleta	%	63	37	9
	Fantje	%	45	32	7
11 - 15	Dekleta	%	58	35	12
	Fantje	%	41	34	10
16 - 20	Dekleta	%	35	27	4
	Fantje	%	31	20	9
VSI UVRŠČENI	Dekleta	%	61	43	12
	Fantje	%	48	35	15

Na hitrost razvoja dodatno lahko vpliva neposredna uvrstitev na članski turnir. Nekateri nadarjeni igralci dobijo možnost neposrednega nastopa (povabilo – ang. wild card) na vstopnih (tekmovalja serije Futures in Challenger) ali profesionalnih tekmovaljih (ATP, WTA). To jim omogoča osvojitve točk na ATP oz. WTA lestvici, kjer imajo višje uvrščeni igralci možnost igranja na močnejših turnirjih, ki so ovrednoteni z večjim številom točk (Reid, Crespo, Santili in Miley, 2005).

Podrobno analizo in primerjavo mladih teniških igralcev s člansko kategorijo sta naredila tudi Unierzyski in Szanca (2006) in ugotovila zelo majhne razlike (*preglednica 14*).

Preglednica 14: Primerjava igralnih značilnosti in obremenitev mladih teniških igralcev s člansko kategorijo.

statistične kategorije				AKTIVNE FAZE (%)			UPORABA UDARCEV (%)			
kategorija	dobljene igre na svoj servis(%)	dobljene točke na svoj servis (%)	udarcev v točki	1 – 5 s	6 – 9 s	9 s in več	servis	retern	udarci iz osnovne črte	voley in smeš
14 let	54	54	5,5	59,7	26,1	14,2	18,1	16,9	58	7
člani	65	58	5,4	63,4	24,5	12,1	18,7	16,9	62	2,4

Da se igra mladih teniških igralcev bistveno ne razlikuje v primerjavi z igro profesionalcev so ugotovili tudi Grivas, Bashalis in Mantis (1992). Povprečno trajanje točke pri igralcih pod 14 let je med 8 (pri dečkih) in 9,3 s (pri deklicah).

Evalvacija uspešnosti naj pri mladih športnikih tako ne poteka samo skozi ozko okno optimalnega rezultata. Prav zato je optimiziranje dela z mlado populacijo zelo pomembno. Nepoznavanje posebnosti otrok ter mladostnikov, kot so obremenitve, značilnosti posamezne športne panoge in prioritete v določenem starostnem obdobju, lahko vodijo v napačno smer, stran od osnovnega cilja, ki ima vzgojno – izobraževalni pomen.

Dosedanje raziskave so temeljile na posrednem ugotavljanju povezav med potencialno in tekmovalno uspešnostjo. Z razvojem novih tehnologij spremljanja igralcev na tekmah se nam odpira povsem novo področje raziskovanja, ki ugotavlja neposredne povezave med značilnostmi in obremenitvami v teniški igri. Poznavanje razlik med dečki in deklicami ter zmagovalci in poraženci pri obeh spolih nam daje znanstveno podlago pri optimiziranju trenajnega procesa.

2.5 Razvoj tehnologij pri proučevanju obremenitev v tenisu

Prvi zapisi človeškega gibanja segajo v paleolitsko obdobje, v katerem so stenske slike prikazovale dinamične človeške figure. Najpogostejši motivi zapisov so bili posnemanje gibanja živali, vremenskih pojavov in uprizarjanje človeških razmnoževalnih postopkov. Sachs (1997) ugotavlja, da se ti prvi zapisi gibanj navezujejo na posnemovalne in magične plesne vzorce in različne kretnje (Over in O'Donoghue, 2008). Razvoj zapisovanja gibanja se je od stenskih slikarij do danes precej spremenil, najprej z razvojem radio signalov in kasneje s pojavom računalnikov.

Začetek današnjih tehnološko naprednejših sledilnih sistemov predstavlja Long Range Aid Navigation (LORAN), ki so ga razvili leta 1920 in je uporabljal časovno razliko poslanih radio signalov za določanje lokacije. Temeljil je zgolj na dvodimenzionalnih koordinatah geografske širine in dolžine. Pomemben preskok na področju sledenja je bil razvoj sistema Global Positioning System-a (GPS), ki je bil v osnovi izdelan za vojaške potrebe v obdobju hladne vojne. Začetki segajo v leto 1957, ko so Rusi v vesolje poslali prvi satelit z imenom Sputnik. Do leta 1960 je obstajalo več satelitskih sistemov za določanje lokacije. Ameriška vojska, mornarica in zračne sile so razvijale vsaka svoj sistem. Leta 1973 so bile ameriške zračne sile izbrane za vodilno organizacijo v razvijanju enotnega satelitskega sistema za določanje lokacije. S tem se je razvil sistem NAVSTAR Global Positioning System, ki je uradno ime za sistem GPS. Trenutna konstelacija obsega približno 30 aktivnih satelitov in se uporablja na različnih področjih („History of GPS - Mio Technology“, 2014; Rao, 2010; Šeško, 2009).

Ne glede na tehnološki razvoj so se v začetku prejšnjega stoletja začeli pojavljati prvi poskusi beleženja oz. analiziranja (notiranja) na področju športa. McGarry in Perl (2004) navajata, da je kot prvi sistem za analizo igre v bejzbolu leta 1912 razvil Fullerton. Na področju moštvenih iger (košarka) sta mu sledila Messersmith in Bucher leta 1939. V

kasnejših letih se je razvoj notacij razvijal na treh osnovnih področjih (McGarry in Perl, 2004):

- določiti glavne značilnosti uspešnih in neuspešnih ekip,
- prepoznavati obremenitve v različnih moštvenih igrah,
- izdelati modele, ki posledično pripeljejo do uspeha v določeni panogi.

Prvi objavljeni sistem notacij, ki ga je leta izdelal 1973 Downey, se nanaša prav na igre z loparji in sicer na badminton in tenis. Dokaj kompliciran in obširen način beleženja je vseboval podrobne elemente teniške igre kot so: beleženje udarcev, položaj igralcev, rotacije žog in učinek udarcev. Sistem v praksi praktično nikoli ni bil uporabljen, vendar je ostalim raziskovalcem dal veliko novih idej. Kmalu zatem sta Reilly in Thomas (1976) pokazala zanimanje za Downeyev koncept in tako izdelala svoj model za snemanje ter analiziranje intenzivnosti posameznih delov igre v nogometu. Med pionirje za zajemanje in zbiranje podatkov v športu lahko štejemo tudi Sandersona in Waya (1977), ki sta najverjetneje na podlagi Downeyevega koncepta beležila položaj igralcev, simbolno označevala 17 različnih udarcev in analizirala značilnosti uspešne in neuspešne igre v squashu. Sistem, ki ga je kasneje nadgradil Sanderson (1983), je bil dokaj kompliciran in je zahteval od 5 do 8 ur učenja o načinu uporabe in nadaljnjih 40 do 50 ur za analizo ene tekme. Zaradi dolgotrajnih procesov zajemanja in zbiranja podatkov so raziskovalci kasneje skupaj z razvojem tehnologije začeli uporabljati računalnike. Prvi korak v tej smeri je naredil Hughes (1985), ki je zbrane podatke po Sandersonovem in Wayovem sistemu vnesel in obdelal z računalnikom (Hughes, Hughes in Behan, 2009).

Kasneje so se razvijali sistemi tudi v drugih športnih panogah. Med pomembnejše avtorje v začetnem obdobju razvoja notacij spadajo Ohashi, Togari, Isokawa in Suzuki (1988), ki so za opazovanje enega igralca med nogometno tekmo uporabil dve kameri, ki sta bili medsebojno povezani s potenciometrom. Na tak način so merili kote in njihove rotacije pri sledenju igralcu. Iz kotnih podatkov so z računalnikom izračunali položaj igralca in hitrost gibanja. S pomočjo video kamer in računalniške opreme sta Ali in Farrally (1991) predstavila možnost opazovanja gibanja igralcev nogometa. Penel in Traversian (1998) sta analizirala nogometno tekmo. S prirejenim pisalom sta na tabli beležila gibanje igralcev in žoge. Tabla je bila povezana z računalnikom, ki je shranil vse podatke. Martin, Tolfrey, Smith in Jones (2001) so za sledenje sodnikov na ragbi tekmi uporabili

eno video kamero. Postavljena je bila na glavni tribuni in dovolj visoko, da je bilo možno spremljanje sodnika na celotnem igrišču. Za izračun pretečene razdalje na tekmi so sodniki predhodno opravili 20-metrške razdalje v različnih načinih gibanja, pri katerih so jim izmerili čas s pomočjo fotocelic. Trajanje in frekvenco vsake dejavnosti med tekmo so spremljali preko računalnika. Opravljena razdalja znotraj posamezne dejavnosti (mirovanje, hoja, počasen tek, hiter tek, sprinti in vzvratno gibanje) je bila izračunana kot produkt povprečne hitrosti in časa, ko je sodnik izvajal posamezno dejavnost. Wang, Tan, Ning in Hu (2003) so ustvarili postopke, ki iz slik pridobijo uporabne podatke o človeškem gibanju in aktivnostih ter jih hierarhično uredijo v tri nivoje: detekcija ljudi na sliki ali posnetku, sledenje ljudi ter razumevanje in opis človeških aktivnosti.

Na področju tenisa se je v komercialne namene uveljavila tudi analiza teniške igre (notacija), ki jo za beleženje določenih igralnih značilnosti (parametrov) uporabljajo mediji oz. trenerji in temelji na analizi posameznega teniškega dvoboja oziroma igralca. Za primer lahko izpostavimo podjetje IBM, ki nudi analizo iger v tenisu na štirih turnirjih za Grand Slam, kjer izurjen administrator spremlja različne parametre, kot so: število točk s servisom in število servisov, ki so zadeli polje, število asov, dvojnih napak, zmagovalnih udarcev, skupnih doseženih točk itd.

Danes raziskovalci ugotavljajo nezanesljivost in neobjektivnost ljudi pri opazovanju v kompleksnih športih, kar vodi v napačne odločitve (Franks in Miller, 1986; Manzanares, Palao in Ortega, 2014). Posledično se je povečala potreba po objektivnem in enostavnem zajemanju ter analiziranju podatkov v športnih igrah. Razlika med ročno in računalniško analizo (notacijo) nastopa⁸ je tudi v hitrosti zajemanja podatkov in predstavitvi le-teh. Na tem področju trenutno med vodilne, uporabniku prijazne in enostavne video sisteme za analizo gibanja spadajo: Coach's Eye („Coach's Eye“, 2015), Dartfish („Dartfish“, 2015), Elite Sports Analysis („Elite Sports Analysis“, 2014), Hudl Technique („Hudl“, 2014), Sprongo („Sprongo“, 2015), Siliconcoach („Siliconcoach“, 2015), Quintic („Quintic“, 2015)

⁸ Nastop »angl. performance« se zdi glede na Veliki angleško-slovenski slovar najbolj primeren prevod izmed naštetih: izvršitev; storitev, delo, učinek; predstava, prireditve, igra, nastop; ekon kvaliteta proizvoda; ~ test preiskus dela, učinka; ~ in kind dejansko delo; ~ chart diagram delovnega učinka; ~ standard norma kakovosti (Grad, Škerlj in Vitorovič, 2004).

idr. Poleg omenjenih skokovito narašča tudi število kompleksnih sledilnih sistemov, ki imajo prav tako module za različne športe. Dva izmed vodilnih, namenjena sicer profesionalnemu nogometu, sta Prozon in Amisco, ki sta se leta 2011 združila pod skupno blagovno znamko Prozon (Bernd, 2011). Na Saabovi tehnologiji vojaškega sledenja temelji sistem Tracab, prav tako namenjen nogometu. Amisco, Orad, Trakus in GPS, zahtevajo pripet oddajnik na oblačilu igralcev, ki pa v večini športov ni dovoljen (Setterwall, 2003).

Pomembno vlogo v razvoju sledilnih sistemov kot naročniki igrajo tudi medijske hiše. Tako je televizijska mreža Fox z namenom sledenja ploščka v hokeju uporabljala FoxTrax (Cavallaro, 1997). Medijska hiša BBC uporablja sistema Piero in Hawk-Eye (»Sokolje oko«) za različne športe, vključno s tenisom. LiberoVision, ki ima modul tudi za tenis, uporabljajo CNN, CBS, FOX, ZDF idr. Družba Alcatel - Lucent (predhodno ATinT) je v Bell Laboratories razvila sistem LucentVision, ki omogoča analizo teniške igre v realnem času. Že do leta 2000 so z omenjenim sistemom predvajali in analizirali preko 200 mednarodnih teniških tekem (Pingali, Jean, Opalach in Carlbom, 2000). Poleg tega podjetji Impire in Opta Sportsdata različnim medijem ter gledalcem nudita baze podatkov in statistične analize (Bernd, 2011).

Na področju tenisa trenutno med največje tehnološke dosežke spada Sokolje oko. Razvili so ga v začetku leta 2000 v angleškem mestu Romsey z namenom prikaza trajektorije teniške žoge. Prvič so Sokolje oko na mednarodnih tekmah uporabili leta 2002 na televizijski mreži BBC pri prenosu Davisovega pokala. Sistem vsebuje 10 kamer, ki zajemajo 1.000 slik na sekundo, medtem ko televizijske hiše zajemajo 150 slik na sekundo. Posledično je lahko televizijski prenos varljiv in ne prikaže dejanske situacije (*slika 7*). Zadnji večji mejnik na področju tehnologije omenjenega sistema predstavlja avtomatsko linijsko sojenje teniških igralcev in preverjanje le-tega. Tehnologija ni namenjena samo tenisu. Trenutno medijske hiše uporabljajo Sokolje oko v 18 različnih športih („Hawk-Eye“, 2015).



Slika 7: Razlika glede na hitrost in kot zajemanja slike med televizijskim prenosom ter dejanskim dogodkom.

ITF je zaradi razvoja tehnologij v letu 2014 spremenila celo teniška pravila in začela s projektom PAT (Player Analysis Technology; *preglednica 15*). Med PAT prištevamo vso tehnologijo, ki omogoča snemanje, shranjevanje, oddajanje, analiziranje oz. sporočanje informacij v realnem času med tekmo in dovoljuje uporabo »pametne« opreme, s katero lahko merimo silo, gibanje in fiziološke parametre.

Preglednica 15: Dovoljena PAT tehnologija („ITF Tennis - Player Analysis“, 2015).

IME	OSNOVNI NAMEN OPREME
NAPRAVE/PRODUKTA	
Artengo Personal Coach	zaznavanje osnovnih udarcev, hitrosti servisa, lokacije točke udarca na loparju
Babolat Play Pure Drive	trajanje tekme, število in vrsta udarcev, hitrost loparja, rotacija žoge, lokacija točke udarca na loparju
Hawk-Eye	pregled leta žoge, pregled gibanja igralcev, statistika tekme
Kitris Kit	spremljanje rezultata
Kitris Kit Bia	spremljanje rezultata, vrste udarcev
Playsight Smartcourt	statistika tekme, število točk, hitrost žoge, opravljena pot, čas in vrsta udarcev, poraba kalorij, zmagovalni udarci, ne vsiljene napake, prihodi na mrežo, pregled posnetkov iz različnih kotov, filtriranje podatkov za posameznega igralca
Sony Smart Tennis Sensor	vrsta in čas udarcev, hitrost loparja, hitrost in rotacija žoge, lokacija točke udarca na loparju
Zepp Tennis	vrsta in čas udarcev, potek loparja (trajanja zamaha in izmaha), trajanje točke udarca, lokacija točke udarca na loparju

Ideja za vrednotenje obremenitve je povezana z opažanjem neustreznih metod treninga v procesu kondicijske priprave, ki se tudi na vrhunski ravni v veliki meri izvaja brez poznavanja intervalov obremenitev, kakršne se pojavljajo na tekmi. Zaradi potreb športne prakse se je na domačem področju porodila ideja o razvoju metodologije in merilnega sistema za vrednotenje cikličnih obremenitev med tekmo (Bon, Perš, Šibila in Kovačič, 2002). Tako so na Fakulteti za elektrotehniko in Fakulteti za šport Univerze v Ljubljani razvili Sistem za Analizo Gibanja Igralcev med Tekmo – SAGIT (Bon idr., 2002; Perš, Bon in Kovačič, 2001; Perš, Bon, Kovačič, Šibila in Dežman, 2002; Perš in Kovačič, 2000a, 2000b; Perš, 2001; Vučković, Dežman, Erčulj, Kovačič in Perš, 2003; Vučković, 2002, 2005).

Prva je sistem Sagit na področju športa za preučevanje obremenitev rokometashev uporabila Bon (2001). Ugotavljala je tudi uporabnost sistema in njegove merske značilnosti. Dobljene rezultate je primerjala z rezultati sistema APAS (ang. Ariel Performance Analysis System), ki je predstavljal referenčni model. Sistem Sagit se je pokazal kot manj natančen od referenčnega sistema, vendar je bolje zajemal tiste elemente gibanja, ki so zanimivi za analizo gibanja med tekmo. Na začetku so avtorji sistema naleteli na težavo, ki se je nanašala na ročno sledenje igralcev. Razlog je bil v slabi kakovosti slike. Poleg tega Sagit ni omogočal določanja taktično/tehničnih elementov. Tako so v letu 2004 in kasneje na Fakulteti za elektrotehniko največ pozornosti pri razvoju Sagit-a namenili praktični uporabnosti za analizo dvoranskih športov. Sistem je postal bolj preprost pri prenosu posnetkov v digitalno obliko (DVD snemalniki) in kalibraciji.

Obdelava tekme je zaradi avtomatizacije in manjšega števila intervencij operaterja postala bistveno krajša. Dodan je bil modul, ki omogoča določanje taktično/tehničnih elementov in ga je možno spreminjati za potrebe različnih športov, in vmesnik za pregled, grafični prikaz ter izvoz podatkov v druge aplikacije. S tem se razvoj sistema ni ustavil, saj še naprej izboljšujejo algoritme za obdelavo pridobljenih podatkov, ki bi omogočili prepoznavanje aktivnosti, avtomatsko iskanje znanih aktivnosti, avtomatsko označevanje in segmentiranje tekem (Erčulj, Vučković, Perš, Perše in Kristan, 2007). Prednosti te tehnologije so visoka zmogljivost obdelave podatkov, zanesljivost, hitrost delovanja in natančnost pridobljenih podatkov (Vučković, Perš in Dežman, 2006). Sistem je enak za vse športe, dodatni modul pa omogoča vnos oz. analizo aktivnosti igralcev v različnih

športih. Avtomatsko sledenje se nenehno izboljšuje, kar pomeni še manj intervencij operaterja in omogoča nadaljnje izboljšave. V tem sklopu je bila v zadnjem obdobju narejena še ena raziskava o merskih napakah sledilnega sistema Sagit. Avtorji so v ta namen izvedli štiri ločene poizkuse, kjer so določili merske napake, ki so povezane s sledenjem odraslih igralcev. Ugotovili so natančnost izmerjenih položajev in hitrosti pri popolnoma mirujočem in pri aktivnem igralcu. Raziskava je pokazala, da je bila v času pretečene ene minute napaka izmerjene pozicije med 1,33 in 21 m, odvisno od položaja in hitrosti gibanja igralca (Vučković, Perš, James in Hughes, 2010).

Zbiranje podatkov o značilnostih teniške igre brez poseganja v samo dogajanje je mogoče samo s primerno tehnologijo. Tak sistem je SAGIT/TENIS, ki so ga razvili na Fakulteti za elektrotehniko Univerze v Ljubljani.

2.6 Raziskovalno vprašanje

V prvi vrsti naj bi vsakemu nadarjenemu športniku omogočili pogoje in možnosti za doseganje najvišjih športnih dosežkov. To bomo lahko dosegli le takrat, kadar bomo razvili celo kopico dejavnikov, ki neposredno ali posredno sodelujejo pri izgradnji športnikovega rezultata (Jošt, 2004).

Razmerja med treningom in tekmovalno uspešnostjo so zelo zapletena. Osnovno vprašanje treninga je, kakšni sta količina in intenzivnost vadbe, ki naj bi pomenili največje možnosti za uspeh športnika na tekmovanju. Podatki o obremenitvah igralcev na tekmi naj bi predstavljali osnovo za ugotavljanje ravni napora in bili vodilo za načrtovanje procesa treninga (Bon idr., 2002).

Video analiza, razvoj sodobnih računalnikov in programske opreme nam v našem primeru omogočajo neposredno prepoznavanje dejavnikov na tekmi, ki vplivajo na rezultat v tenisu.

Problem naloge je opredeliti časovne značilnosti teniške igre dečkov in deklic ter ugotavljanje razlik glede na uspešnost in spol na področju: igralnih značilnosti, obsega gibanja, hitrosti gibanja ter ugotoviti značilnosti izgubljenih in dobljenih točk.

Izsledki raziskave dečkov in deklic nam bodo v pomoč pri osnovanju ter organizaciji trenažnega procesa. Na podlagi dobljenih rezultatov bomo lahko posvetili večjo pozornost tistim dejavnikom teniške igre, ki imajo neposredni vpliv na tekmovalno uspešnost. Optimiziranje vadbenih procesov v obdobju med 12 in 14 letom je ključnega pomena za uspešnost v mladinskih kategorijah, ki ima nezanemarljivo korelacijo z uspešnostjo v profesionalnem tenisu.

Posebnost trenažnega procesa v tenisu je tudi mešanica individualnega in skupinskega učenja. Osnovno načelo, da vsakemu nadarjenemu športniku omogočimo pogoje in možnosti za doseganje najvišjih športnih dosežkov se v tenisu v veliki meri nanaša na grupiranje igralcev v homogene skupine, ki v praksi niso vedno izvedljive. Pomeni, da na podlagi poznavanja igralnih značilnosti zmagovalcev in poražencev učenje v skupinah prilagajamo na tistih področjih, kjer se kažejo objektivne razlike glede na uspešnost in skladno s tem optimiziramo tudi individualno učenje⁹.

⁹ Individualni pristop se v tenisu poleg samostojne vadbene enote z enim igralcem nanaša tudi na individualno delo s posamezniki v skupini.

3 CILJI

1. Ugotoviti časovne značilnosti teniške igre mladih teniških igralcev (trajanje aktivnega in pasivnega dela igre).
2. Ugotoviti igralne značilnosti v opazovanih teniških dvobojih mladih teniških igralcev (število uspešnih, neuspešnih in zaključnih udarcev).
3. Primerjati obseg gibanja na igrišču v aktivni fazi med zmagovalci in poraženci ter dečki in deklicami.
4. Primerjati povprečno in maksimalno hitrost gibanja v aktivni fazi med zmagovalci in poraženci ter dečki in deklicami.
5. Primerjati igralne vzorce uspešnih in neuspešnih točk.

4 HIPOTEZE

H1: Med dečki in deklicami obstajajo statistično značilne razlike v opazovanih igralnih značilnostih.

H2: Med zmagovalci in poraženci pri obeh spolih obstajajo statistično značilne razlike v opazovanih igralnih značilnostih.

H3: Med dečki in deklicami obstajajo statistično značilne razlike v obsegu gibanja v aktivni fazi igre.

H4: Med zmagovalci in poraženci pri obeh spolih obstajajo statistično značilne razlike v obsegu gibanja v aktivni fazi igre.

H5: Med dečki in deklicami ter med zmagovalci in poraženci pri obeh spolih obstajajo statistično značilne razlike v povprečni hitrosti gibanja v aktivni fazi.

H6: Med dečki in deklicami ter med zmagovalci in poraženci pri obeh spolih obstajajo statistično značilne razlike pri doseganju maksimalne hitrosti v igri.

H7: Med uspešnimi in neuspešnimi točkami pri obeh spolih obstajajo statistično značilne razlike v igralnih vzorcih prvih dveh udarcev.

H8: Med uspešnimi in neuspešnimi točkami pri obeh spolih obstajajo statistično značilne razlike v igralnih vzorcih po reternu.

H9: Med uspešnimi in neuspešnimi točkami pri obeh spolih obstajajo statistično značilne razlike v igralnih vzorcih zadnjih dveh udarcev.

5 METODE DELA

5.1 Vzorec merjencev

Vzorec merjencev je sestavljalo 16 igralcev in igralk do 14 let, ki so nastopili na državnem prvenstvu v Kranju.

V analizo je bilo zajetih 10 tekem. Glede na to, da so tekme bile odigrane v okviru državnega prvenstva, nam je to zagotavljalo ustrezno kvaliteto izbranega vzorca (*preglednica 16*).

Preglednica 16: Osnovni statistični podatki merjencev.

KATEGORIJA	N	STAROST	TELESNA VIŠINA	TELESNA TEŽA
Dečki	8	14,02 ± 0,74	173,26 ± 9,54	62,88 ± 12,60
Deklice	8	13,85 ± 0,89	161,96 ± 6,76	49,78 ± 6,76
Skupaj dečki in deklice	16	13,93 ± 0,79	167,61 ± 12,93	56,55 ± 9,89

5.2 Vzorec spremenljivk

5.2.1 Časovne spremenljivke

S pomočjo sistema SAGIT/TENIS smo zbrali naslednje podatke:

Preglednica 17: Časovne spremenljivke.

OZNAKA	OPIS SPREMENLJIVKE	ENOTA
SČ	skupni čas trajanja tekme	s
ŠAF	število aktivnih faz (točk) v tekmi	št.
ČAF	čas aktivne faze (točka)	s
ČIG	čas igre (gem)	s
ČNI	povprečni čas niza (set)	s
ADT	aktivni del tekme	s
OMT	odmor med točkami	s
ADI	aktivni del igre (gem)	%
T5S	število točk, krajših od 5 s	število
T5-10S	število točk v časovnem razponu od 5 do 10 s	število
T10-20S	število točk v časovnem razponu od 10 do 20 s	število
T+20S	število točk, daljših od 20 s	število
T5S	odstotek točk, krajših od 5 s	%
T5-10S	odstotek točk v časovnem razponu od 5 do 10 s	%
T10-20S	odstotek točk v časovnem razponu od 10 do 20 s	%
T+20S	odstotek točk, daljših od 20 s	%

5.2.2 Podatki o igralnih značilnostih

S pomočjo sistema SAGIT/TENIS smo zbrali podatke in analizirali uspešnost udarcev.

Preglednica 18: Teniški udarci.

OZNAKA	UDAREC
1S	1. servis
2S	2. servis
1SF	1. retern forhend
1SB	1. retern bekend
2SF	2. retern forhend
2SB	2. retern bekend
FTS	forhend top spin
FSL	forhend slajz
FDS	forhend skrajšana žoga
FV	forhend volej
FDV	forhend štop volej
FSM	forhend smeš
BTS	bekend top spin
BSL	bekend slajz
BDS	bekend skrajšana žoga
BV	bekend volej
BDV	bekend štop volej
BSM	bekend smeš

5.2.3 Spremenljivke o obsegu in hitrosti gibanja igralca

S pomočjo sistema SAGIT/TENIS smo ugotavljali obseg in hitrost gibanja igralcev v dvodimenzionalnem prostoru.

Preglednica 19: Obseg in hitrost gibanja igralcev.

OPIS SPREMENLJIVKE	ENOTA
Pot gibanja igralca v posamezni točki	m
Pot gibanja igralca v igri	m
Povprečna hitrost gibanja igralca v posamezni točki	m/s
Maksimalna hitrost gibanja igralca v igri	m/s

5.2.4 Prostorski kazalci

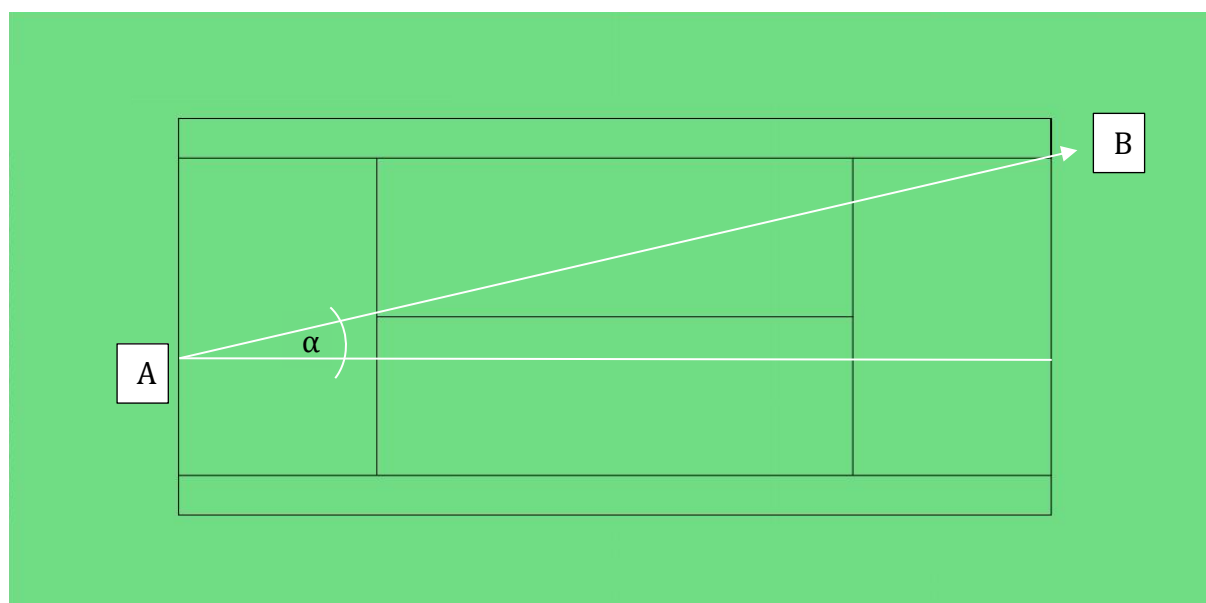
Igrišče smo razdelili na 28 manjših območij (vsako polovico igrišča na 14 območij) in ugotavljali čas, pot in hitrost gibanja igralca v posameznem področju igrišča. Vsako področje je predstavljalo eno spremenljivko. Območja so bila oblikovana na osnovi ekspertne analize teniške igre in modela povzetega po Schönbornu (Schönborn, 1999) (*slika 8*).

Smer servisa smo izračunali na podlagi položajev igralcev pri servisu (igralec A) in reternu (igralec B). Položaje igralcev smo zabeležili v času udarca. Pri izračunu kota smo priležno kateto postavili pravokotno na osnovno črto (*slika 9*).

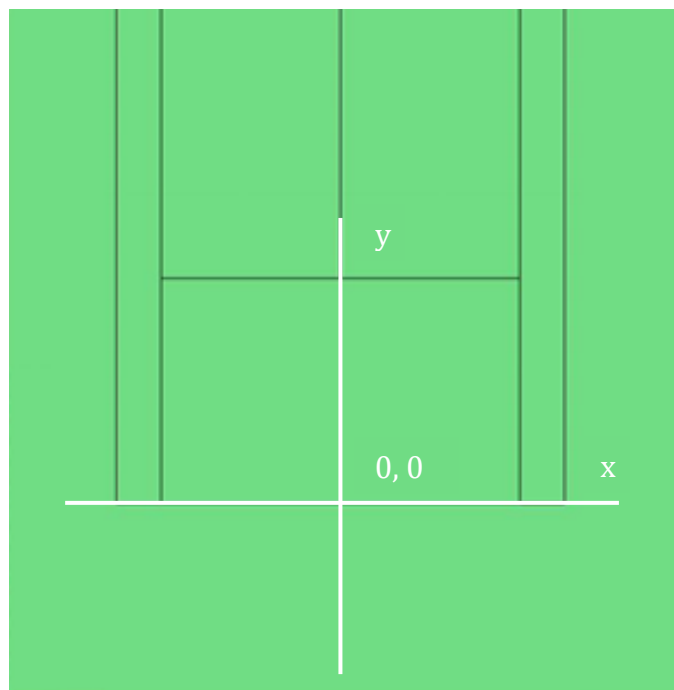
Položaj igralcev na igrišču smo določili s pomočjo koordinatnega sistema, kjer smo izhodiščno točko 0, 0 postavili na sredino osnovne črte (*slika 10*).

6		11		10		5	
4	3	9	14	13	8	2	4
	1	7	12	12	7	1	
	2	8	13	14	9	3	
5		10		11		6	

Slika 8: Razdelitev teniškega igrišča.



Slika 9: Izračun kota glede na položaj igralca A ob udarcu servisa in igralca B ob udarcu reterna.

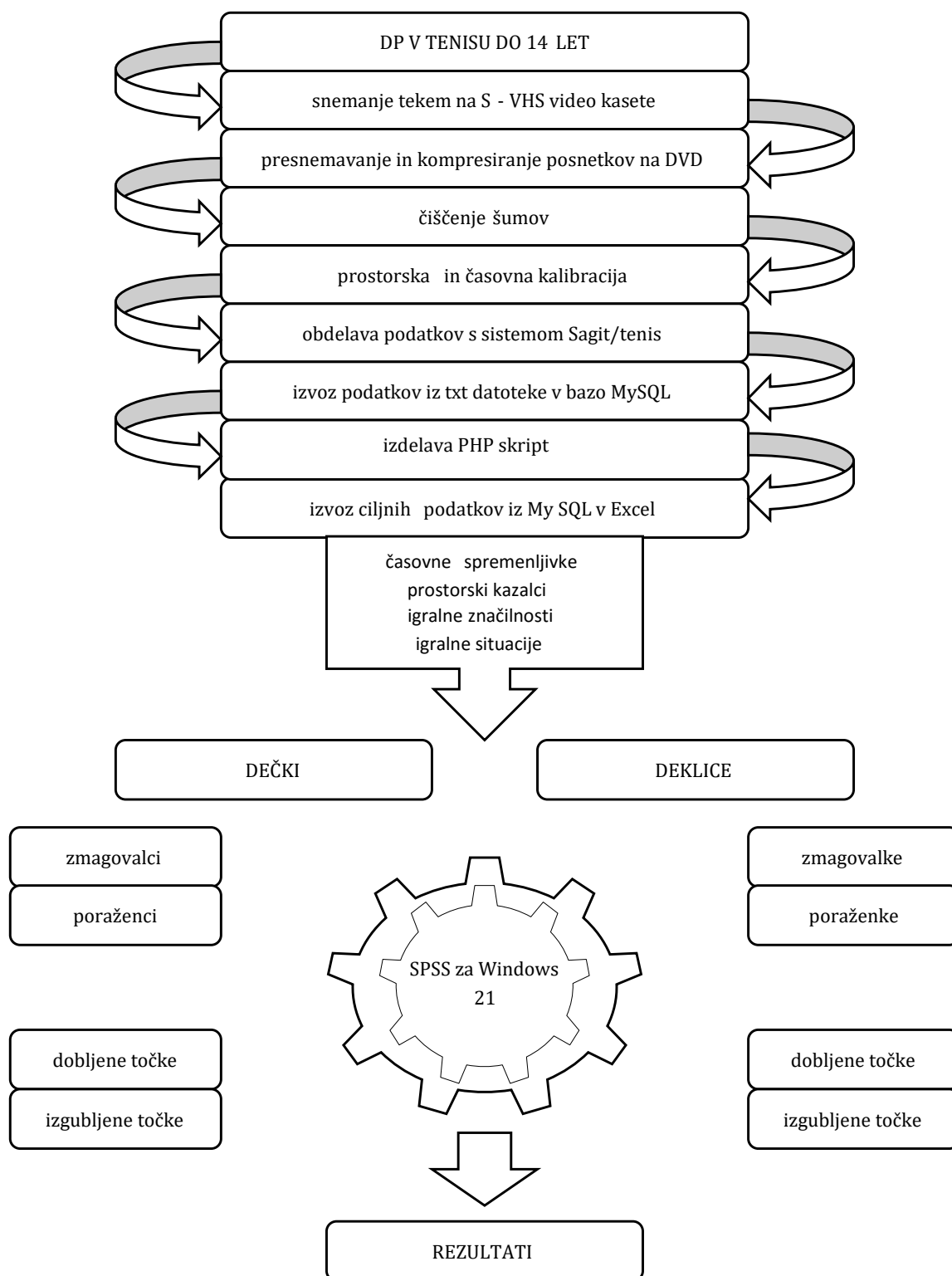


Slika 10: Postavitev koordinatnega sistema z izhodiščno točko 0, 0 na sredini osnovne črte.

5.3 Metode zbiranja in obdelave podatkov

5.3.1 Načini zbiranja podatkov

Teniške tekme smo organizirali in posneli v Teniškem klubu Triglav Kranj. Vse tekme so bile odigrane na trdi podlagi. Kameri, s katerima smo snemali teniške tekme, sta bili pritrjeni na strop. Postavljeni sta bili tako, da nista ovirali igralcev, poteka igre in vsaka je pokrivala polovico teniškega igrišča. Za snemanje tekem smo uporabili SVHS kameri (Ultrak CCD Color KC 7501 CP), ki sta imeli frekvenco zajema slik 25 Hz. Uporabili smo širokokotne leče (Ultrak KL 28141s 2,8 mm, Japan) in s tem z vsako kamero zajeli polovico teniškega igrišča. Posnetki so bili digitalizirani z Video DC30* - video digitizer hardware (Miro, Germany) z resolucijo 384 x 576 pikslov pri 2 MB s² hitrostjo prenosa podatkov, medtem ko so bili posnetki obdelani z resolucijo 384 x 288 pikslov. Natančnost sistema SAGIT je bila preverjena v študiji Filipčič, Filipčič and Perš (2009), ki je bila izvedena v enakih pogojih kot naša in v študiji Vučkovič, Perš, James and Hughes (2010). Postopke zbiranja in obdelave podatkov prikazuje *slika 11*.



Slika 11: Postopki zbiranja in obdelave podatkov.

5.3.2 Metode obdelave podatkov

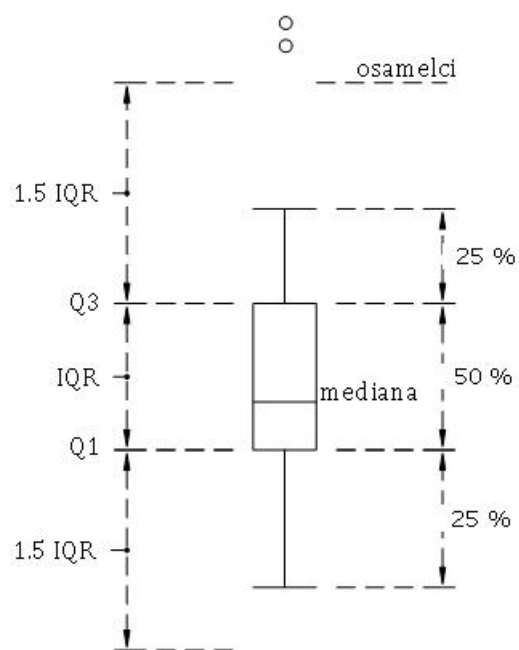
Za vse spremenljivke smo izračunali osnovne statistične parametre (minimalno vrednost, maksimalno vrednost, aritmetično sredino, mediano, standardni odklon, koeficient asimetričnosti in koeficient sploščenosti).

Mediana predstavlja vrednost spremenljivke, od katere ima natanko polovica enot v populaciji nižjo vrednost in natanko polovica enot višjo vrednost. Prednost mediane je v tem, da osamelci (ekstremne vrednosti) manj vplivajo na njeno vrednost (Field, 2005).

Zbrane podatke smo obdelali z izbranimi postopki opisne statistike. Normalnost porazdelitev spremenljivk smo ugotavljali s Shapiro-Wilk testom. Razlike med dečki in deklicami smo ugotavljali s t-testom za neodvisne vzorce (Independent-Samples T Test). V kolikor nismo potrdili normalne porazdelitve podatkov, smo razlike testirali z Mann-Whitney U-testom. Statistično značilnost razlik med zmagovalci in poraženci smo ugotavljali s t-testom za odvisne vzorce (Paired-Samples T Test). V kolikor nismo potrdili normalne porazdelitve, smo uporabili Wilcoxonov test z rangi (Wilcoxon Signed Ranks Test). Frekvenčno porazdelitev zaporedij smo primerjali s Hi-kvadrat testom (χ^2).

Grafično smo rezultate predstavili z neparametrično metodo škatle z ročaji (ang. boxplot) in stolpčnimi grafikoni. Škatla z ročaji prikazuje najmanjšo vrednost, tri kvartile (Q_1 , Q_2 in Q_3), mediano, največjo vrednost in osamelce. Kvartili predstavljajo 25, 50 in 75 odstotkov vseh vrednosti. Osamelci so vrednosti spremenljivke, ki so zunaj intervala $Q_1 - 1,5 * IQR^{10}$ oz. $Q_3 + 1,5 * IQR$, pri tem je $IQR = Q_3 - Q_1$. Dolžina ročajev pa nam dodatno prikaže tudi mero asimetrije (*slika 12*). Podatke smo obdelali s programom SPSS za Windows 21 (Chicago, IL, ZDA).

¹⁰ Medkvartilni razmik (ang. interquartile range).



Slika 12: Škatla z ročaji.

6 REZULTATI IN RAZPRAVA

Pred predstavitvijo rezultatov navajamo okrajšave, ki jih uporabljamo v nadaljevanju (*preglednica 20*). Izraz igralec se v tekstu uporablja kot nevtralen in velja enakovredno za oba spola. V kolikor se ugotovitve nanašajo na določen spol, pa uporabljamo termin dečki oz. deklice. »Srednja vrednost« se v tekstu nanaša na mediano, medtem ko »povprečna vrednost« predstavlja aritmetično sredino.

Preglednica 20: Okrajšave.

OKRAJŠAVA	POMEN
N	število igralcev
MIN	najmanjši rezultat
MAKS	največji rezultat
AS	aritmetična sredina
SO	standardni odklon
MED	mediana
ASIM	asimetričnost
SPL	sploščenost
s	sekunda
min	minuta
m	meter
m/s	meter na sekundo
km	kilometer
km/h	kilometer na uro
%	odstotek
štev	število
AF	aktivna faza (žoga v igri)
EN	žoga v mreži
EO	žoga v avtu
IN	žoga v igrišču
ACE	zaključni udarec s servisom
WIN	zaključni udarec

Rezultati so predstavljeni po sledečem vrstnem redu: 1) časovne spremenljivke, 2) igralne značilnosti, 3) obseg in hitrost gibanja 4) igralni vzorci. Značilnosti merjencev so prikazane ločeno po spolu (dečki, deklice) in po uspešnosti v posamezni kategoriji (zmagovalci dečki, deklice ter poraženci dečki, deklice).

6.1 Časovne značilnosti teniške igre dečkov in deklic

Preglednica 21: Osnovne statistične značilnosti teniške igre mladih teniških igralcev na tekmi.

OZNAKA	N	MIN	MAKS	AS	MED	SO	ASIM	SPL
SČ (s)	20	2515,00	5924,00	3805,50	3612,00	1267,56	,84	-,46
ŠAF (štev)	20	94,00	205,00	140,00	134,50	34,27	,82	,28
ČAF (s)	20	4,50	9,40	6,73	6,48	1,79	,17	-1,44
ČIG (s)	20	180,07	284,47	234,09	235,01	33,74	,06	-,76
ČNI (s)	20	1251,50	2515,00	1793,45	1860,00	397,25	,14	-,31
ADT (s)	20	498,44	1735,12	970,63	988,40	421,23	,47	-,79
OMT (s)	20	17,12	25,16	20,18	20,15	2,17	1,21	2,75
ADI (%)	20	19,16	33,04	24,95	23,42	5,20	,57	-1,19
T5S (štev)	20	52,00	110,00	75,40	72,50	18,81	,73	-,24
T5-10S (štev)	20	18,00	47,00	32,30	32,00	8,94	,19	-,40
T10-20S (štev)	20	11,00	39,00	23,80	23,50	9,65	,34	-1,02
T+20S (štev)	20	1,00	19,00	8,50	8,00	6,74	,40	-1,25
T5S (%)	20	39,69	68,03	54,44	54,58	8,77	-,04	-,72
T5-10S (%)	20	18,62	31,88	23,24	21,55	4,81	,88	-,59
T10-20S (%)	20	10,38	28,24	16,72	16,79	4,95	1,21	3,17
T+20S (%)	20	,81	12,67	5,59	5,37	3,90	,34	-,61

SČ: skupni čas trajanja tekme, ŠAF: število aktivnih faz (točk), ČAF: čas aktivne faze (točka), ČIG: čas igre (gem), ČNI: čas niza (set), ADT: aktivni del tekme, OMT: odmor med točkami, ADI: aktivni del igre (gem), T5S: točke krajše od 5 s, T5-10: točke v časovnem razponu od 5 do 10 s, T10-20: točke v časovnem razponu od 10 do 20 s, T+20: točke daljše od 20 s.

Aktivna faza

Aktivna faza v tenisu predstavlja čas, ko je žoga v igri. Začetek aktivne faze smo določili z metom žogice pri servisu in zaključili z dotikom mreže ali z doskokom žoge izven igralnega polja (avt) oz. po drugem doskoku žoge v primeru zaključnega udarca.

Srednja vrednost aktivnih faz je predstavljala $23,42 \pm 5,20$ % oz. $16,47 \pm 7,02$ min skupnega igralnega časa. Trajanje aktivnih faz smo razdelili v štiri časovne razrede. Največji odstotek aktivnih faz se je končal znotraj 5 s ($54,58 \pm 8,77$ %). Aktivne faze v časovnem razponu od 5 do 10 s in od 10 do 20 s so predstavljale $21,55 \pm 4,81$ % oz. $16,79 \pm 4,95$ %. Točke, ki so bile daljše od 20 s, so predstavljale $5,37 \pm 3,90$ %.

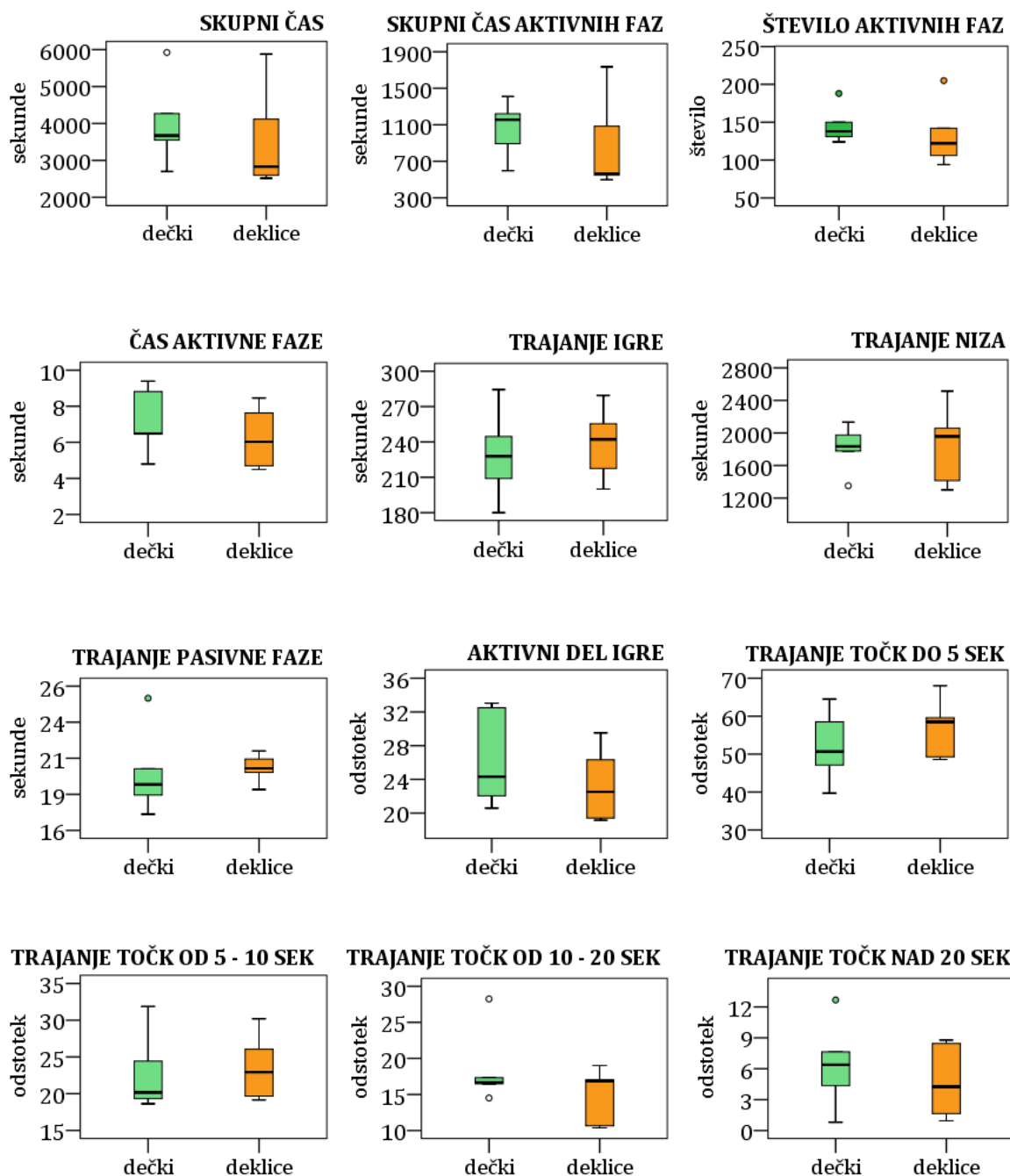
Pasivna faza

Pasivna faza predstavlja tisti del igre, ko žoga ni v igri, torej čas med dvema aktivnima fazama. Srednja vrednost pasivne faze je znašala $20,15 \pm 2,17$ s med točkami, kar predstavlja 76,58 % celotnega časa trajanja tekme. Pasivna faza je omejena tudi s pravili mednarodne teniške organizacije, ki določajo, da odmor ne sme presegati 20 s med točkami, 90 s med menjavo strani in 120 s med nizi („Rules of Tennis“, 2015).

Razlike pri osnovnih časovnih značilnostih

Mediane vrednosti, ki vključujejo skupni čas aktivnih in pasivnih faz, so znašale $60,20 \pm 21,13$ min na tekmi, $31,00 \pm 6,42$ min v nizu in $3,92 \pm 0,56$ min v posamezni igri.

Pri večini časovnih spremenljivk so imeli dečki višje povprečne vrednosti od deklic. Izjeme smo ugotovili pri trajanju pasivne faze med točkami, pri trajanju igre, pri odstotku točk krajših od 5 s in pri odstotku točk, ki so trajale od 5 do 10 s. V nobeni izmed časovnih spremenljivk nismo odkrili statistično značilnih razlik med dečki in deklicami (*slika 13*).



Slika 13: Trajanje aktivnih faz in razlike po spolu.

Rezultati časovnih spremenljivk mladih teniških igralcev sovpadajo z dosedanjimi ugotovitvami, da aktivni del v tenisu predstavlja od 20 do 30 % skupnega igralnega časa (Bergeron idr., 1991; König idr., 2001). Aktivna faza profesionalnih in mladih teniških igralcev se ne razlikuje veliko (Unierzyski in Szanca, 2006). Primerjava enako starih mladih teniških igralcev (do 14 let) na mednarodnem tekmovanju (Tennis Europe)

pokaže skoraj identične rezultate trajanja točk v aktivnih fazah, kar pomeni, da so igralne značilnosti ter energijske zahteve mladih teniških igralcev na domačem državnem tekmovanju primerljive s tistimi pri mednarodnih igralcih (Unierzyski in Szanca, 2006). Večje razlike nastanejo samo v primerjavi s skupnim igralnim časom profesionalnih igralcev tenisa, kjer je potrebno upoštevati, da se v moški konkurenci na turnirjih velike četverice (ang. Grand Slam) igra na pet osvojenih nizov. Ostale raziskave na tem področju kažejo, da na dolžino aktivne faze vplivajo: vrsta podlage, igralni stil igralcev, spol, žoge in taktika (Cooke in Davey, 2005; Girard in Millet, 2004; Smekal idr., 2001). Na počasnejših podlagah (pesek) so aktivne faze značilno daljše tako v moški kot v ženski kategoriji (Odprto prvenstvo Francije). Nasprotno velja za hitre podlage (Wimbledon), kjer so aktivne faze značilno krajše kot na drugih turnirjih velike četverice (Fernandez-Fernandez idr., 2006). Do podobnih ugotovitev sta prišla tudi Filipčič (1994) in Pečelin (2006), ki sta ugotovila, da povprečna pasivna faza traja 21,20 oz. 19,70 s. Torres-Luque je s sodelavci (2011) v primerljivem starostnem obdobju ($15,60 \pm 0,90$ let) prav tako primerjal nekatere časovne značilnosti med fanti in dekleti in med njimi ni ugotovil statistično značilnih razlik v trajanju tekme ($105,00 \pm 20,00$ min) ter v trajanju aktivnih ($31,50 \pm 5,83$ min) in pasivnih ($73,50 \pm 8,50$ min) faz. Rezultati omenjene raziskave so v primerjavi s profesionalnimi teniški igralci in našo raziskavo pokazali nekoliko daljše časovne parametre. Pri povprečnih vrednostih pasivne faze je potrebno omeniti tudi omejitve, ki so določene s pravili tenisa, kjer je čas med dvema točkama omejen na 20 s.

Povprečne vrednosti aktivnih in pasivnih faz pri mladih teniških igralcih imajo tudi praktično vrednost, saj trenerjem dajejo referenčni okvir za natančno določanje obremenitev na teniških oz. kondicijskih treningih.

6.2 Igralne značilnosti

Uspešnost udarcev smo razdelili v štiri skupine, in sicer: servis, retern, osnovna udarca z zadnje črte in ostali udarci.

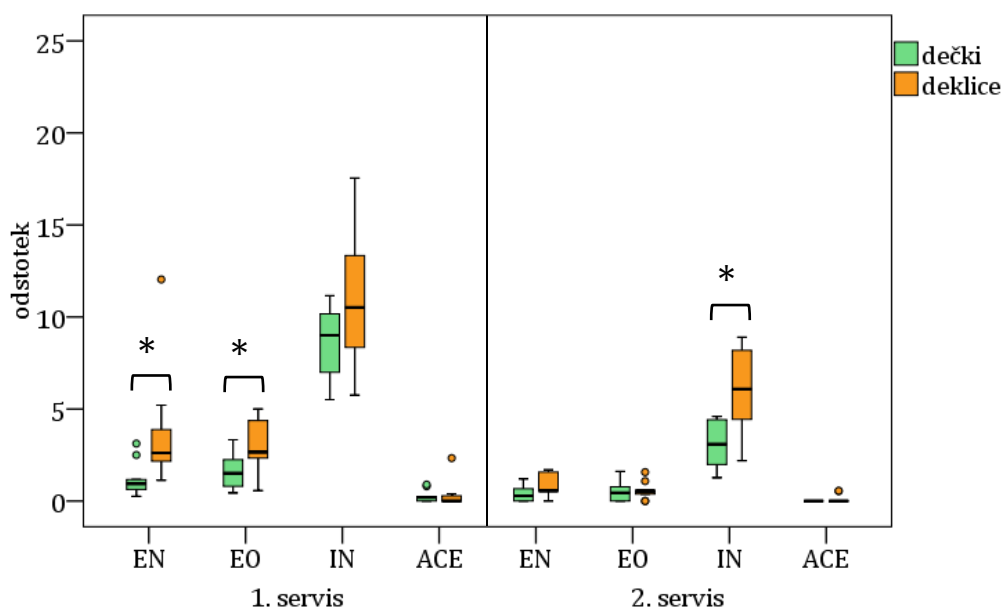
6.2.1 Servis

Servis je predstavljal 19,38 % (mediana) vseh udarcev, kar pomeni, da je srednja vrednost servisa predstavljala $61,50 \pm 17,67$ udarcev, od tega je bilo $44,00 \pm 14,60$ (13,83 %) prvih in $18,00 \pm 5,60$ (5,55 %) drugih servisov.

Preglednica 22: Osnovne statistične značilnosti uspešnosti udarcev pri servisu v odstotkih.

USPEŠNOST		N	MIN	MAKS	AS	MED	SO	ASIM	SPL
1. SERVIS	EN	20	,26	12,04	2,42	1,96	2,59	2,93	10,37
	EO	20	,45	7,91	2,48	2,30	1,75	1,67	3,95
	IN	20	5,51	17,54	9,70	9,47	3,03	,81	,97
	ACE	20	,00	2,34	,29	,10	,55	3,11	10,88
2. SERVIS	EN	20	,00	1,69	,62	,57	,58	,64	-,66
	EO	20	,00	1,61	,55	,55	,49	,86	,33
	IN	20	1,27	8,90	4,54	4,43	2,25	,55	-,64
	ACE	20	,00	,56	,06	,00	,17	2,89	7,06

Srednja vrednost servisa v posamezni igri je znašala $8,71 \pm 2,00$ udarcev. Rezultati se skladajo z raziskavo moških profesionalnih igralcev, kjer so slednji v povprečju udarili 8,90 servisa v igri (Johnson in McHugh, 2006).



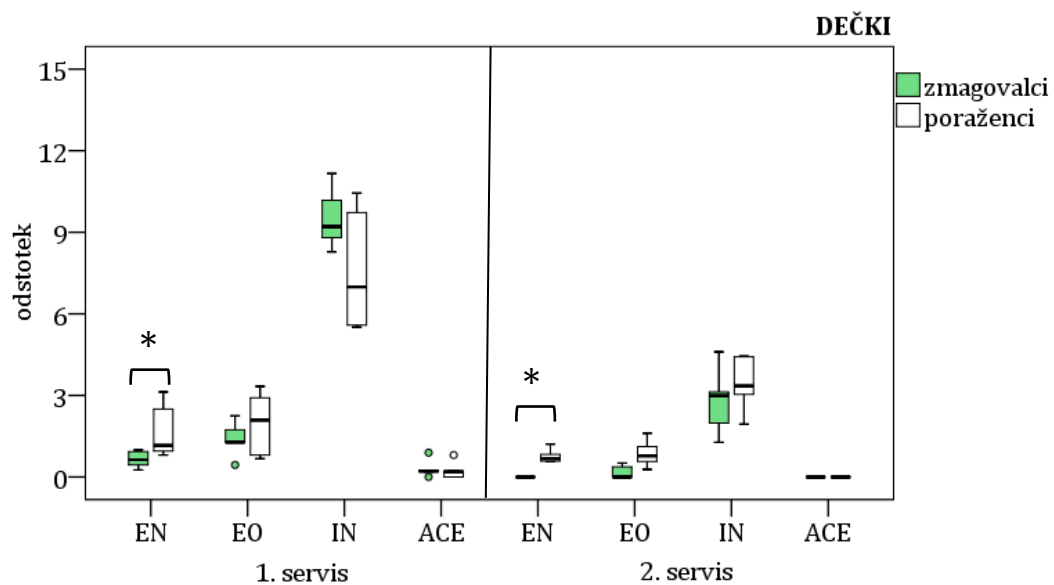
Slika 14: Odstotek napak in uspešnih udarcev pri prvem in drugem servisu pri dečkih in deklicah.

* $p < 0,05$.

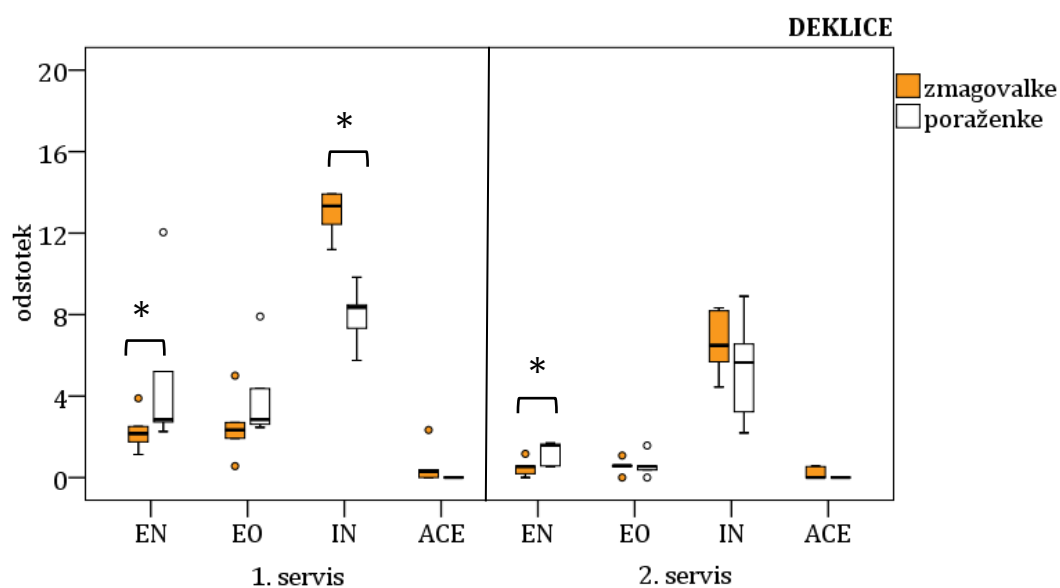
Deklice so statistično značilno pri prvem servisu naredile več napak z udarcem v mrežo in avt ter imele višji odstotek zadetih drugih servisov.

Višji odstotek uspešnih drugih servisov deklic je najverjetneje posledica manj učinkovitega reterna, kar pomeni, da deklice lahko drugi servis udarjajo z manj tveganja. Odstotek napak pri drugem servisu je bil pri deklicah višji (mediana: $0,56 \pm 0,55$ %, dečki $0,44 \pm 0,48$ %). Rezultati se skladajo z igro profesionalnih igralcev, kjer ženske naredijo več dvojnih napak (Pluim, 2001). Strokovnjaki navajajo, da imajo predvsem mlajša dekleta pogosto težave s servisom, kar je posledica slabše razvite metalne akcije, ki predstavlja gibalno osnovo za izvedbo servisa¹¹ (ITF, 2003; Lorson, Stodden, Langendorfer in Goodway, 2013; Petranek in Barton, 2011; Thomas, Alderson, Thomas, Campbell in Elliott, 2010).

¹¹ Znan je primer iz ženskega vrhunškega tenisa, ko je Anna Kurnikova leta 1999 na odprtem prvenstvu Avstralije v enem dvoboju naredila kar 31 dvojnih napak.



Slika 15: Odstotek napak in uspešnih udarcev pri prvem in drugem servisu pri dečkih.
* $p < 0,05$.



Slika 16: Odstotek napak in uspešnih udarcev pri prvem in drugem servisu pri deklicah.
* $p < 0,05$.

Zmagovalci so v obeh kategorijah naredili statistično značilno manj napak v mrežo pri obeh servisih, poleg tega so imele zmagovalke pri deklicah več uspešnih udarcev pri prvem servisu ($p < 0,05$).

Pri uspešnosti servisa ne gre zanemariti učinkovite rabe dveh biomehanskih principov, in sicer nasprotne sile in kinetične verige. Velja, da za vsako silo obstaja enaka nasproti delujoča sila (akcija – reakcija). Pri servisu se igralci odrinejo od tal, hkrati tla z enako silo potisnejo nazaj. Sila te reakcije omogoči igralcu ustrezen impulz sile za eksplozivno začetno delovanje tako pri servisu kot tudi osnovnih udarcih. To je pomemben vidik pri servisu, ki igralcem omogoča doseganje višje točke zadetka in s tem optimalnejši kot, pod katerim servirajo. Hkrati pa hitra ekstenzija v kolenih (ang. leg drive) omogoča krožna gibanja trupa in ramen v treh ravninah: čelni, prečni in sredinski ravnini. Predvsem rotirajoče gibanje v sredinski ravnini (ang. shoulder over shoulder rotation) omogoča pospeševanje loparja navzgor, več topspin rotacije žoge in posledično manj napak v mrežo. Podoben vpliv na servis in ostale udarce ima uspešna uporaba kinetične verige, ki pomeni usklajeno delovanje mišic in mišičnih skupin ter vključevanje posameznih delov telesa (noge, boki, trup, roke, dlani) v izvedbo udarca. Kinetična veriga deluje po načelu verižne reakcije in je osnova za optimalno tehniko udarcev, ki pri servisu zmanjša možnost napak. Dobro koordinirana kinetična veriga vsekakor prispeva k tekoči in ritmični izvedbi servisa, kar pa dokazano povečuje zanesljivost servisa (Elliott, Reid in Crespo, 2003). Poleg tega ekstenzija v kolenih in pospeševanje navzgor zmanjšujeta možnost napak v mrežo. Omenjena gibanja, skupaj z gibanjem nadlahti, podlahti in zapestja, posredno ustvarjajo več rotacije žogice, kar v prvem delu zvišuje let, v drugem delu pa skrajšuje let žogice oz. v splošnem povečuje zanesljivost servisa ter zmanjšuje možnost napake v mrežo (Brody, 1987, 2003). Teniški igralci lahko razvijejo sposobnost udarjanja žoge z veliko spina že zelo zgodaj. Podatki, ki sta jih pridobila Univerza Zahodne Avstralije in Avstralski inštitut za šport, kažejo, da kakovostni igralci v starosti od 13 do 14 let udarjajo prvi servis s podobno hitrostjo spina kot vrhunski igralci na ATP (1350 obr/min, vrhunski igralci 1400 obr/min). Vrednosti pri drugem servisu so med 3370 obr/min in 4650 obr/min pri moških in med 3000 obr/min in 3600 obr/min pri ženskah (Elliott idr., 2009).

6.2.2 Retern

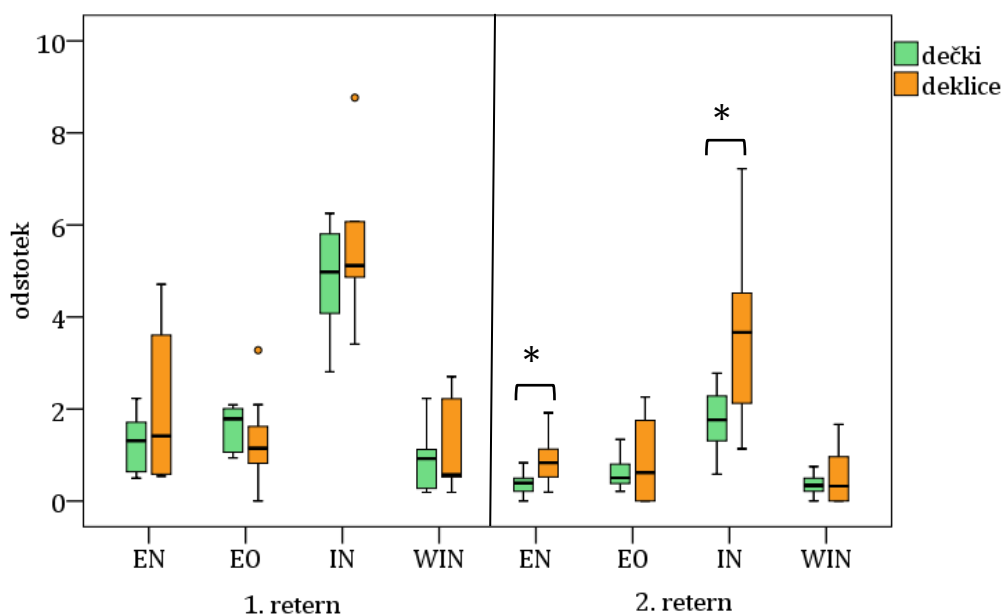
Mediana vrednost reterna je znašala 11,86 % vseh udarcev, kar je predstavljalo $44,50 \pm 14,57$ reternov na tekmi, od tega $29,50 \pm 12,10$ (8,25 %) udarcev na prvi servis in $14,00 \pm 4,52$ (3,61 %) udarcev na drugi servis.

Preglednica 23: Osnovne statistične značilnosti uspešnosti udarcev pri reternu v odstotkih.

USPEŠNOST		N	MIN	MAKS	AS	MED	SO	ASIM	SPL
1. RETERN	EN	20	,50	4,71	1,70	1,31	1,27	1,15	,34
	EO	20	,00	3,28	1,44	1,17	,71	,51	1,33
	IN	20	2,81	13,56	5,57	5,05	2,26	2,53	8,29
	WIN	20	,19	2,70	,96	,72	,79	1,11	,04
2. RETERN	EN	20	,00	1,92	,61	,51	,47	1,21	1,83
	EO	20	,00	2,26	,76	,51	,71	,91	-,33
	IN	20	,58	7,22	2,74	2,26	1,64	1,20	1,53
	WIN	20	,00	1,67	,42	,33	,43	1,48	2,55

Srednja vrednost reterna v posamezni igri je znašala $5,97 \pm 1,32$ udarcev. Primerjava s člansko konkurenco nam ne pokaže bistvenih razlik, saj so profesionalni igralci udarili 5,30 reterna v posamezni igri (Johnson in McHugh, 2006).

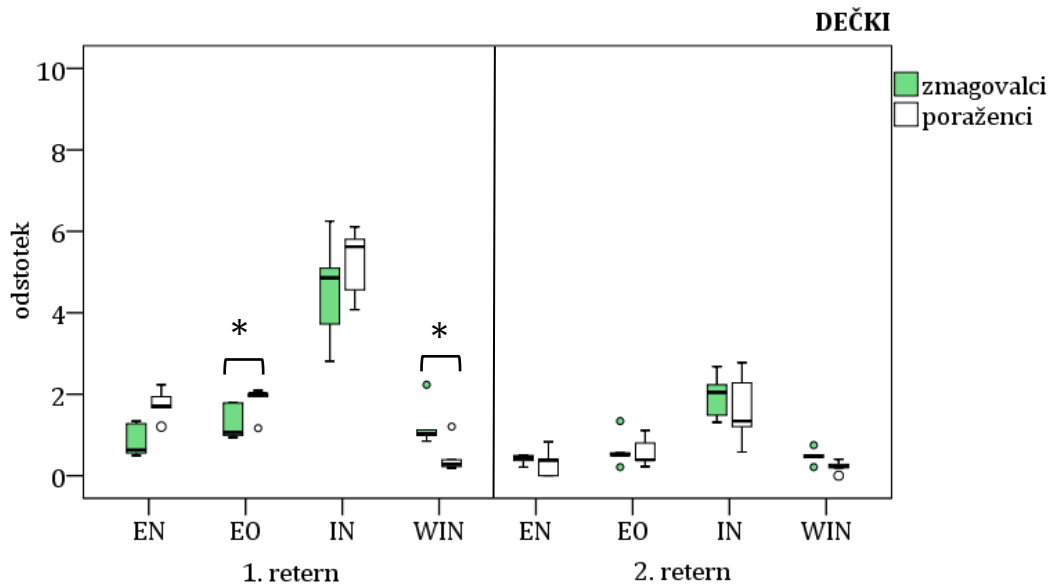
Srednja vrednost servisa in reterna skupaj je predstavljala skoraj tretjino vseh udarcev (31,24 %). Odstotek izvedenih reternov potrjuje tezo o pomembnosti tega udarca, ki tako kot servis sodi med začetne udarce. Pri tem je potrebno poudariti dvoje: 1) visoko soodvisnost med učinkovitostjo servisa (natančnost, hitrost in rotacija žoge ter sposobnost tekmeca, da skrije svojo namero) in izvedbo reterna, kjer igralec išče optimalno tehnično izvedbo v skladu s tehnično namero; 2) retern je v sodobnem tenisu izjemno pomemben, vendar v trenažnem procesu še vedno pogosto zapostavljen.



Slika 17: Odstotek napak in uspešnih udarcev pri prvem in drugem reternu pri dečkih in deklicah.

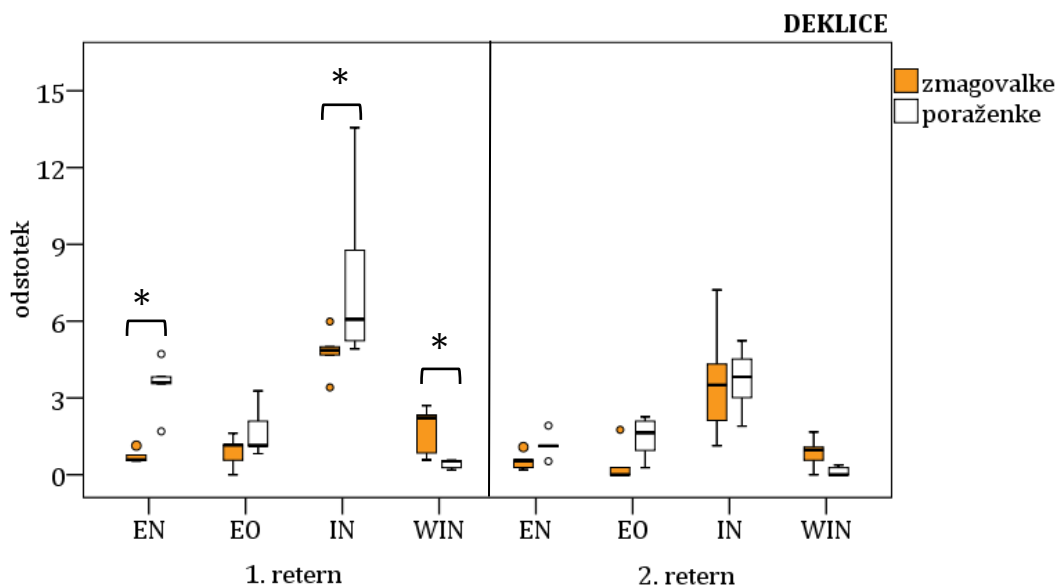
* $p < ,05$.

Med dečki in deklicami so se pojavile statistično značilne razlike pri drugem reternu, kjer so deklice imele višji odstotek uspešnih udarcev ter višji odstotek napak v mrežo ($p < ,05$). Pri drugem servisu so deklice servirale bolj zanesljivo (več zadetih drugih servisov v polje), kar pa očitno ne odraža učinkovitosti servisa. Že omenjena nižja učinkovitost servisa pri deklicah se posredno odraža tudi v višjem odstotku uspešnih reternov na drugi servis, kar potrjuje že omenjeno soodvisnost med učinkovitostjo servisa in reterna. Manj učinkovit drugi servis posredno vpliva na višji odstotek uspešnosti drugega reterna, predvsem pri drugem reternu.



Slika 18: Odstotek napak in uspešnih udarcev pri prvem in drugem reternu pri dečkih.
* $p < ,05$.

Zmagovalci pri dečkih so statistično značilno naredili manj napak z udarcem v avt in imeli večji odstotek zaključnih udarcev pri reternu na prvi servis ($p < ,05$), kar je najverjetneje posledica tega, da so zmagovalci tehnično kompetentnejši in več tvegajo. Več napak pomeni neoptimalno pot, kot in hitrost loparja pri reternu, kar posledično vodi k napakam.



Slika 19: Odstotek napak in uspešnih udarcev pri prvem in drugem reternu pri deklicah.
* $p < .05$.

Zmagovalke so se statistično značilno razlikovale od poraženk pri reternu na prvi servis, in sicer so naredile manj napak v mrežo, imele manj uspešno vrnjenih žog in več zaključnih udarcev ($p < .05$).

Pri tem je zanimivo, da se je razlika med poraženkami in zmagovalkami v številu uspešnih reternov pokazala pri prvem servisu. Če na rezultate reterna na prvi servis pogledamo z vidika vseh štirih kazalcev, lahko zaključimo, da imajo zmagovalke izrazito napadalen pristop in taktično namero, s katero želijo takoj ustvariti prednost in prevzeti pobudo v igri. Posredno lahko sklepamo, da so zmagovalke tehnično bolj kompetentne, da lahko udarjajo reterne hitro po odboju, bližje mreži in hitreje.

Do podobnih ugotovitev so prišli tudi Reid, McMurtrie in Crespo (2010), ki navajajo korelacijo med zmagovalci dvobojev in uspešnostjo vračanja obeh servisov.

Glede na raziskavo, ki so jo naredi Triolet, Benguigui, Le Runigo in Williams (2013) ter Elliott, Reid in Crespo (2003), je uspešnost vračanja servisa posledica dobre anticipacije in percepcije ter tehničnega znanja.

Glede na to, da se polovica točk med tekmo za vsakega igralca začne z reternom, ta spada med najpomembnejše udarce v sodobnem tenisu. V osnovi ločimo napadalni in obrambni retern, pri katerem je bistvo slednjega vračanje žoge v igrišče in v taktičnem smislu vzpostavitev ravnovesja za nadaljnji potek aktivne faze. Na drugi strani je pomen napadalnega reterna takojšnje prevzemanje pobude in se običajno izvaja proti počasnejšim, krajšim in nižjim servisom ter predvsem v situacijah, ko reterner pred ali med izvedbo servisa prepozna taktično namero (smer, vrsto - rotacijo, hitrost servisa) igralca, ki servira.

6.2.3 Forhend in bekind

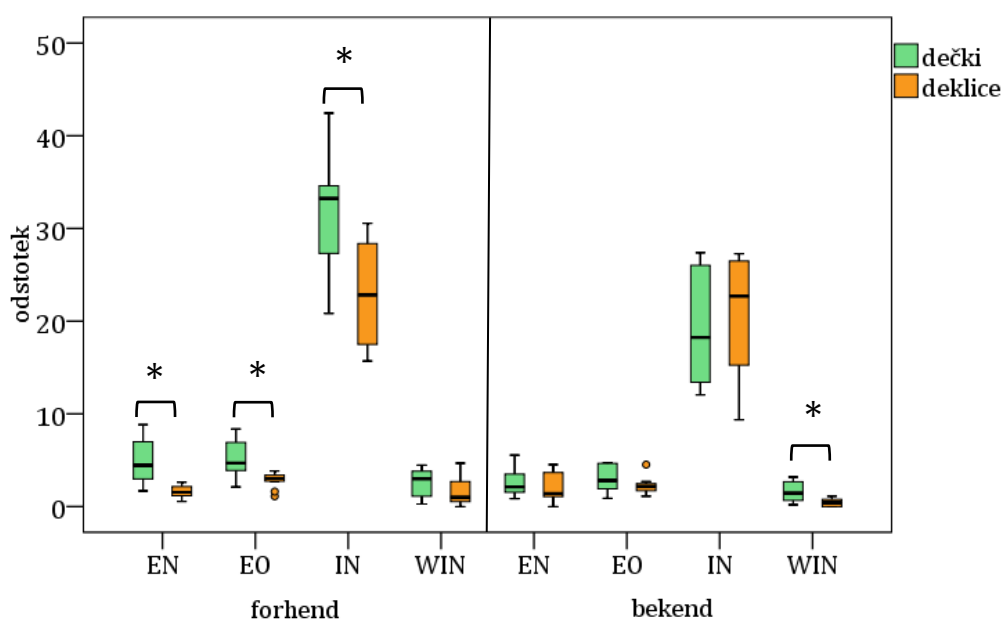
Srednja vrednost osnovnih dveh udarcev je znašala 60,70 %, kar je pomenilo srednjo vrednost $230,00 \pm 119,12$ udarcev na tekmi, od tega je bilo $124,50 \pm 75,64$ (35,49 %) udarcev na forhend in $94,00 \pm 50,67$ (25,21 %) na bekind strani. Razmerje med forhend in bekind udarci potrjuje domnevo, da igralci v tej starostni kategoriji med ostalimi taktičnimi namerami na osnovni črti koristijo tudi »uporabo boljšega udarca«, ki je v večini primerov forhend. Taktična namera »uporaba boljšega udarca« zahteva od igralcev ustrezne sposobnosti zaznavanja, hitrega sprejemanja odločitev, specifične gibalne vzorce in prilagojeno tehnično izvedbo forhenda.

Preglednica 24: Osnovne statistične značilnosti uspešnosti udarcev pri forhendu in bekendu v odstotkih.

	USPEŠNOST	N	MIN	MAKS	AS	MED	SO	ASIM	SPL
FORHEND	EN	20	,55	8,84	3,20	2,35	2,35	1,17	,36
	EO	20	1,11	8,37	3,96	3,50	1,93	,94	,44
	IN	20	15,71	42,43	27,55	28,17	7,41	-,03	-,65
	WIN	20	,00	4,68	2,06	1,47	1,56	,34	-1,39
BEKEND	EN	20	,00	5,56	2,39	1,88	1,61	,60	-,76
	EO	20	,89	4,72	2,64	2,35	1,28	,61	-,90
	IN	20	9,36	27,39	20,05	20,26	6,04	-,16	-1,46
	WIN	20	,00	3,18	1,01	,72	,98	1,13	,37

Mediana vrednost forhenda in bekenda skupaj je v posamezni igri znašala $14,27 \pm 6,96$ udarcev, od tega je bilo $7,32 \pm 4,59$ udarcev na forhend in $6,21 \pm 2,83$ na bekend strani. Primerjava s profesionalnimi igralci nam pokaže, da so igralci v absolutni konkurenci v povprečju udarili nekoliko manj osnovnih udarcev v posamezni igri (7,35), od tega 3,90 forhendov in 3,45 bekendov (Johnson in McHugh, 2006). Razlog za razlike je najverjetneje v tem, da je igralni stil profesionalnih teniških igralcev bolj raznovrsten in vključuje več igralnih situacij. Pomeni, da so sposobnejši prilagajanja igralnemu stilu tekmeca in svoja tehnična orožja uporabiti pri izkoriščanju tekmečevih slabosti.

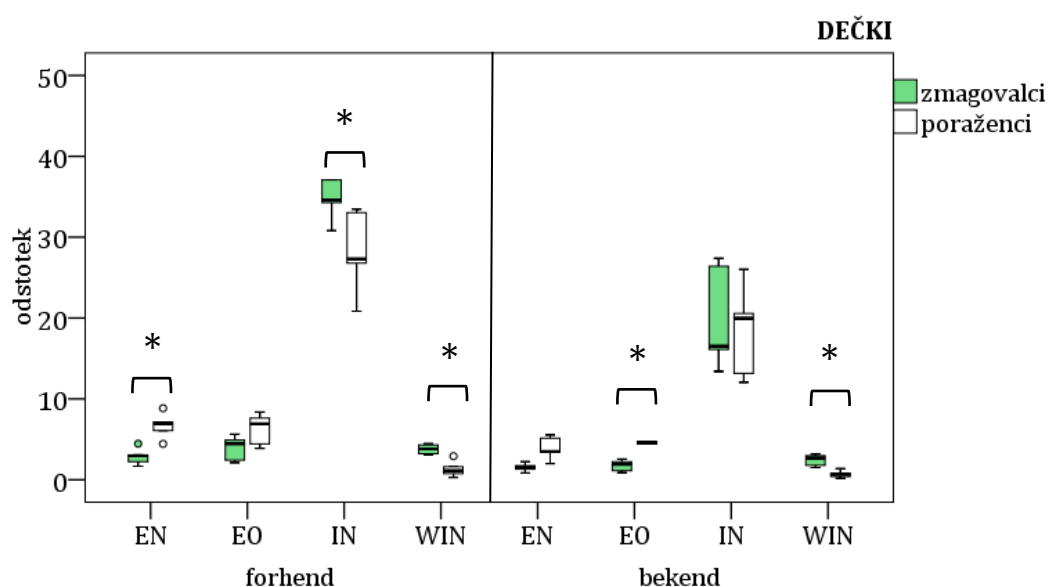
Gibanje teniškega igralca je posledica udarjenih žog tekmeca. Igralni stil dečkov je v primerjavi z deklicami bolj raznolik, predvsem pri uporabi različnih taktičnih namer. Ugotovili smo, da so dečki imeli daljše točke in so posledično v času aktivnih faz opravili tudi daljšo pot gibanja ter dosegali višje hitrosti, kar je podrobneje opisano v naslednjih dveh poglavjih.



Slika 20: Odstotek napak in uspešnih udarcev pri forhendu in bekendu pri dečkih in deklicah.

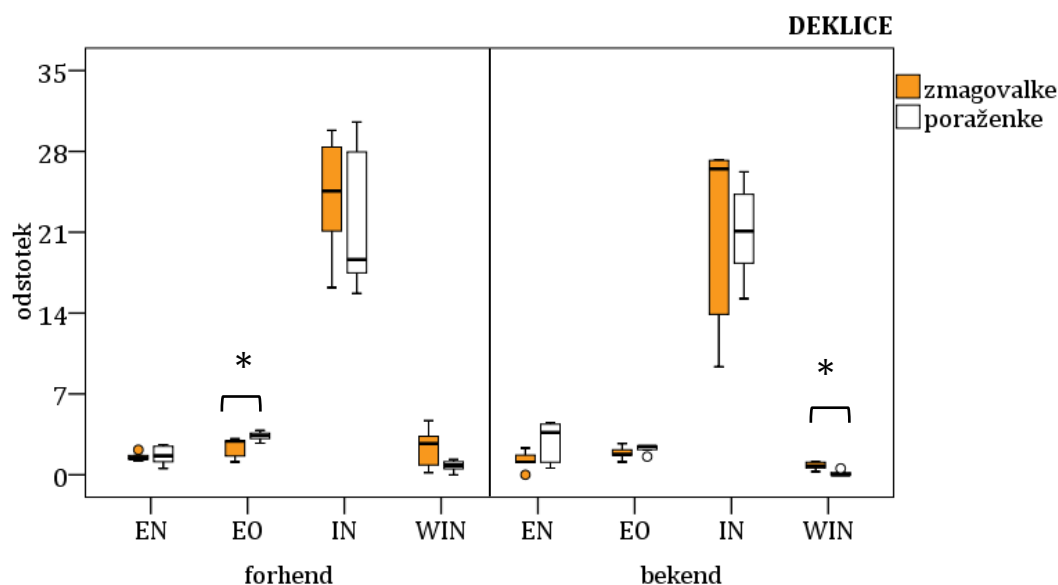
* $p < 0,05$.

Razlike med dečki in deklicami so se pri osnovnih udarcih pokazale pri neuspešnih udarcih forhenda, kjer so deklice naredile manj napak v mrežo in avt ter imele nižji odstotek uspešnih udarcev ($p < 0,05$). Pri bekendu so dečki statistično značilno dosegli več zaključnih udarcev. Razlike v opazovanih igralnih značilnostih na osnovni črti predvsem dokazujejo, da se igralni stil dečkov in deklic pri tej starosti že razlikuje. Dečki igrajo forhend bolj napadalno, sicer pri tem naredijo nekoliko več napak, z bekendom pa so sposobni točke dosegati tudi z zaključnim bekend udarcem. Bolj napadalna izvedba forhenda kaže na taktično namero: uporaba boljšega udarca.



Slika 21: Odstotek napak in uspešnih udarcev pri forhendu in bekendu pri dečkih.
* $p < 0,05$.

Zmagovalci pri dečkih so se statistično značilno razlikovali v večini igralnih značilnostih. Pri forhendu so imeli več uspešnih in zaključnih udarcev ter manj napak v mrežo, na bekend strani pa manj napak v avt in več zaključnih udarcev. Že pri razlagi razlik med dečki in deklicami smo omenili napadalno igro dečkov. Rezultati pri uspešnih forhendih ter zaključnih udarcih s forhendom in bekendom kažejo, da so razlike v napadalnosti dečkov na osnovni črti še bolj izrazite med zmagovalci in poraženci.



Slika 22: Odstotek napak in uspešnih udarcev pri forhendu in bekendu pri deklicah.

* $p < .05$.

Zmagovalke so se statistično značilno razlikovale od poraženek pri forhendu, kjer so poraženke imele več napak z udarcem v avt, ter pri bekendu, kjer so bile zmagovalke uspešnejše pri zaključnih udarcih. Na osnovi rezultatov lahko zaključimo, da opazovane igralne značilnosti pri dekletih ne kažejo razlik v igralnem stilu zmagovalk in poraženk.

Na področju igralnih značilnosti osnovnih teniških udarcev je malo raziskav, ki bi se nanašale na uspešnost in neuspešnost osnovnih udarcev. Martínez-Gallego idr. (2013) so združili vse udarce in pri tem ugotovili, da so zmagovalci imeli višji odstotek nevsiljenih napak in zaključnih udarcev ter so s prevzemanjem pobude na igrišču prisilili tekmece v napako. Katic, Milat, Zagorac in Djurovic (2011) so na omenjenem področju primerjali moške in ženske na travnati in peščeni podlagi in ugotovili, da moški na peščeni podlagi igrajo več forhendov kot ženske (52,7 %, ženske 49,3 %), obratno pa je na travnati podlagi, kjer ženske v primerjavi z moškimi udarijo več forhendov (48,7 %, moški 41,4 %).

Forhend in bekend sodita v sodobni teniški igri med najpomembnejša udarca in najpogostejše izvajana udarca. Napadalnost, dinamičnost in hitrost igre na osnovni črti se

je zaradi razvoja tehnologije izdelave teniških loparjev in napetij, višje ravni kondicijske pripravljenosti teniških igralcev ter nenazadnje tudi spremembe v tehniki udarjanja in gibanja igralcev izjemno povečala. Teniški udarci so se v situacijah, kjer je potrebna visoka hitrost izvedbe (servis, forhend, bekend in smeš), spremenili v »metalna« gibanja (ang. throwing ali ballistic motions), pri katerih sodeluje celotno telo. Tako pri forhendu kot pri bekendu pa učinkovito izvedbo omogoča tudi optimalna postavitev igralca, ki lahko udarce izvaja v statičnem ali dinamičnem ravnotežju.

Razlike v učinkovitosti med forhendom in bekendom na osnovni črti se stalno zmanjšujejo. Pri mlajših kategorijah je to posledica uporabe dvoročnega bekenda, kjer igralci pri izvedbi uporabljajo enake biomehanske principe kot pri forhendu. Odstotek igralcev, ki igrajo dvoročni bekend, se stalno povečuje tako v vrhunskem kot tudi mladinskem tenisu, ker igralci: bolje izkoriščajo rotacijo trupa in ramen, lažje igrajo visoke žoge (pogosto tudi, ko se žoga po odboju dviguje), ob kontaktu z žogo se sila udarca enakomerno razporedi med obe roki, stabilnost položaja v času gibanja skozi točko zadetka je večja in igralci lažje skrivajo svojo taktično odločitev, saj je točka kontakta nekoliko bolj zadaj kot pri enoročnem bekendu. Število igralcev zaradi omenjenih prednosti z enoročnim bekendom stalno upada, kar še posebej velja za mlajše starostne kategorije, kjer so igralci z enoročnim bekendom izjemno redki. V zgodnjih osemdesetih letih je bil enoročni bekend prevladujoč udarec med teniški igralci, saj ga je uporabljalo 75 odstotkov vseh igralcev in igralk, uvrščenih med prvih 20 na svetu. Trenutno se razmerja vsako leto nekoliko spreminjajo, vendar pa se vrednosti enoročnega bekenda v zadnjih letih pri prvih 20 uvrščenih gibljejo med 35 odstotki pri igralcih in 10 odstotki pri igralkah. (Elliott idr., 2009).

Pri mlajših igralcih pogosto med osnovnima udarcema obstajajo določene razlike v učinkovitosti. Forhend še vedno velja za bolj univerzalen udarec, ki ga igralci uporabljajo pogosteje, so z njim bolj zanesljivi in dosežejo več zaključnih točk/udarcev.

Z vidika učinkovitosti udarcev, predvsem tistih, ki se izvajajo na osnovni črti, je pomembno igranje z optimalnim tveganjem, ki se kaže skozi ustrezno razmerje med neizsiljenimi in vsiljenimi napakami ter zaključnimi udarci. Ustrezno razmerje lahko

natančneje izrazimo s t.i. napadalnim indeksom¹² (ang. aggressive margin), ki se izraža kot razlika med zaključnimi udarci igralca in vsiljenimi napakami tekmeča na eni strani ter lastnimi neizsiljenimi napakami na drugi strani. Omenjeno razmerje v veliki večini razlikuje zmagovalca od poraženca. Na samo učinkovitost udarcev vpliva tudi taktični vidik, ki se na ravni tekme kaže skozi različne taktične namere, odločitve oz. ustrezno izbiro udarcev (ang. shot selection) v posamezni igralni situaciji.

6.2.4 Ostali udarci

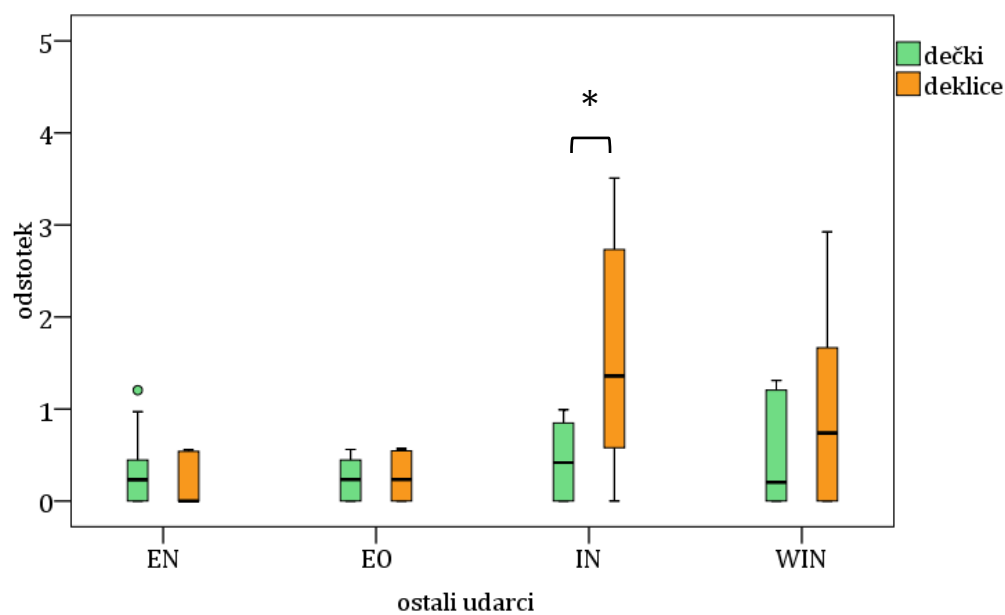
Med ostale udarce smo dodali vse udarce, ki imajo zelo majhen odstotek pojavnosti (1,34 %), in sicer: volej, polvolej, štop volej, skrajšana žoga, smeš in lob. Srednja vrednost nam pokaže, da je bilo skupaj izvedenih samo $7,00 \pm 4,23$ takih udarcev na tekmi.

Preglednica 25: Osnovne statistične značilnosti uspešnosti ostalih udarcev v odstotkih.

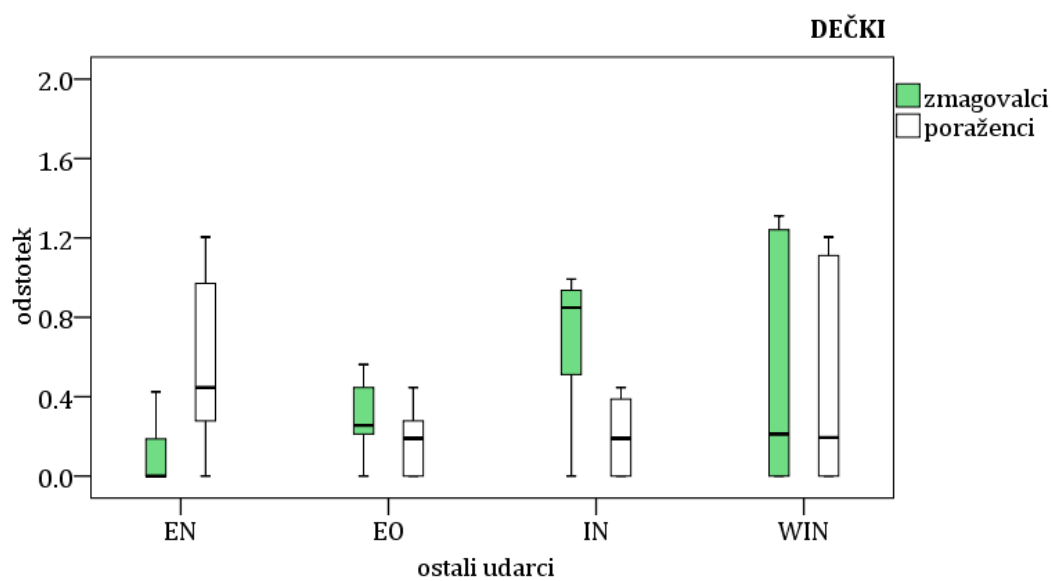
USPEŠNOST		N	MIN	MAKS	AS	MED	SO	ASIM	SPL
OSTALI UDARCI	EN	20	,00	1,20	,27	,10	,35	1,37	1,37
	EO	20	,00	,57	,25	,24	,23	,18	-1,59
	IN	20	,00	3,51	1,01	,67	1,07	1,36	1,04
	WIN	20	,00	2,92	,75	,33	,83	,99	,57

Statistično značilna razlika med združenimi udarci, ki se v igri manj uporabljajo, je nastala med dečki in deklicami pri vračanju žog v igrišče, kjer so bile deklice uspešnejše (*slika 23*).

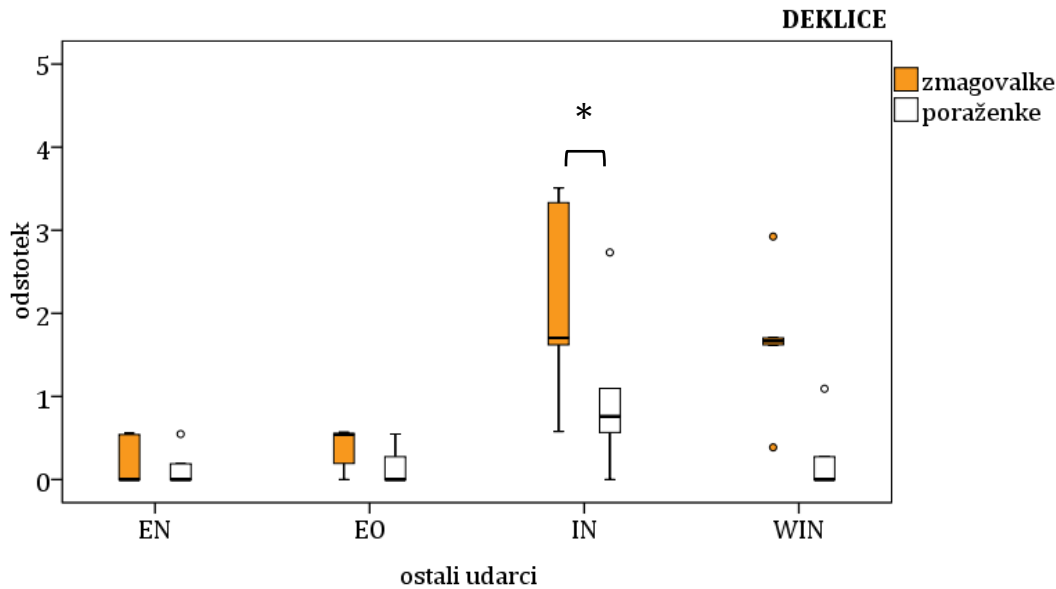
¹² NI = (zmagovalni udarci + vsiljene napake tekmeča) – lastne neizsiljene napake.



Slika 23: Odstotek napak in uspešnih udarcev pri ostalih udarcih pri dečkih in deklicah.
* $p < .05$.



Slika 24: Odstotek napak in uspešnih udarcev pri ostalih udarcih pri dečkih.
* $p < .05$.



Slika 25: Odstotek napak in uspešnih udarcev pri ostalih udarcih pri deklicah.
* $p < .05$.

Zmagovalke so imele v primerjavi s poraženkami statistično značilno več uspešno vrnjenih ostalih udarcev (slika 25).

Dobljeni rezultati nam nakazujejo, da je udarce, ki jih ne vadimo pogosto, pomembno vrniti v igrišče s čim manj tveganja. Statistično značilna razlika med dečki in deklicami je najverjetneje odraz splošnih razlik tveganege vedenja v obdobju adolescence. Zvišana koncentracija dopamina (hormona tveganja) v možganih deklic stimulira oksitocin in sorodne kemične substance na tak način, da deklice v primerjavi z dečki tvegajo manj. Dopamin stimulira tudi nastajanje testosterona, vendar je ta stimulacija pri deklicah manjša, posledično je pri njih manjša količina testosterona kot pri dečkih, kar je povezano z manjšo agresivnostjo in manjšim tveganjem. Deklice imajo v povprečju tudi 20 do 40 odstotkov več serotonina, nevrotransmitorja, ki med drugim vpliva na obnašanje in agresivnost, česar posledica je, da so deklice na splošno manj impulzivne kot dečki (Gurian, 2009). Kljub vsemu pa majhen odstotek pojavljanja ostalih udarcev onemogoča zanesljivo interpretacijo.

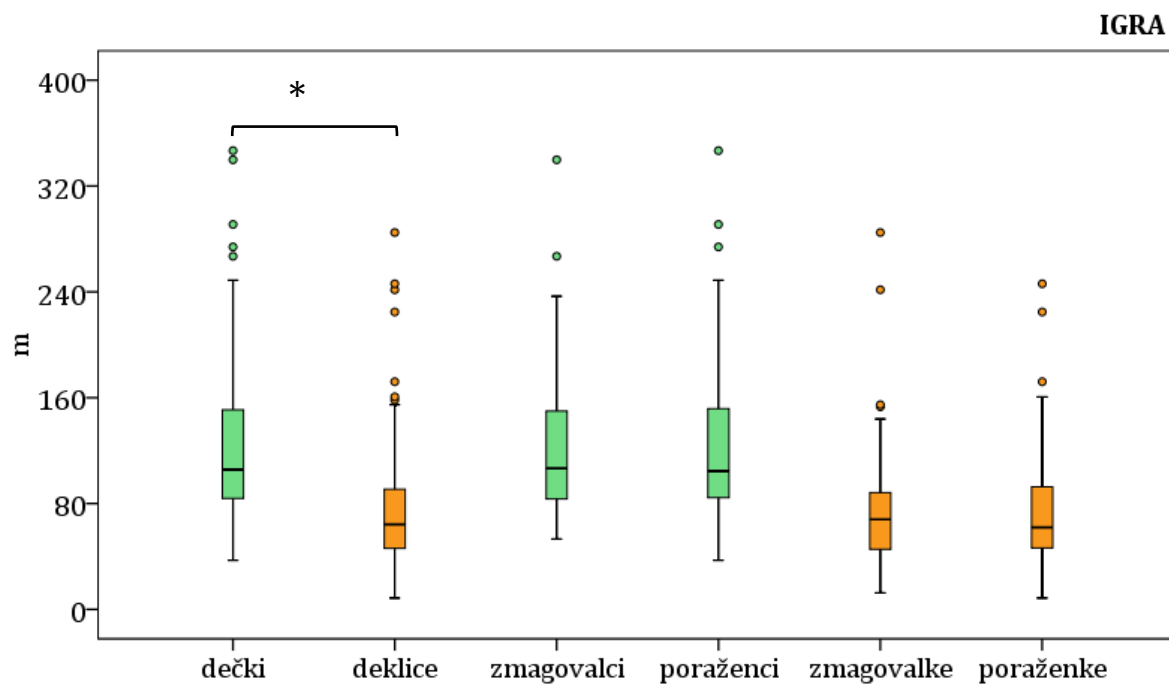
6.3 Obseg gibanja

Obseg gibanja smo proučevali v aktivni fazi (točki) in v igri.

Preglednica 26: Osnovne statistične značilnosti opravljenih poti v igri in v aktivni fazi (točki).

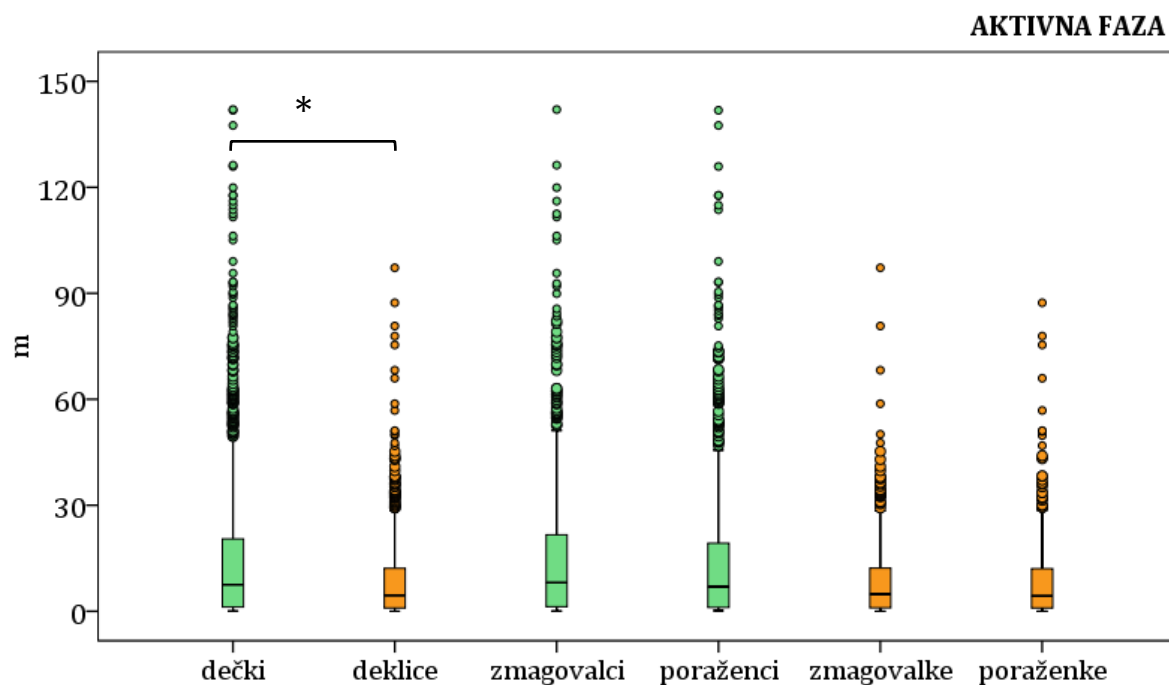
		ENOTA	N	MIN	MAKS	AS	MED	SO	ASIM	SPL
AKTIVNA FAZA	SKUPAJ	m	20	,01	142,02	12,37	5,92	17,83	2,85	10,52
	DEČKI	m	10	,09	142,02	15,99	7,54	21,82	2,31	6,22
	DEKLICE	m	10	,01	97,23	8,38	4,56	10,66	2,71	11,98
	ZMAGOVALCI	m	5	,09	142,02	16,17	8,08	21,54	2,27	6,05
	PORAŽENCI	m	5	,20	141,79	15,80	6,90	22,11	2,35	6,41
	ZMAGOVALKE	m	5	,01	97,23	8,40	4,83	10,59	2,74	12,85
	PORAŽENKE	m	5	,01	87,30	8,36	4,32	10,73	2,69	11,25
IGRA	SKUPAJ	m	20	8,60	346,71	100,96	87,37	56,41	1,33	2,30
	DEČKI	m	10	37,03	346,71	123,61	105,48	55,53	1,39	2,18
	DEKLICE	m	10	8,60	284,82	74,73	64,31	45,00	1,80	4,84
	ZMAGOVALCI	m	5	53,14	339,89	124,17	106,49	54,48	1,31	1,93
	PORAŽENCI	m	5	37,03	346,71	123,05	104,67	56,87	1,48	2,57
	ZMAGOVALKE	m	5	12,46	284,82	74,94	67,89	45,30	2,13	6,99
	PORAŽENKE	m	5	8,60	246,15	74,51	62,05	44,99	1,51	3,04

Mediani vrednosti nam pokažeta, da so igralci opravili $87,37 \pm 56,41$ m poti v igri in $5,92 \pm 17,83$ m poti v posamezni točki.



Slika 26: Razlike v opravljeni poti v igri.

* $p < 0,05$.



Slika 27: Razlike v opravljeni poti v točki.

* $p < 0,05$.

Razlike srednjih vrednosti nam pokažejo, da so dečki v primerjavi z deklicami opravili več poti v igri ($105,48 \pm 55,53$ m, deklice $64,31 \pm 45,00$ m; $p < ,05$) in v posamezni točki ($7,54 \pm 21,82$ m, deklice $4,56 \pm 10,66$ m; $p < ,05$). Potrebno je upoštevati, da so dečki v povprečju na tekmi odigrali 3 igre več kot deklice in imeli daljše točke (mediana: $6,49 \pm 1,89$ s, deklice $6,03 \pm 1,75$ s).

Statistično značilnih razlik med zmagovalci in poraženci ni bilo, so pa zmagovalci v povprečju opravili več poti v igri in v aktivni fazi. Večja količina opravljene poti zmagovalcev nakazuje, da so poraženci več udarcev usmerjali v prazen prostor, kar jih je posledično pripeljalo do napake. Do podobnih rezultatov so prišli Martínez-Gallego, Guzmán, James, Perš, idr. (2013), ki so ugotovili, da so zmagovalci v članski kategoriji opravili več poti v igri kot poraženci (mediana: 84,17 m, poraženci 80,17 m).

Količina opravljene poti med zmagovalcem in poražencem ni enoznačna (*preglednica 27*). Podrobnejši pregled Odprtega prvenstva Amerike („US Open“, 2015) kaže, da je zmagovalec Novak Djoković v osmini finala in polfinalu opravil več poti, v četrtfinalu in finalu pa manj kot tekmeci (poraženci). Sklepamo lahko, da na količino opravljene poti vplivajo predvsem taktični vidik (igralni stil obeh igralcev) in igralni pogoji (podlaga).

Preglednica 27: Opravljene poti v aktivni fazi na največjih tekmovanjih.

TEKMOVANJE		ENOTA	ZMAGOVALCI	PORAŽENCI	ZMAGOVALKE	PORAŽENKE
OP AVSTRALIJE 2016	finale	m	3315,40	3420,20	1591,20	1440,30
	polfinale	m	2879,80	2886,50	1307,50	1291,00
		m	2117,20	2115,10	806,90	836,40
OP AMERIKE 2015	finale	m	3274,90	3341,30	2142,50	2032,90
	polfinale	m	1294,90	1185,90	1433,60	1424,39
		m	1355,80	1354,00	1793,40	1572,31
WIMBLEDON 2015	finale	m	2967,70	3172,30	864,50	918,00
	polfinale	m	2393,40	2392,60	2147,60	2135,10
		m	2098,40	1972,20	821,70	807,60

Vir: Odprto prvenstvo Avstralije („Australian Open“, 2016), Odprto prvenstvo Amerike („US Open“, 2015), Wimbledon („Wimbledon“, 2015).

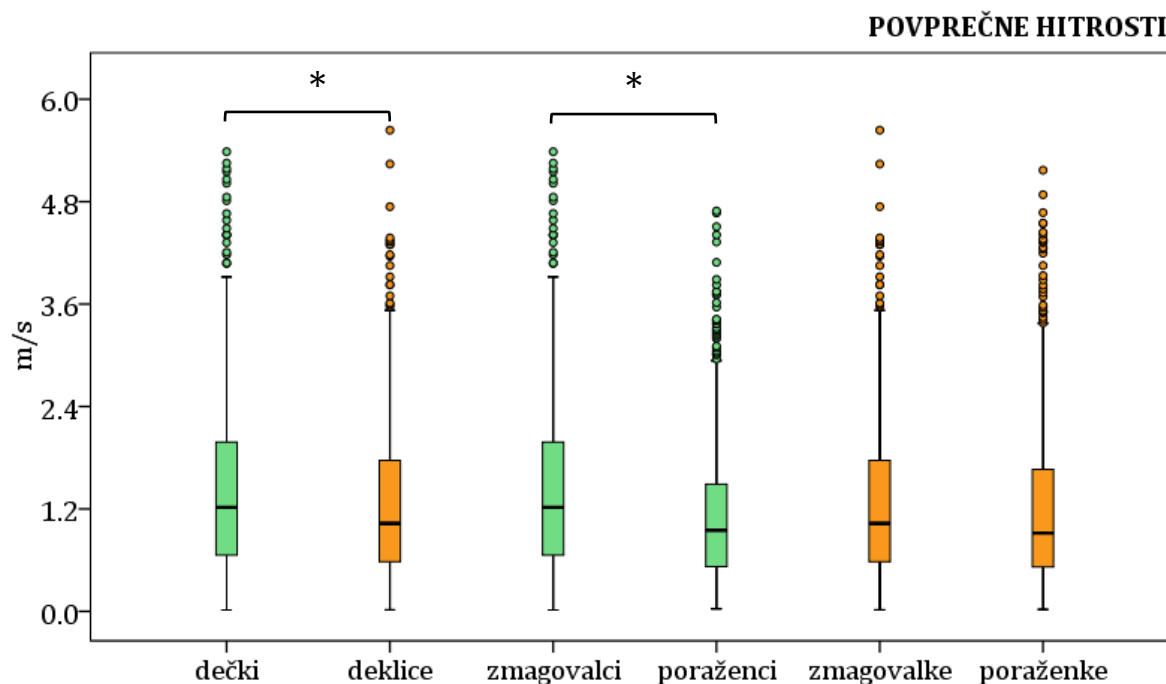
6.4 Povprečna in maksimalna hitrost

Povprečno hitrost smo proučevali v aktivni fazi ter maksimalno hitrost v posamezni igri.

Preglednica 28: Osnovne statistične značilnosti povprečnih in maksimalnih hitrosti.

		ENOTA	N	MIN	MAKS	AS	MED	SO	ASIM	SPL
POVPREČNE HITROSTI	SKUPAJ	m/s	20	,02	5,64	1,29	1,03	,97	1,33	1,75
	DEČKI	m/s	10	,02	5,60	1,32	1,09	,98	1,35	1,88
	DEKLICE	m/s	10	,02	5,64	1,25	,98	,96	1,31	1,58
	ZMAGOVALCI	m/s	5	,02	5,60	1,49	1,22	1,07	1,22	1,35
	PORAŽENCI	m/s	5	,03	4,69	1,15	,95	,85	1,36	1,97
	ZMAGOVALKE	m/s	5	,02	5,64	1,28	1,03	,94	1,23	1,59
	PORAŽENKE	m/s	5	,02	5,17	1,22	,92	,98	1,40	1,61
MAKSIMALNE HITROSTI	SKUPAJ	m/s	20	,65	7,93	4,05	4,05	,84	-,14	2,95
	DEČKI	m/s	10	2,09	7,93	4,14	4,10	,83	,70	1,89
	DEKLICE	m/s	10	,65	6,29	3,95	3,99	,84	-1,04	3,55
	ZMAGOVALCI	m/s	5	2,51	7,93	4,22	4,05	,89	1,12	2,45
	PORAŽENCI	m/s	5	2,09	6,12	4,06	4,10	,76	-,06	,03
	ZMAGOVALKE	m/s	5	,65	5,43	3,84	3,91	,76	-1,29	4,32
	PORAŽENKE	m/s	5	,70	6,29	4,06	4,17	,90	-1,04	3,42

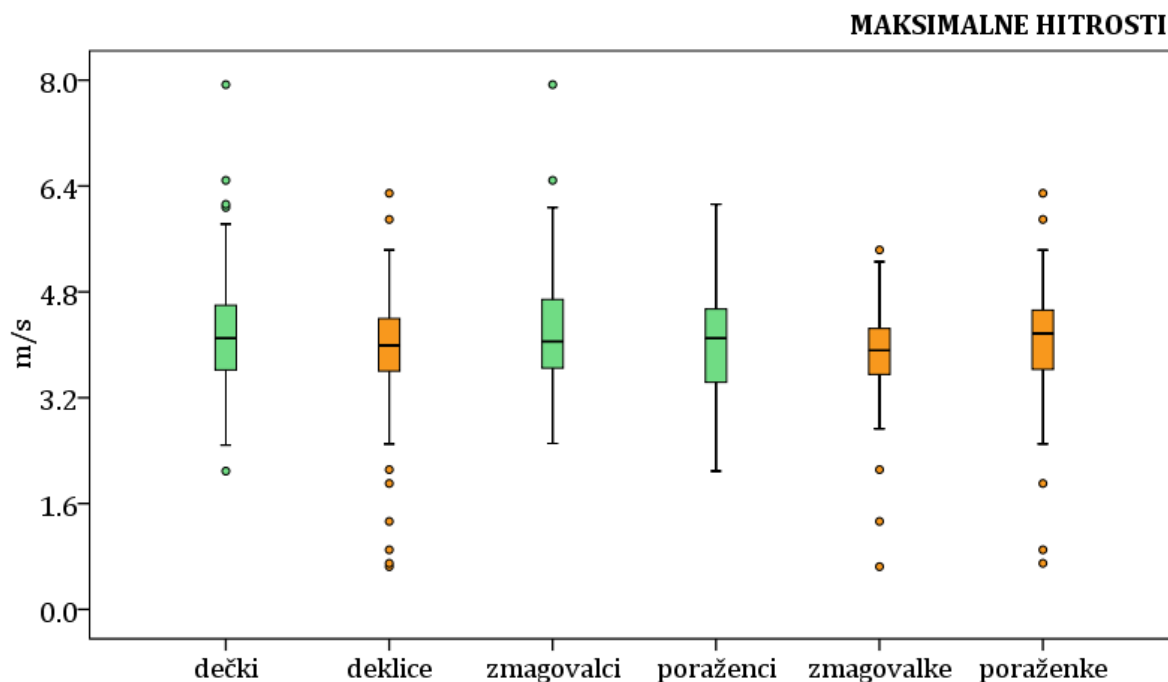
Mediana vrednost nam pokaže, da so se igralci v posamezni točki gibali s povprečno hitrostjo $1,03 \pm ,97$ m/s (3,70 km/h) in imeli maksimalno hitrost gibanja v igri $4,05 \pm ,84$ m/s (14,58 km/h).



Slika 28: Povprečne hitrosti v aktivni fazi ter razlike po spolu in uspešnosti.

* $p < ,05$.

Dečki so imeli statistično značilno višje srednje vrednosti hitrosti ($1,09 \pm ,98$ m/s) v primerjavi z deklicami ($,98 \pm ,96$ m/s), prav tako zmagovalci ($1,22 \pm 1,07$ m/s) v primerjavi s poraženci ($,95 \pm ,85$ m/s) (slika 28). Zmagovalke so imele tudi višje mediane vrednosti hitrosti v aktivni fazi, ki pa niso bile statistično značilne ($p < ,05$).



Slika 29: Maksimalne hitrosti v igri ter razlike po spolu in uspešnosti.

* $p < 0.05$.

Kljub temu, da nismo ugotovili statistično značilnih razlik, pa podatki kažejo, da so imeli poraženci pri obeh spolih nekoliko višje mediane vrednosti pri doseganju maksimalnih hitrosti. Prav tako nismo ugotovili statistično značilnih razlik pri doseganju maksimalnih hitrosti med dečki in deklicami ($p < 0.05$).

Hitrost gibanja je posledica udarjanja žog tekmece, na igralčevi strani pa anticipacije, percepcije, pravočasnosti, ustrezne taktične odločitve, pospeševanja oz. zaviranja, optimalne postavitve in kakovostne izvedbe udarca v posamezni igralni situaciji.

Srednje vrednosti hitrosti se nekoliko razlikujejo od raziskave, ki so jo opravili Martínez-Gallego idr. (2013), ko so primerjali povprečne hitrosti na mednarodnem turnirju v članski kategoriji.

V članski kategoriji so zmagovalci imeli nižje srednje vrednosti hitrosti (mediana: 1,33 m/s, poraženci 1,38 m/s), kar je ravno obratno kot v naši študiji, kjer so zmagovalci imeli višjo povprečno hitrost gibanja.

Na hitrost gibanja v veliki meri vpliva tudi igralna situacija, ki je lahko napadalna, obrambna ali nevtralna. V sodobnem tenisu prevladuje kombinacija taktičnih namer: gibanje tekmeca, igranje žog zgodaj po odboju in bližje mreži, igranje kratkih in ostrih diagonalnih udarcev in odpiranje igrišč, pogosto spreminjanje smeri in vrste udarcev, uporaba boljšega udarca oz. igranje na tekmečev slabši udarec, igranje višjih, močno rotiranih in globokih žog, spreminjanje ritma igre, skrivanje namere ter optimalno pokrivanje igrišča. In nenazadnje, kot ugotavljajo Smekal idr. (2001) na igralni stil v veliki meri vpliva tudi igralni stil tekmeca, spol, podlaga, vremenski pogoji... Profesionalni teniški igralci, ki so jih proučevali Martínez-Gallego idr. (2013), očitno na osnovni črti koristijo več zgoraj naštetih taktičnih namer kot mladi teniški igralci in igralke. Zato je njihova igra bistveno bolj napadalna, kar posredno rezultira v skrajševanju časa, ki ga ima tekmeč za pripravo in izvedbo udarca ter posledično hitrejšem gibanju tekmeca - v tem primeru poraženca¹³. Po drugi strani zmagovalci dvobojev mladih igralcev in igralk izkoriščajo svojo višjo hitrost na enak način, torej s skrajševanjem časa, vendar pa so tekmeči (poraženci) bistveno manj kompetentni igrati udarce pod časovnim in prostorskim pritiskom, kar pomeni, da delajo več napak.

Višje srednje in nižje maksimalne hitrosti (mediana) zmagovalcev med dečki in deklicami nam nakazujejo, da je v aktivni fazi v zaporedju gibanj od postavitve do pokrivanja igrišča po udarcu pomembno tekoče gibanje, ki je najverjetneje posledica ustreznega zaznavanja značilnosti prihajajoče žoge, dobre anticipacije in učinkovitega gibanja ter izvedbe udarcev, kjer igralci »upoštevajo« biomehanske principe, t.i. BIOMECH¹⁴ (ravnotežje, inercija/vztrajnost, nasprotna sila, sunek sile, elastična energija, kinetična veriga).

¹³ Pri tem je v profesionalnem tenisu potrebno izpostaviti tudi vidik vzdržljivosti, kot ga dobro ponazarja izjava kanadskega strokovnjaka, člana ekipe Andy Murreya, Louis Cayera na konferenci LTA v Londonu (2016), ki pravi: »Razlika med Novakom Djokovićem in Andy Murreyem ter ostalimi igralci je, da lahko onadva izjemno visok tempo igre zadržita skozi celoten dvoboj, ostalim igralcem pa v določenem trenutku kakovost igre pade«.

¹⁴ BIOMECH: Balance, Inertia, Opposite force, Momentum, Elastic energy, Coordination chain.

Očitno je torej, da na hitrost gibanja igralca vpliva več dejavnikov, ki so posledica udarjanja žog tekmeca in sposobnosti igralca (zaznavanje, anticipacija, gibalne sposobnosti).

Primerjava povprečne hitrosti gibanja z ostalimi športi pokaže nekoliko višje povprečne hitrosti pri rokometaših (kadeti 1,27 m/s, mladinci 1,37 m/s, člani 1,45 m/s), igralcih squasha (1,54 m/s) in košarkaših (1,84 m/s) (Erčulj idr., 2007; Pori, 2001; Vučković, 2002).

Podobnost se kaže v primerjavi z igralci squasha pri iskanju razlik med poraženci in zmagovalci, kjer so slednji prav tako imeli višje povprečne hitrosti od poražencev (Vučković, Dežman, Erčulj, Kovačič in Perš, 2004).

6.5 Igralni vzorci uspešnih in neuspešnih točk

Igralne vzorce uspešnih in neuspešnih točk smo proučevali pri različnih igralnih situacijah, in sicer pri servisu, retenu, pri udarcih z osnovne črte, skupaj z igro na sredini igrišča ter pri mreži.

6.5.1 Igralni vzorci prvih dveh udarcev

Servis

Najprej smo ugotavljali razlike pri postavitvi na osnovni črti pri uspešnih in neuspešnih točkah. Izhodiščno točko 0 smo postavili na sredino osnovne črte.

Preglednica 29: Položaj igralcev (oddaljenost od sredine igrišča) pri servisu.

	SPREMENLJIVKA	ENOTA	STRAN	USPEŠNOST TOČKE	AS	MED	SO	Z	p
DEČKI	1. S	m	D	USPEŠNE	,87	,91	,43	-2,56	,01*
	1. S	m	D	NEUSPEŠNE	,82	,78	,45		
	1. S	m	L	USPEŠNE	-,78	-,68	,30	-1,32	,19
	1. S	m	L	NEUSPEŠNE	-,85	-,73	,40		
	2. S	m	D	USPEŠNE	,83	,83	,34	-1,35	,18
	2. S	m	D	NEUSPEŠNE	,70	,57	,42		
	2. S	m	L	USPEŠNE	-,95	-,92	,48	-,93	,35
	2. S	m	L	NEUSPEŠNE	-,87	-,84	,42		
DEKLICE	1. S	m	D	USPEŠNE	1,17	1,22	,38	-3,04	,00*
	1. S	m	D	NEUSPEŠNE	1,08	1,11	,39		
	1. S	m	L	USPEŠNE	-,78	-,81	,28	-3,09	,00*
	1. S	m	L	NEUSPEŠNE	-,87	-,87	,31		
	2. S	m	D	USPEŠNE	1,02	1,10	,41	-,94	,35
	2. S	m	D	NEUSPEŠNE	,97	,95	,36		
	2. S	m	L	USPEŠNE	-,71	-,70	,26	-3,27	,00*
	2. S	m	L	NEUSPEŠNE	-,88	-,81	,31		

1.S: prvi servis, 2.S: drugi servis, D: servis z desne strani igrišča, L: servis z leve strani igrišča.
* $p < ,05$.

Primerjalna analiza medianih vrednosti je pokazala, da je postavitev pri servisu statistično značilno vplivala na dobljene oz. izgubljene točke, in sicer: 1) pri prvem servisu z desne strani pri dečkih in deklicah, kjer so točke dobili igralci, ki so bili bolj oddaljeni od sredinske črte, 2) pri prvem in drugem servisu z leve strani igrišča, kjer so deklice pri uspešnih točkah v primerjavi z neuspešnimi servirale bližje sredini igrišča.

Na osnovi položaja igralcev pri prvem in drugem udarcu (servis – retern) smo izračunali kot¹⁵, pod katerim je bil udarjen začetni udarec pri uspešnih in neuspešnih točkah.

¹⁵ Grafični prikaz izračuna predstavlja slika 9 v poglavju metode dela. Priležno kateto smo postavili pravokotno na osnovno črto.

Preglednica 30: Smer servisa (izračun kota glede na položaj igralcev pri servisu in reternu).

SPREMENLJIVKA	ENOTA	STRAN	USPEŠNOST TOČKE	AS	MED	SO	Z	p
KOT								
DEČKI	1. S	°	D	USPEŠNE	8,31	8,63	2,55	-,013 ,99
	1. S	°	D	NEUSPEŠNE	8,37	8,30	2,24	
	1. S	°	L	USPEŠNE	10,28	10,60	2,30	-,110 ,27
	1. S	°	L	NEUSPEŠNE	9,60	9,61	1,95	
	2. S	°	D	USPEŠNE	8,14	7,92	2,37	-,217 ,03*
	2. S	°	D	NEUSPEŠNE	6,98	6,52	2,22	
	2. S	°	L	USPEŠNE	10,58	10,75	2,33	-,571 ,57
	2. S	°	L	NEUSPEŠNE	10,83	10,95	2,49	
DEKLICE	1. S	°	D	USPEŠNE	10,63	10,62	2,90	-,589 ,56
	1. S	°	D	NEUSPEŠNE	9,74	9,77	2,57	
	1. S	°	L	USPEŠNE	9,09	9,18	2,49	-,29 ,78
	1. S	°	L	NEUSPEŠNE	9,34	9,60	2,44	
	2. S	°	D	USPEŠNE	9,81	9,60	3,58	-,108 ,28
	2. S	°	D	NEUSPEŠNE	9,45	9,47	2,65	
	2. S	°	L	USPEŠNE	9,15	9,12	2,41	-,185 ,06
	2. S	°	L	NEUSPEŠNE	10,38	10,09	2,81	

1.S: prvi servis, 2.S: drugi servis, D: servis z desne strani igrišča, L: servis z leve strani igrišča.
* $p < ,05$.

Primerjalna analiza smeri servisa je pokazala statistično značilno razliko samo pri uspešnih točkah dečkov, vendar le pri drugem servisu z desne strani igrišča ($p < ,05$). Poleg statistično značilnih razlik opazimo tudi višje vrednosti kotov prvih servisov z desne strani pri uspešnih točkah, kar nakazuje pomen »odpiranja igrišča« s prvim udarcem. Če se igralci pri servisu z desne strani igrišča postavijo nekoliko bolj desno, potem si s takšno postavitvijo omogočijo izvedbo servisa pod večjim kotom, še posebej, če pri tem uporabijo slajz rotacijo (velja za desničarje).

S servisom se začne vsaka točka in vsaka izmenjava žoga, zato je ključnega pomena za tekmovalni uspeh v tenisu (Elliott idr., 2009). Rezultati naše raziskave kažejo tudi na to, da so dečki v primerjavi z deklicami pri servisu z leve strani igrišča poskušali več svojih udarcev usmerjati na bekend tekmeca (višje vrednosti). Razlog je najverjetneje v

tehničnem znanju spin servisa, ki je temelj za učinkovit udarec z leve strani igrišča na bekend stran tekmeca (pri desničarjih). Pri dekletih pa se je pri servisu z leve strani igrišča pokazala višja uspešnost, če so igralka stale bližje sredini. Ta položaj igralkam omogoča učinkovitejšo izvedbo slajz servisa. Telesne razlike med spoloma, posebno po puberteti, privedejo do razlik med igralci in igralkami, katerih boki so, v nasprotju z igralci, po obsegu širši od njihovih ramen. To lahko v veliki meri vpliva na njihovo sposobnost rotacije trupa (Elliott idr., 2009). Dekleta so tako lahko učinkovitejša pri rotaciji trupa okoli vzdolžne osi.

Retern

Pri reternu smo najprej ugotavljali položaj igralcev v času udarca. Negativne vrednosti predstavljajo položaje za osnovno črto.

Preglednica 31: Položaj igralcev (oddaljenost od osnovne črte) pri reternu.

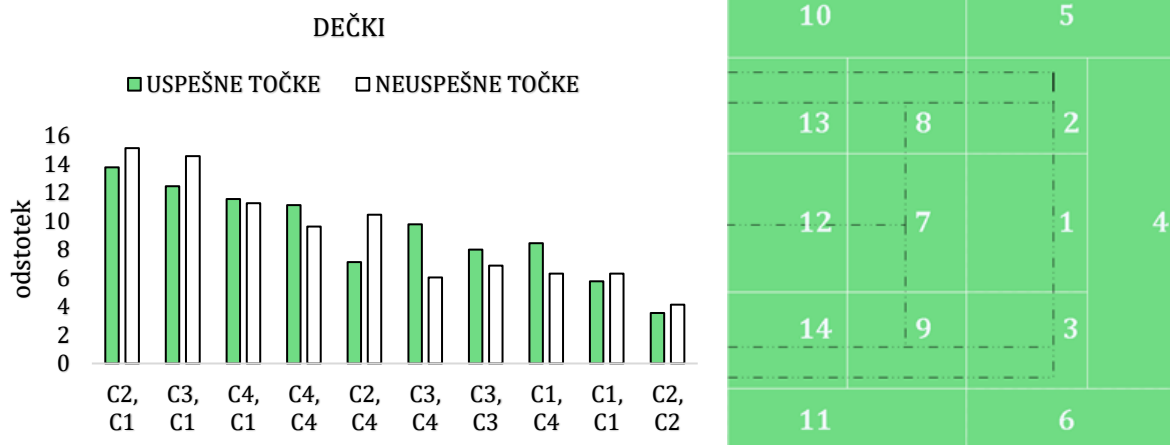
	SPREMENLJIVKA	ENOTA	STRAN	USPEŠNOST TOČKE	AS	MED	SO	Z	p
DEČKI	1. R	m	D	USPEŠNE	-1,33	-1,15	,95	-1,66	,10
	1. R	m	D	NEUSPEŠNE	-1,49	-1,30	,94		
	1. R	m	L	USPEŠNE	-1,39	-1,13	1,01	-1,05	,29
	1. R	m	L	NEUSPEŠNE	-1,45	-1,19	1,01		
	2. R	m	D	USPEŠNE	-,62	-,43	1,48	-,48	,63
	2. R	m	D	NEUSPEŠNE	-,89	-,52	1,21		
	2. R	m	L	USPEŠNE	-,44	-,18	1,40	-,19	,85
	2. R	m	L	NEUSPEŠNE	-,44	-,28	1,24		
DEKLICE	1. R	m	D	USPEŠNE	-,76	-1,00	,88	-3,78	,00*
	1. R	m	D	NEUSPEŠNE	-,25	-,38	,86		
	1. R	m	L	USPEŠNE	-,43	-,67	,88	-,49	,62
	1. R	m	L	NEUSPEŠNE	-,43	-,43	,82		
	2. R	m	D	USPEŠNE	,11	-,07	1,15	-1,98	,05
	2. R	m	D	NEUSPEŠNE	,21	,10	1,04		
	2. R	m	L	USPEŠNE	,32	,26	1,17	-1,16	,24
	2. R	m	L	NEUSPEŠNE	,18	-,17	1,35		

1.R: prvi retern, 2.R: drugi retern, D: retern z desne strani igrišča, L: retern z leve strani igrišča.

* $p < ,05$.

Pri uspešnih točkah deklic so bile pri prvem reternu z desne strani igrišča razlike v položaju statistično značilne ($p < ,05$). Višje vrednosti so imele deklice pri neuspešnih točkah, kar pomeni, da so udarjale žoge bližje mreži. Nasprotno pa so dečki pri vseh uspešnih točkah reterna bili bližje osnovni črti, vendar pa razlike niso bile statistično značilne ($p < ,05$). Sklepamo, da začetna postavitev dečkov vpliva na odstotek zaključnih udarcev (slika 17) in tudi na uspešnost točke. Hkrati pa lahko ugotovimo, da so deklice pri vseh neuspešno zaključenih točkah branile servis bližje osnovni črti oz. bolj v igrišču (razen pri drugem reternu z leve strani igrišča). Posredno lahko sklepamo, da je bil vzrok za napake z reternom tudi neoptimalna postavitev. Po drugi strani pa položaji dečkov kažejo na konsistentnost postavitev, saj so bili uspešnejši, ko so retern izvajali bližje osnovni črti, hkrati pa obstajajo logične razlike v položajih pri prvem in drugem reternu.

Nadalje smo primerjali najbolj pogosta zaporedja (položajev) drugega (izvedel ga je igralec) in tretjega (izvedel ga je tekmeč) udarca v točki. Grafični prikaz (slika 30, slika 31) nam prikazuje najbolj pogoste situacije in razlike med uspešnimi in neuspešnimi točkami v zaporedju drugega in tretjega udarca pri dečkih in deklicah. Na področju zaporedja položajev pri drugem in tretjem udarcu nismo ugotovili, da bi imele uspešne oz. neuspešne točke vpliv na porazdelitev zaporedij ($p < 0,05$).



Slika 30: Najpogostejši položaji pri drugem in tretjem udarcu (zaporedje položajev) in njihova uspešnost (dečki).

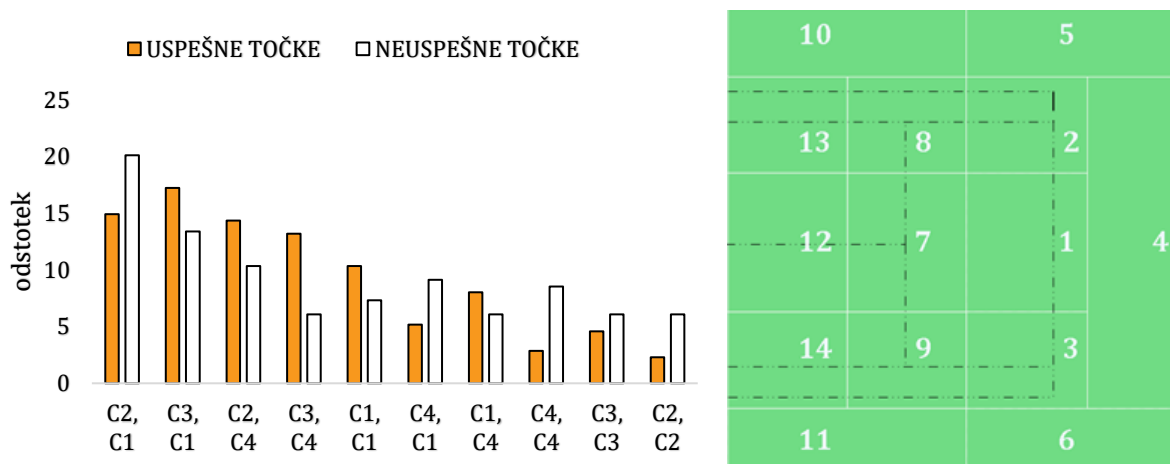
Največkrat sta se ponovili zaporedji $C2 \rightarrow C1$ in $C3 \rightarrow C1$, pri katerih so imeli igralci več neuspešnih točk v primerjavi z uspešnimi. Za najuspešnejše zaporedje položajev se je izkazalo zaporedje $C3 \rightarrow C4$.

Rezultati analize zaporedij kažejo, da so največje razlike med uspešnimi in neuspešnimi točkami v večini nastale, ko so igralci z reternom usmerjali tekmece v najbolj oddaljeno območje C4. Edina razlika, ki ni pokazala prednosti vračanja globokih reternov, je zaporedje položajev $C2 \rightarrow C4$.

Usmerjanje reternov v položaj C4 se nanaša na upoštevanje osnovnega taktičnega principa »začeti točko«, ker omenjeni položaj predstavlja smer z najmanj tveganja.

Nekoliko presenetljivo je, da se pri analizi zaporedij ni izraziteje pokazal igralni vzorec, ki ga trenerji imenujejo »reterniranje v naravni smeri oz. v smeri izmaha«. Reterniranje v

»naravni smeri« bi pomenilo, da bi bili bolj pogosti vzorci pri reternu z desne strani igrišča $C2 \rightarrow C2$ in $C1 \rightarrow C3$, z leve strani igrišča pa $C3 \rightarrow C3$ in $C1 \rightarrow C2$.



Slika 31: Najpogostejši položaji pri drugem in tretjem udarcu (zaporedje položajev) in njihova uspešnost (deklice).

Pri drugem in tretjem udarcu se je največkrat pojavilo zaporedje položajev $C2 \rightarrow C1$, kar pa je posledično v večini primerov privedlo do neuspešne točke. Opisano zaporedje kaže, da je servisu s katerim je igralka odprla igrišče sledi retern v C1, kar lahko nakazuje na krajši udarec usmerjen v sredino. To pomeni, da je igralka, ki je servirala odprla igrišče, hkrati pa imela krajšo pot gibanja do tretjega udarca in je lahko prevzela pobudo z igranjem v prazen prostor. Pregled drugega in tretjega udarca pri deklicah razkrije, da so deklice v večini primerov uspešno zaključile točko, ko je prišlo do zaporedja položajev $C3 \rightarrow C1$, $C2 \rightarrow C4$, $C3 \rightarrow C4$ in $C1 \rightarrow C1$. Na področju zaporedja položajev pri drugem in tretjem udarcu pri deklicah nismo ugotovili, da bi imele uspešne oz. neuspešne točke vpliv na porazdelitev zaporedij ($p < ,05$).

6.5.2 Igralni vzorci brez servisa in reterna

Ugotavljali smo značilnosti in zaporedje položajev, kjer smo izključili igralne situacije s servisom in reternom (prvi in drugi udarec v točki), poleg tega pa tudi vse zadnje udarce, ki so se zaključili z napako v mrežo in avt.

Preglednica 32: Razlike v obsegu gibanja, hitrosti, intervalu med udarci in položajih v točki po drugem udarcu (analiza ne zajema zadnjega udarca v mrežo in avt).

SPREMENLJIVKA	ENOTA	USEŠNOST TOČKE	AS	MED	SO	Z	p
DEČKI	POT 1	USPEŠNE	2,59	2,33	1,34	-,46	,64
		NEUSPEŠNE	2,59	2,41	1,27		
	POT 2	USPEŠNE	4,49	4,11	1,87	-,57	,57
		NEUSPEŠNE	4,51	4,29	1,89		
	HITROST 1	USPEŠNE	1,50	1,39	,69	-1,64	,10
		NEUSPEŠNE	1,55	1,41	,70		
	HITROST 2	USPEŠNE	1,34	1,26	,49	-,44	,66
		NEUSPEŠNE	1,34	1,27	,47		
DEKLICE	INTERVAL	USPEŠNE	1,74	1,64	,47	-1,79	,07
		NEUSPEŠNE	1,70	1,56	,43		
	POLOŽAJ X	USPEŠNE	-1,15	-1,35	2,21	-5,62	,00*
		NEUSPEŠNE	-1,74	-1,78	1,62		
	POLOŽAJ Y	USPEŠNE	-,74	-1,16	2,02	-1,98	,05
		NEUSPEŠNE	-,93	-1,38	2,23		
	POT 1	USPEŠNE	2,72	2,54	1,39	-,90	,37
		NEUSPEŠNE	2,64	2,45	1,24		
	POT 2	USPEŠNE	4,52	4,28	1,75	-1,13	,26
		NEUSPEŠNE	4,63	4,41	1,88		
	HITROST 1	USPEŠNE	1,59	1,51	,69	-,73	,46
		NEUSPEŠNE	1,63	1,53	,73		
	HITROST 2	USPEŠNE	1,39	1,34	,47	-,44	,66
		NEUSPEŠNE	1,40	1,37	,49		
	INTERVAL	USPEŠNE	1,73	1,60	,50	-1,80	,07
		NEUSPEŠNE	1,66	1,56	0,44		
	POLOŽAJ X	USPEŠNE	-0,78	-1,30	2,19	-5,87	,00*
		NEUSPEŠNE	-1,41	-1,66	1,71		
	POLOŽAJ Y	USPEŠNE	-0,43	-0,68	2,13	-,06	,95
		NEUSPEŠNE	-,45	-,68	2,16		

POT 1: opravljena pot med dvema zaporednima udarcema¹⁶, POT 2: opravljena pot med dvema zaporednima udarcema istega igralca, HITROST 1: hitrost igralca med dvema zaporednima udarcema, HITROST 2: hitrost igralca med dvema zaporednima udarcema istega igralca, INTERVAL: čas leta žoge med dvema zaporednima udarcema, POLOŽAJ X;Y: položaj z izhodiščno točko (0,0) na sredini osnovne črte.

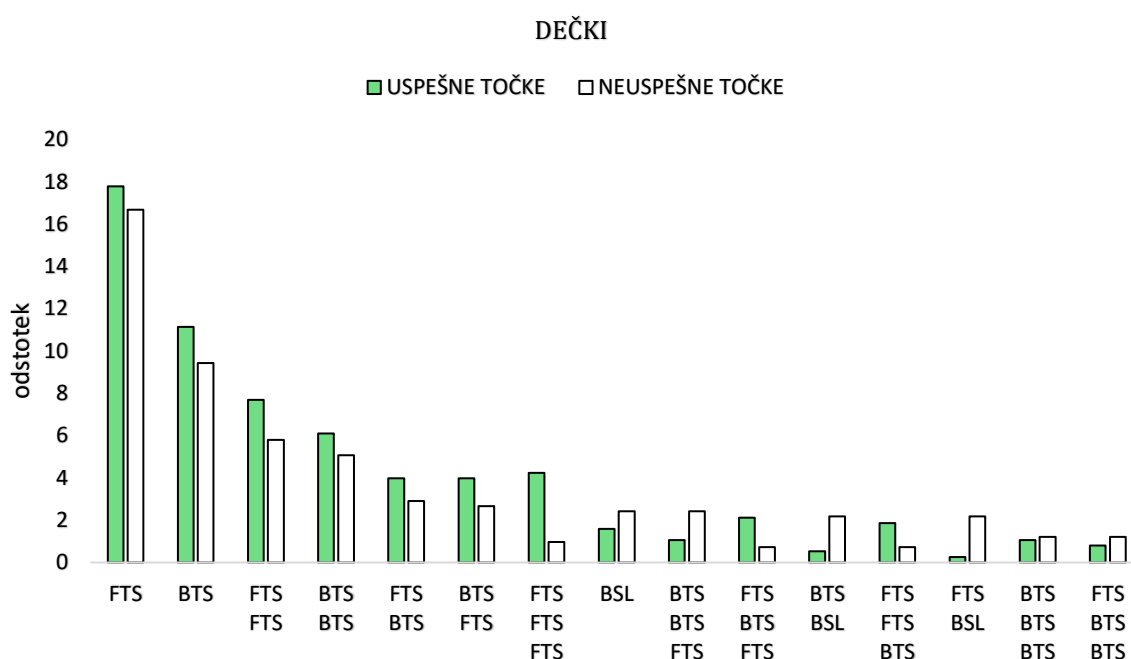
* $p < ,05$.

Primerjalna analiza uspešnih in neuspešnih točk brez servisa, reterna ter zadnjega udarca v mrežo oz. avt je pokazala statistično značilno razliko v položaju X¹⁷ ($p < ,05$). Položaj dečkov in deklic je bil pri uspešnih točkah bližje osnovni črti. Razlike v položaju dečkov in

¹⁶ Pot, ki jo opravi igralec v času od udarca tekmeca do svojega udarca.

¹⁷ Položaj glede na oddaljenost od osnovne črte.

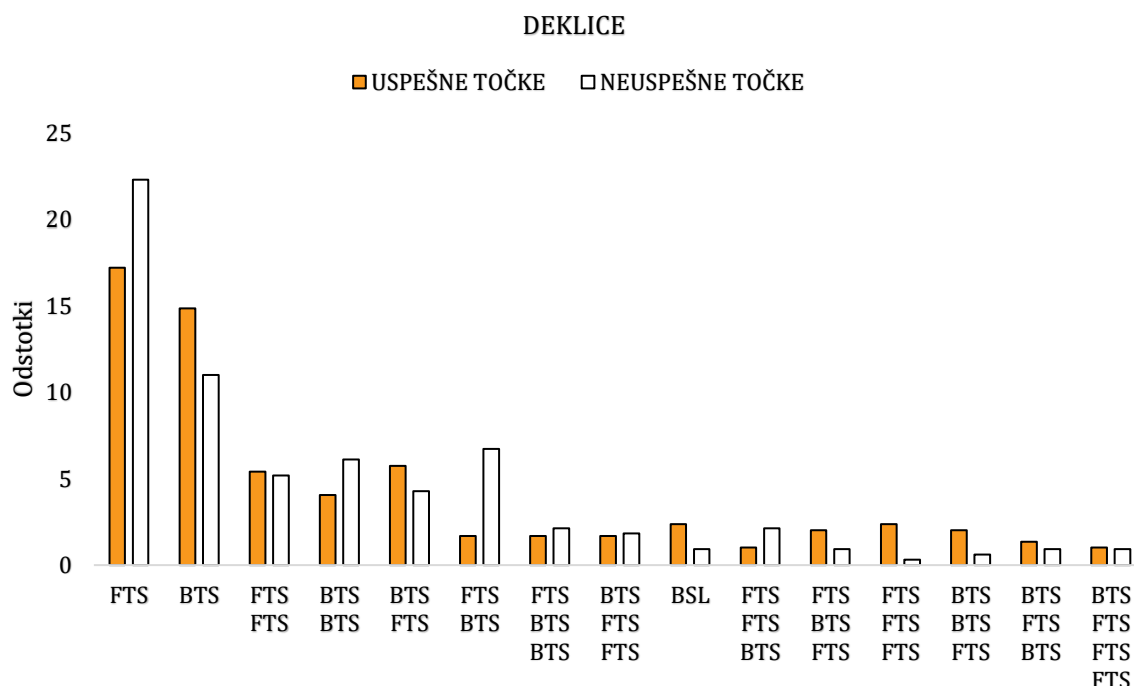
deklic glede na oddaljenost od osnovne črte osvetljujejo tri pomembne dejavnike teniške igre. Prvič, da je oddaljenost od osnovne črte v točki ključnega pomena za uspešnost igralcev. Igralci, ki izvajajo udarce bližje osnovni črti, posredno lahko igrajo žogo zgodaj po odboju, s tem pa bolje izkoriščajo hitrost prihajajoče žoge. Drugič, s tem, ko izvajajo udarce, prej tekmeца spravijo pod časovni pritisk in v položaj, ki je bolj oddaljen od osnovne črte, kar posledično pripelje tudi do odpiranja igrišča. In tretjič, postavitev bližje osnovni črti igralcu omogoča izvedbo udarcev pod večjim kotom in boljše pokrivanje igrišča.



Slika 32: Najpogostejša zaporedja udarcev (brez servisa in reterna) in njihova uspešnost (dečki).

Kljub temu, da nismo ugotovili statistično značilnih razlik v zaporedju udarcev ($p < 0,05$), nam primerjalna analiza zaporedij udarcev pokaže, da sta se po reternu v posamezni točki največkrat pojavila forhend in bekend samostojno. Udarci oz. zaporedja, ki so v večini primerov privedla do neuspešnih točk, so bila BSL, BTS→BTS→FTS, BTS→BSL, FTS→BSL, BTS→BTS→BTS in FTS→BTS→BTS. Ostala prikazana zaporedja udarcev so se večinoma zaključila z uspešnimi točkami, za najuspešnejše zaporedje udarcev pa se je izkazalo FTS→FTS→FTS. Primerjalna analiza je pokazala pomen uporabe boljšega udarca FTS ne

glede na to, ali se je udarec pojavil samostojno ali v zaporedju. Manjši pomen je imel omenjeni udarec pri deklicah (slika 33).



Slika 33: Najpogostejša zaporedja udarcev (brez servisa in reterna) in njihova uspešnost (deklice).

Uspešne in neuspešne točke niso imele statistično značilnega vpliva na porazdelitev zaporedij položajev ($p < 0,05$). Podobno kot pri dečkih sta se po reternu v posamezni točki največkrat pojavila forhend in bekend samostojno. Vendar pa so deklice v primeru, ko se je pojavil forhend samostojno, imele višji odstotek neuspešnih točk v primerjavi z uspešnimi. To ponovno dokazuje, da so deklice uspešnejše z bekendom (BTS) kot s forhendom in z igralnim vzorcem BTS→FTS. Za najmanj uspešni zaporedji udarcev sta se izkazali FTS→BTS in BTS→BTS. Omenjeni zaporedji se nanašata na osnovni taktični princip »ustvariti prednost v točki«, kjer igralci z uporabo boljšega udarca igrajo na slabši udarec tekmeca in nasprotno, kjer se igralci skušajo izogibati boljšega udarca tekmeca z namenom ohranjanja ravnovesja v točki.

Tako pri dečkih kot deklicah sta bila poleg samostojne izvedbe forhend in bekenda najbolj pogosta vzorca FTS→FTS in BTS→BTS, kjer so igralci udarce usmerjali diagonalno. Pri tem so bili dečki bolj uspešnejši pri obeh diagonalah, deklice le pri forhend diagonalah.

6.5.3 Igralni vzorci zadnjih dveh udarcev

Ugotavljali smo zaporedje položajev in značilnosti zadnjih dveh udarcev, kjer smo izključili igralne situacije s servisom in reternom.

Zadnja dva udarca smo najprej analizirali z vidika opravljene poti, hitrosti gibanja in časovnega intervala med dvema udarcema ter vsakemu igralcu določili položaj na igrišču v trenutku udarca¹⁸.

¹⁸ Izhodišče koordinatnega sistema smo postavili na sredino osnovne črte.

Preglednica 33: Razlike v obsegu gibanja, hitrosti, intervalu med udarci in položajih pri zadnjih dveh udarcih glede na uspešne in neuspešne točke.

SPREMENLJIVKA	ENOTA	USEŠNOST TOČKE	AS	MED	SO	Z	p
DEČKI	POT 1	USPEŠNE	2,61	2,29	1,51	-1,14	,26
		NEUSPEŠNE	2,69	2,48	1,42		
	POT 2	USPEŠNE	4,36	4,16	1,83	-2,6	,01*
		NEUSPEŠNE	4,90	4,53	2,17		
	HITROST 1	USPEŠNE	1,39	1,32	,54	-6,29	,00*
		NEUSPEŠNE	1,72	1,62	,82		
	HITROST 2	USPEŠNE	1,37	1,33	,53	-3,20	,00*
		NEUSPEŠNE	1,55	1,47	,59		
	INTERVAL	USPEŠNE	1,66	1,56	,47	-2,36	,02*
		NEUSPEŠNE	1,58	1,52	,38		
	POLOŽAJ X	USPEŠNE	-,59	-1,02	2,48	-2,53	,01*
		NEUSPEŠNE	-,90	-1,20	2,07		
	POLOŽAJ Y	USPEŠNE	-,73	-1,13	2,06	-,03	,98
		NEUSPEŠNE	-,72	-,96	2,29		
DEKLICE	POT 1	USPEŠNE	2,84	2,60	1,50	-,07	,95
		NEUSPEŠNE	2,77	2,57	1,29		
	POT 2	USPEŠNE	4,84	4,58	1,89	-,89	,37
		NEUSPEŠNE	4,91	4,69	1,87		
	HITROST 1	USPEŠNE	1,58	1,58	2,13	-,91	,36
		NEUSPEŠNE	1,73	1,61	,76		
	HITROST 2	USPEŠNE	1,48	1,43	,53	-,33	,74
		NEUSPEŠNE	1,49	1,44	,52		
	INTERVAL	USPEŠNE	1,71	1,60	,52	-2,15	,03*
		NEUSPEŠNE	1,64	1,56	,42		
	POLOŽAJ X	USPEŠNE	-,39	-1,00	2,48	-2,46	,01*
		NEUSPEŠNE	-,91	-1,23	1,96		
	POLOŽAJ Y	USPEŠNE	-,39	-,58	2,09	-,41	,68
		NEUSPEŠNE	-,32	-,67	2,18		

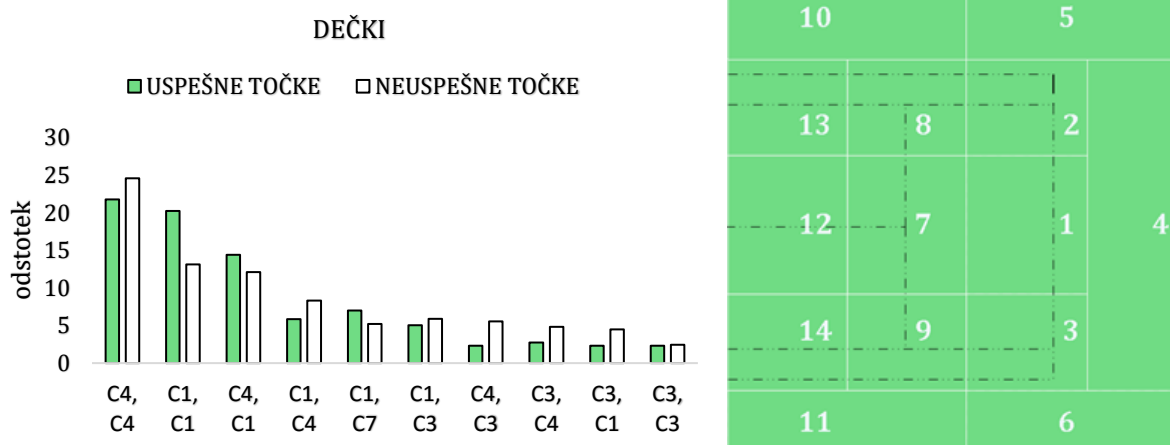
POT 1: opravljena pot med dvema zaporednima udarcema, POT 2: opravljena pot med dvema zaporednima udarcema istega igralca, HITROST 1: hitrost igralca med dvema zaporednima udarcema, HITROST 2: hitrost igralca med dvema zaporednima udarcema istega igralca, INTERVAL: čas leta žoge med dvema zaporednima udarcema, POLOŽAJ X;Y: položaj z izhodiščno točko (0,0) na sredini osnovne črte.

* $p < ,05$.

Dečki in deklice so se pri uspešnih zadnjih dveh udarcih v primerjavi z neuspešnimi nahajali bližje osnovni črti in so imeli več časa za pripravo na udarec. Poleg tega so se dečki pri uspešnih zadnjih dveh udarcih gibali počasneje in opravili manj poti med zadnjima dvema udarcema kot pri neuspešnih udarcih ($p < ,05$). Temeljni taktični princip »zaključiti točko« se torej nanaša na položaj blizu osnovne črte oz. v igrišču, dovolj časa

za taktično odločitev ter gibanje na krajši razdalji, kar pomeni tudi nižjo hitrost in s tem posredno optimalnejši ravnotežni položaj pri udarcu.

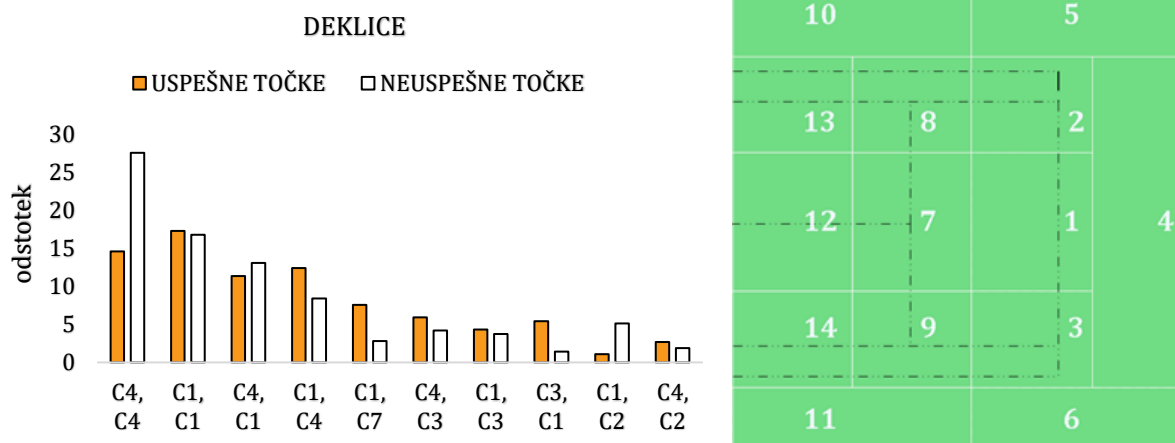
Nadalje smo ugotavljali položaje **istega igralca pri zadnjih dveh udarcih**. Pri zadnjih dveh udarcih so se igralci nahajali v 36 različnih zaporedjih položajev. Deset najbolj pogostih prikazujeta sliki 34 in 35.



Slika 34: Najpogostejša zadnja dva položaja istega igralca ob zaključku točke (dečki).

Vpliv uspešnih in neuspešnih točk na porazdelitev zaporedij pri zadnjih dveh udarcih pri dečkih ni bil statistično značilen ($p < .05$). Kljub temu vidimo, da so se igralci ob zaključku točke najpogosteje nahajali v položajih C4→C4 in C1→C1. Več uspešnih točk v primerjavi z neuspešnimi so dosegli le v zaporedjih položajev C1→C1, C4→C1 in C1→C7, v vseh ostalih opisanih zadnjih dveh položajih pa so prevladovale neuspešne točke.

Položaj istega igralca pri zadnjih dveh udarcih se nanaša na že omenjeno postavitve igralca, ki značilno vpliva na uspešnost. V primeru izvedbe dveh udarcev v C4, ki jo lahko imenujemo tudi obrambna, so bili igralci pogosteje neuspešni. Ravno obratno pa sta dva zaporedna udarca v C1 igralcu omogočila višjo uspešnost. S tem se sklada tudi tretji najbolj pogost igralni vzorec (C4→C1), kjer je igralcu uspel prehod iz obrambnega položaja (C4) v položaj, ko je lahko odigral nevtralen ali celo napadalen udarec.



Slika 35: Najpogostejša zadnja dva položaja iste igralke ob zaključku točke (deklice).

Pri deklicah je bil vpliv uspešnih in neuspešnih točk na porazdelitev zaporedij pri zadnjih dveh udarcih statistično značilen ($p < 0,05$). Igralke so se pri zadnjih dveh udarcih nahajale v 34 različnih zaporedjih položajev, in sicer najpogosteje v C4→C4, v katerem pa so imele bistveno višji odstotek neuspešnih točk v primerjavi z uspešnimi. Pri tem moramo opozoriti na dvoje: 1) na nižjo hitrost gibanja nazaj, ki onemogoča optimalno postavitvev za udarec v C4, in 2) na uporabo principa nasprotne sile, ki je pri deklicah manj izrazit in posredno vpliva na višino leta žoge. Tudi analiza vrednosti intervalov pri deklicah kaže, da deklice uspešneje igrajo nižje in bližje osnovni črti. Tako kot dečki so bile deklice bolj uspešne pri igralnem vzorcu C1→C1, ne pa tudi pri C4→C1. V večini ostalih najpogostejših zaporedjih položajev so imele višji odstotek uspešnih točk.

Igralni stil deklic na osnovni črti je primerljiv tistemu, ki ga lahko zasledimo tudi pri profesionalnih igralkah. Gre za t.i. igranje s hitrostjo in postavitvijo (ang. overpowering; igrati hitro in zgodaj po odboju, tekmo spraviti pod časovni pritisk oz. skrajšati čas za pripravo na udarec). Deklice v uspešnih točkah izvajajo udarce bližje osnovni črti in igrajo hitreje kot tekmice. Vse to rezultira v skrajševanju časa, ki ga imajo tekmice za pripravo na naslednji udarec. Za razliko od deklic, so fantje v uspešnih točkah pokazali, da poleg časovnega pritiska na tekmece vršijo tudi »prostorski« pritisk, kar pomeni, da bolje izkoriščajo prostor s taktičnimi namerami kot so: igrati v prazen prostor (gibati tekmece), igrati natančno in zanesljivo, uporabiti orožja (boljši udarec ali zaporedje udarcev) ter uporabiti slabosti tekmece (slabši udarec ali zaporedje udarcev, ki tekmece ne ustreza).

Uporabo boljšega udarca pri dečkih smo zasledili že pri uspešnosti udarcev na osnovni črti (slika 20), poleg tega pa tudi pri najbolj pogostih in uspešnih igralnih vzorcih (slika 32), kjer so izstopali: FTS, FTS→FTS in FTS→FTS→FTS.

Rezultati zadnjih dveh udarcev kažejo, da so dečki izgubili točko v primerih, ko so: med udarcema opravili več poti, se gibal hitreje, bili bolj oddaljeni od osnovne črte in imeli manj časa za pripravo na udarec kot tekmeci. Ugotavljamo, da se osnovne taktične namere uspešnosti nanašajo na gibanje tekmeca, odpiranje igrišča, odmikanje tekmeca od osnovne črte, gibanje igralca naprej proti osnovni črti ali mreži in jemanje časa tekmecu (krajši interval).

Deklice so pri zadnjih dveh udarcih največ napak naredile iz zaporednih položajev C4→C4. Glede na tekmice so bile bolj oddaljene od osnovne črte in so imele krajši interval med udarci. Le-to pomeni, da imajo igralke manj časa za optimalno postavitev, kar povečuje možnost napake.

7 ZAKLJUČEK

V začetku prejšnjega stoletja so se pojavili prvi poskusi beleženja oz. analiziranja (notiranja) na področju športa. Kot prvi je sistem za analizo igre v bejzbolu leta 1912 razvil Fullerton. Na področju moštvenih iger (košarka) sta mu sledila Messersmith in Bucher leta 1939. V kasnejših letih se je razvoj notacij razvijal na treh osnovnih področjih: določiti glavne značilnosti uspešnih in neuspešnih ekip, prepoznavati obremenitve v različnih moštvenih igrah in izdelati modele, ki posledično pripeljejo do uspeha v določeni panogi.

Na področju tenisa trenutno med največje tehnološke dosežke spada Sokolje oko. Razvili so ga v začetku leta 2000 v angleškem mestu Romsey z namenom prikaza trajektorije teniške žoge. Prvič so Sokolje oko na mednarodnih tekmah uporabili leta 2002 na televizijski mreži BBC pri prenosu Davisovega pokala. Sistem vsebuje 10 kamer, ki zajemajo 1000 slik na sekundo, medtem ko televizijske hiše zajemajo 150 slik na sekundo. Nekateri profesionalni teniški igralci se pritožujejo nad natančnostjo sistema, ki v določenih situacijah ne prikaže dejanskega mesta doskoka žogice.

Zaradi potreb športne prakse in proučevanja obremenitev se je na domačem področju porodila ideja o razvoju metodologije in merilnega sistema za vrednotenje cikličnih obremenitev med tekmo. Tako so na Fakulteti za elektrotehniko in Fakulteti za šport Univerze v Ljubljani razvili Sistem za Analizo Gibanja Igralcev med Tekmo – SAGIT. Z omenjenim sistemom je mogoče zbrati podatke o obremenitvah igralcev na tekmi.

Šestnajst igralcev (8 deklic, starost $13,85 \pm 0,89$ let in 8 dečkov, starost $13,93 \pm 0,79$ let) smo na desetih tekmah državnega prvenstva do 14 let posneli z dvema kamerama, pritrjenima na strop.

V raziskavi smo želeli na področju igralnih, prostorskih in časovnih značilnosti ugotoviti razlike med dečki in deklicami ter zmagovalci in poraženci pri obeh spolih. Razlike smo iskali na nivoju udarca, posamezne točke in igre.

7.1 Ključne ugotovitve na področju časovnih značilnosti teniške igre mladih teniških igralcev

Ključne ugotovitve izbranega cilja so (mediane vrednosti):

- $60,20 \pm 21,13$ min je znašal čas tekme,
- $31,00 \pm 6,42$ min je znašal čas niza,
- $3,92 \pm 0,56$ min je znašal čas igre
- $6,48 \pm 1,79$ s je znašal čas točke,
- $72,50 \pm 18,81$ točk oz. $54,58 \pm 8,77$ % točk je bilo krajših od 5 s,
- $32,00 \pm 8,94$ točk oz. $21,55 \pm 4,81$ % točk je predstavljalo časovni razpon od 5 do 10 s,
- $23,50 \pm 9,65$ točk oz. $21,55 \pm 4,81$ % točk je predstavljalo časovni razpon od 10 do 20 s,
- $8,00 \pm 6,74$ točk oz. $16,79 \pm 4,95$ % točk je bilo daljših od 20 s,
- $20,15 \pm 2,17$ s je znašal odmor med točkami.

Poznavanje časovnih značilnosti teniške igre je ključni dejavnik, ki vpliva na fiziološke procese igralcev in posledično tudi na rezultat tekme. V nobeni izmed časovnih spremenljivk nismo ugotovili statistično značilnih razlik med dečki in deklicami. Ob upoštevanju dobljenih rezultatov sklepamo, da ni razlogov, da v starostnem obdobju od 12 do 14 let trenajni proces na področju časovnih obremenitev ločujemo glede na spol.

7.2 Ključne ugotovitve na področju igralnih značilnosti

Na področju igralnih značilnosti smo udarce razdelili v štiri skupine: 1) servis, 2) retern, 3) forhend in bekend, 4) ostali udarci. Znotraj skupin pa smo uspešnost vseh razdelili po naslednjem ključu: a) napake v mrežo, b) napake v avt, c) uspešni udarci v polje, d) zaključni udarci. Statistično značilne razlike predstavljajo odstotke posameznih udarcev.

a) SERVIS

Ključne ugotovitve na področju servisa so (mediane vrednosti):

- $61,50 \pm 17,67$ udarcev oz. 19,38 % udarcev sta predstavljala oba servisa,
- $44,00 \pm 14,60$ udarcev oz. 13,83 % udarcev je predstavljal prvi servis,
- $18,00 \pm 5,60$ udarcev oz. 5,55 % udarcev je predstavljal drugi servis.

Statistično značilne razlike v odstotkih med dečki in deklicami so:

- deklice so naredile več napak v mrežo pri prvem servisu,
- deklice so naredile več napak v avt pri prvem servisu,
- deklice so imele več uspešnih drugih servisov.

Statistično značilne razlike v odstotkih med zmagovalci in poraženci so:

- zmagovalci so naredili manj napak v mrežo pri prvem servisu,
- zmagovalci so naredili manj napak v mrežo pri drugem servisu.

Statistično značilne razlike v odstotkih med zmagovalkami in poraženkami so:

- zmagovalke so naredile manj napak v mrežo pri prvem servisu,
- zmagovalke so imele več uspešnih prvih servisov,
- zmagovalke so naredile manj napak v mrežo pri drugem servisu.

Začetek aktivne faze vedno predstavlja servis, zato le-ta spada med ključne dejavnike uspešnosti v tenisu in se v višjih starostnih kategorijah povečuje. Rezultati kažejo, da so napake v mrežo pri servisu pomemben dejavnik, ki razlikujejo zmagovalce od poražencev pri obeh spolih. Zaključimo lahko, da je smiselno trenažni proces organizirati tako, da igralci več pozornosti pri servisu namenijo optimalni višini leta žoge preko mreže (rotaciji žoge). Servis je neodvisen od akcije nasprotnika in ga zato lahko v večji meri vključimo v proces učenja v nehomogenih skupinah, kjer pa večjo pozornost namenimo dejavnikom, ki so se pokazali kot statistično značilni.

b) RETERN

Ključne ugotovitve na področju reterna so (mediane vrednosti):

- $44,50 \pm 14,57$ udarcev oz. 11,86 % udarcev je predstavljal retern,
- $29,50 \pm 12,10$ udarcev oz. 8,25 % udarcev je predstavljal retern na prvi servis,
- $14,00 \pm 4,52$ udarcev oz. 3,61 % udarcev je predstavljal retern na drugi servis.

Statistično značilne razlike v odstotkih med dečki in deklicami so:

- deklice so naredile več napak v mrežo pri drugem reternu,
- deklice so naredile več uspešnih udarcev pri drugem reternu.

Statistično značilne razlike v odstotkih med zmagovalci in poraženci so:

- zmagovalci so naredili manj napak v avt pri prvem reternu,
- zmagovalci so imeli več zaključnih udarcev pri prvem reternu.

Statistično značilne razlike v odstotkih med zmagovalkami in poraženkami so:

- zmagovalke so naredile manj napak v mrežo pri prvem reternu,
- zmagovalke so imele manj uspešno vrnjenih udarcev pri prvem reternu,
- zmagovalke so imele več zaključnih udarcev pri prvem reternu.

Podobno kot servis je retern najpomembnejši udarec v igrah, kjer igralec reternira. Na podlagi dobljenih rezultatov lahko večjo pozornost usmerimo na področja, ki razlikujejo zmagovalce/ke in poražence/ke ter dečke in deklice. Dodatno je pri skupinskem učenju potrebno upoštevati statistično značilne razlike servisa (tudi med dečki in deklicami), ki je nujen dejavnik, da se retern lahko izvede. Poleg omenjenega skupinskega učenja nam statistično značilne razlike dajejo jasne smernice za individualno učenje reterna.

c) FORHEND IN BEKEND

Ključne ugotovitve na področju forhenda in bekenda so (mediane vrednosti):

- $230,00 \pm 119,12$ udarcev oz. 60,70 % udarcev sta predstavljal forhend in bekend,
- $124,50 \pm 75,64$ udarcev oz. 35,49 % udarcev je predstavljal forhend,
- $94,00 \pm 50,67$ udarcev oz. 25,21 % udarcev je predstavljal bekend.

Statistično značilne razlike v odstotkih med dečki in deklicami so:

- deklice so naredile manj napak v mrežo pri forhendu,
- deklice so naredile manj napak v avt pri forhendu,
- deklice so imele manj uspešnih udarcev pri forhendu,
- deklice so imele manj zaključnih udarcev pri bekendu.

Statistično značilne razlike v odstotkih med zmagovalci in poraženci so:

- zmagovalci so naredili manj napak v avt pri forhendu,
- zmagovalci so imeli več zaključnih udarcev pri forhendu,
- zmagovalci so naredili manj napak v mrežo pri bekendu,
- zmagovalci so imeli več zaključnih udarcev pri bekendu.

Statistično značilne razlike v odstotkih med zmagovalkami in poraženkami so:

- zmagovalke so naredile manj napak v mrežo pri forhendu,
- zmagovalke so imele več zaključnih udarcev pri bekendu.

Na podlagi rezultatov lahko zaključimo, da sta bila forhend in bekend ključna dejavnika uspešnosti dečkov in deklic, saj sta predstavljala več kot 60 % (mediana) vseh udarcev in imela največ statistično značilnih razlik. Na področju osnovnih udarcev avtorji (Pieper idr., 2007; Weber idr., 2007) navajajo, da je večina napak, do katerih pride, ko ima igralec dovolj časa za pripravo, posledica zgrešenih udarcev v avt, medtem ko so napake, ko igralec zamuja z izvedbo, večinoma vezane na napake v mrežo. Upoštevanje statističnih ugotovitev nam daje dokaj jasne smernice za načrtovanje treningov dečkov in deklic.

Zaradi velikega števila statistično značilnih razlik pri forhendu in bekendu glede na uspešnost in spol postane skupinski trenažni proces lahko z vidika pravičnosti in enakih možnosti težje izvedljiv. Sklepamo, da je za pravilno usmerjen proces treninga dečkov in deklic na področju učenja osnovnih udarcev potrebno večjo pozornost in količino vadbe nameniti individualnemu učenju.

d) OSTALI UDARCI (volej, polvolej, štop volej, skrajšana žoga, smeš in lob)

Ključne ugotovitve na področju ostalih udarcev so (mediane vrednosti):

- $7,00 \pm 4,23$ udarcev oz. 1,34 % udarcev so predstavljali ostali udarci.

Statistično značilne razlike v odstotkih med dečki in deklicami so:

- deklice so imele več uspešno vrnjenih ostalih udarcev.

Statistično značilne razlike med zmagovalkami in poraženkami so:

- zmagovalke so imele več uspešno vrnjenih ostalih udarcev.

Volej, polvolej, štop volej, skrajšana žoga, smeš in lob se v teniški igri dečkov in deklic redko uporabljajo, zato majhen odstotek pojavljanja le-teh onemogoča zanesljivo interpretacijo. Kljub temu je v razvoju mladih teniških igralcev pomemben širši nabor teniških udarcev in veščin saj kot navajajo Cote, Baker in Abernethy (2007), široka paleta znanj pomembno vpliva na športnika v kasnejših letih, predvsem na področju kreativnosti in prilagodljivosti na igralne okoliščine, kar ima neposreden vpliv na boljše in hitreje sprejemanje odločitev.

Na podlagi cilja raziskave smo postavili hipotezo, da obstajajo statistično značilne razlike v opazovanih igralnih značilnostih med dečki in deklicami ter zmagovalci in poraženci pri obeh spolih. Na podlagi dobljenih rezultatov **hipotezi 1 in 2 delno potrdimo**.

7.3 Ključne ugotovitve pri obsegu gibanja

Ključne ugotovitve pri obsegu gibanja dečkov in deklic so (mediane vrednosti):

- igralci so opravili $87,37 \pm 56,41$ m poti v igri,
- igralci so opravili $5,92 \pm 17,83$ m poti v točki.

Statistično značilne razlike pri obsegu gibanja med dečki in deklicami so:

- dečki so opravili več poti v igri ($105,48 \pm 55,53$ m, deklice $64,31 \pm 45,00$ m),
- dečki so opravili več poti v točki ($7,54 \pm 21,82$ m, deklice $4,56 \pm 10,66$ m).

Pri statistično značilnih razlikah pri obsegu gibanja glede na spol je potrebno upoštevati, da so dečki v povprečju na tekmi odigrali 3 igre več kot deklice in imeli daljše točke (mediana: $6,49 \pm 1,89$ s, deklice $6,03 \pm 1,75$ s). Kljub temu sklepamo, da je igralni stil dečkov bolj raznolik, saj poleg izvajanja udarcev na osnovni črti vključuje tudi napadanje krajših žog in gibanje proti mreži.

Zmagovalci so v primerjavi s poraženci opravili več poti pri obeh spolih, vendar razlike niso bile statistično značilne. Gibanje teniškega igralca v tem starostnem obdobju je predvsem posledica udarjenih žog tekmeca. Majhen odstotek ostalih udarcev (volej, smeš itd.) kaže na to, da je zelo malo različnih igralnih situacij, ki tudi lahko vplivajo na obseg gibanja. Večja količina opravljene poti zmagovalcev nakazuje, da poraženci več udarcev usmerjajo stran od tekmeca, kar jih posledično pripelje do napake in izgube točke.

Količina opravljene poti pri dečkih in deklicah v točki in igri nam zagotavlja teoretično in praktično podlago za optimalno načrtovanje kondicijske in teniške vadbe. **Hipotezo 3 zavrnamo. Hipotezo 4 potrdim.**

7.4 Ključne ugotovitve na področju povprečne in maksimalne hitrosti

Ključne ugotovitve na področju hitrosti gibanja dečkov in deklic so (mediane vrednosti):

- igralci so se v aktivni fazi gibal s hitrostjo $1,03 \pm ,97$ m/s (3,70 km/h),
- igralci so v posamezni igri dosegli najvišjo hitrost $4,05 \pm ,84$ m/s (14,58 km/h).

Statistično značilne razlike glede na povprečno hitrosti gibanja:

- dečki so se v aktivni fazi gibal hitreje kot deklice,
- zmagovalci (dečki) so se v aktivni fazi gibal hitreje kot poraženci.

Prav tako so se zmagovalke gibale hitreje kot poraženke, vendar razlike niso bile statistično značilne. Na področju maksimalnih hitrostih v igri nismo ugotovili značilnih razlik glede na uspešnost in spol.

Hitrost gibanja je posledica udarjanja žog tekmece, anticipacije, percepcije in taktičnih namer igralca, ki so posledica igralnih situacij. Višje srednje vrednosti hitrosti in več opravljene poti zmagovalcev (prejšnje poglavje) potrjuje ugotovitev, da poraženci v tej starostni kategoriji poskušajo igrati več v prazen del igrišča, kar jih posledično pripelje do izgube točke. **Hipotezo 5 delno potrdimo. Hipotezo 6 zavrnamo.**

7.5 Ključne ugotovitve igralnih vzorcev prvih dveh udarcev

Statistično značilne razlike med uspešnimi in neuspešnimi točkami pri servisu so:

- dečki so osvojili točko, ko so bili pri prvem servisu z desne strani igrišča bolj oddaljeni od sredinske črte,
- deklice so osvojile točko, ko so bile pri prvem servisu z desne strani igrišča bolj oddaljene od sredinske črte,
- deklice so osvojile točko, ko so bile pri prvem servisu z leve strani igrišča bližje sredinski črti,
- deklice so osvojile točko, ko so bile pri drugem servisu z leve strani igrišča bližje sredinski črti,
- dečki so osvojili točko pri drugem servisu z desne strani igrišča, ko je bil servis udarjen pod večjim kotom (izračun kota je temeljil na podlagi položaja igralcev).

Statistično značilne razlike med uspešnimi in neuspešnimi točkami pri reternu so:

- deklice so bile pri prvem reternu na desni strani igrišča bolj oddaljene od osnovne črte.

Igralne situacije s servisom in reternom spadajo med pomembnejše dejavnike uspešnosti v profesionalnem tenisu, vendar je potrebno upoštevati omejitveni dejavnik v mlajših kategorijah, ki se nanaša na velikost igralcev. Razvojni vidik omenjenih dveh udarcev pa ni potrebno gledati samo skozi perspektivo hitrosti in rotacije žoge, temveč je potrebno upoštevati različne postavitve igralcev pri vračanju servisa in značilnosti udarjene žoge (smer, višina, globina, rotacija in hitrost).

Postavili smo hipotezo, da med uspešnimi in neuspešnimi točkami pri obeh spolih obstajajo statistično značilne razlike v igralnih vzorcih prvih dveh udarcev. Na podlagi rezultatov **hipotezo 7 delno potrdimo**.

7.6 Ključne ugotovitve igralnih vzorcev po reternu

Analiza igralnih vzorcev vključuje igralne situacije po reternu in izključuje zadnje udarce, ki so se zaključili z napako v mrežo oz. avt.

Statistično značilne razlike med uspešnimi in neuspešnimi točkami po reternu:

- položaj dečkov je bil pri uspešnih točkah bližje osnovni črti,
- položaj deklic je bil pri uspešnih točkah bližje osnovni črti.

Rezultati kažejo, da med uspešnimi in neuspešnimi točkami pri obeh spolih obstajajo statistično značilne razlike v igralnih vzorcih po reternu. **Hipotezo 8 delno potrdimo**.

7.7 Ključne ugotovitve igralnih vzorcev zadnjih dveh udarcev

Statistično značilne razlike med uspešnimi in neuspešnimi točkami pri zadnjih dveh udarcih:

- položaj dečkov je bil pri uspešnih točkah bližje osnovni črti,
- položaj deklic je bil pri uspešnih točkah bližje osnovni črti,
- dečki so pri uspešnih točkah imeli več časa za pripravo na udarec,
- deklice so pri uspešnih točkah imele več časa za pripravo na udarec,
- dečki so pri uspešnih točkah opravili manj poti med udarcema,
- dečki so se pri uspešnih točkah od udarca tekmeca do svojega udarca gibali počasneje,
- dečki so se pri uspešnih točkah med udarcema gibali počasneje,
- deklice so se pri uspešnih in neuspešnih točkah razlikovale v zaporedju položajev.

Razloge za uspešne in neuspešne točke, ki se večinoma nanašajo na igralno situacijo na osnovni črti, torej iščemo na naslednjih dveh področjih: 1) položaj na igrišču, kjer se igralci ob uspešnih točkah nahajajo bolj v igrišču in s tem zmanjšajo kot lovljenja oddaljenih žog, 2) igranje z optimalnim tveganjem, kjer igralci tvegajo več samo v primerih optimalne postavitve na igrišču.

Razlogi uspešnih in neuspešnih točk se večinoma nanašajo na položaj igralcev, kjer pri uspešnih točkah stojijo bližje osnovni črti, kar posledično pomeni, da se gibajo na krajši razdalji in z manjšo hitrostjo. Na podlagi rezultatov hipotezo **9 delno potrdimo**.

8 IZVIRNI PRISPEVKI

Večina raziskav v tenisu je opravljena na članskih kategorijah, kjer je uspešnost posledica dolgoročno neprekinjenega in ustrezno načrtovanega treninga v mlajših kategorijah. Raziskava v doktorski disertaciji obravnava več področij teniške igre, ki vplivajo na uspešnost mladih teniških igralcev. Poznavanje dejavnikov uspešnosti na tekmovanju nam daje teoretična izhodišča in praktično podlago za oblikovanje trenažnega procesa. Le na ta način so hitrost razvoja igralnih sposobnosti, motivacija za delo in uspeh optimalni. Raziskava vsebuje izvirne prispevke k znanosti:

- Analiza dejavnikov, ki imajo neposreden vpliv na tekmovalno uspešnost. Na podlagi ugotovljenih razlik lahko glede na uspešnost in spol posvetimo več pozornosti tistim elementom teniške igre, ki imajo vpliv na končni rezultat tekme. Poleg tega je poznavanje razlik pomembno tudi zaradi grupiranja igralcev v homogene skupine na področjih, ki zagotavljajo optimalen napredek za posameznika. Analiza razlik med dečki in deklicami v starostnem obdobju do 14 let nakazuje, da je priporočljiv vadbeni proces, ki je ločen po spolu.
- Na področju časovnih značilnosti, kjer smo opredelili trajanje napora. Časovni okvirji aktivnih in pasivnih faz nam skupaj z obsegom in hitrostjo gibanja služijo pri določanju fizioloških procesov med tekmo, ki so temelj vadbenega procesa.
- Na področju igralnih značilnosti nam rezultati omogočajo definirati tiste taktične situacije, ki imajo dejanski vpliv na uspešnost in pripomorejo k razumevanju igre z optimalnim tveganjem.
- Na področju obsega gibanja, pri čemer so rezultati gibanja posledica udarjanja žog tekmeča in igralnih situacij.
- Analiza hitrosti gibanja igralca nam razkriva kompleksnost omenjenega področja, kjer se močno prepletata dva dejavnika, in sicer vpliv tekmeča in sposobnosti igralca (hitrost, agilnost, anticipacija in percepcija). Potrditev vpliva posameznih

dejavnikov pri analizi hitrosti gibanja zahteva nadaljnje raziskave na vseh omenjenih področjih.

- Analiza uspešnih in neuspešnih točk nam podrobno razkriva vzorce uspešnih in neuspešnih točk v različnih igralnih situacijah.

8.1 Nadaljnje raziskave

Nadaljnje študije problemskega področja je smiselno nadgraditi na naslednjih področjih:

- Vpliv anticipacije na uspešnost. Sposobnost anticipacije se kaže v predvidevanju dogodkov v prihodnosti, ki v tenisu pomeni čas pred točko zadetka. Merjenje anticipacije je izjemno zahtevno, saj zahteva individualno obravnavo posameznega udarca igralca ter analizo časa in vrste odziva tekmeca.
- Vpliv percepcije na uspešnost. Sposobnost percepcije v tenisu pomeni čas po točki zadetka in zajema tudi že vpliv gibalnih sposobnosti. Na področju športnih iger pomembno vlogo predstavlja agilnost, ki se nanaša predvsem na nepredvidljiva gibanja.
- Razvoj merskih postopkov, ki bodo poskušali ločiti agilnost kot samostojno gibalno sposobnost in njen vpliv na tekmovalno uspešnost v tenisu.
- Neposredni vpliv gibalnih sposobnosti na tekmi.
- Primerjati vzorce mladih teniških igralcev s profesionalnimi igralci.
- Ugotoviti korelacijo med vidom in uspešnostjo v tenisu. Nekatere raziskave nakazujejo pomen vida v športnih igrah, tudi v tenisu (Laby, Kirschen in Pantall, 2011; Mazyn, Lenoir, Montagne in Savelsbergh, 2004). Študije na tem področju bi nam vsekakor poglobile znanje na področju potencialne uspešnosti.

9 LITERATURA

Ali, A., & Farrally, M. (1991). A computer-video aided time motion analysis technique for match analysis. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 31(1), 82–88.

Allen, T., Choppin, S., & Knudson, D. (2015). A review of tennis racket performance parameters. *Sports Engineering*, 19(1), 1–11.

Atkin, R. (2014). History. Pridobljeno 25. marec 2015., od http://www.wimbledon.com/en_GB/atoz/history.html

Australian Open. (2016). Pridobljeno 24. april 2016., od http://www.ausopen.com/en_AU/scores/completed_matches/day19.html

Bane, M., Elliott, B., & Reid, M. (2016). Is there a relationship between junior and senior tennis success? *Coaching & Sport Science Review*, 68(24), 15–17.

Bergeron, M. F., Maresh, C. M., Kraemer, W. J., Abraham, A., Conroy, B., & Gabaree, C. (1991). Tennis: a physiological profile during match play. *International Journal of Sports Medicine*, 12(5), 474–479.

Bernd, N. (2011). *Real-time Tracking of Player Identities in Team Sports* (Dissertation). Technischen Universität München, München.

Bizjan, M. (2004). *Šport mladim: priročnik za športno vzgojo v srednji šoli s kriteriji za ocenjevanje*. Ljubljana: Chatechismus.

Bompa, T. O., & Haff, G. G. (2009). *Periodization: theory and methodology of training* (7. izd.). Champaign: Human Kinetics.

Bon, M. (2001). *Kvantificirano vrednotenje obremenitve in spremljanje frekvenca srca igralcev rokometa med tekmo* (Doktorska disertacija). Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, Ljubljana.

Bon, M., Perš, J., Šibila, M., & Kovačič, S. (2002). *Analiza gibanja igralca med tekmo*. Ljubljana: Fakulteta za šport.

Bragg, R., McLennan, J., & Andriacchi, T. (2003). Moving to the ball: the relative effectiveness of the gravity step, jab step and crossover step to initiate lateral motion in tennis. V S. Miller (Ur.), *Tennis Science & Technology 2* (str. 199–204). London: International Tennis Federation.

Brody, H. (1987). *Tennis science for tennis players*. Philadelphia: University of Pennsylvania Press.

Brody, H. (2000). An overview of racket technology. V *Tennis Science & Technology* (str. 43–48). London: Blackwell Science Ltd.

Brody, H. (2003). Serving Strategy. *Coaching & Sport Science Review*, (31), 2–3.

- Brody, H. (2007). Hitting with underspin. *Medicine and Science in Tennis*, 12(1), 32–33.
- Brody, H., & Cross, R. (2000). Proposals to slow the serve in tennis. V J. Haake, S & O. Coe, A (Ur.), *Tennis Science & Technology* (str. 261–268). London: Blackwell Science Ltd.
- Brody, H., Cross, R., & Lidsey, C. (2002). *The physics and technology of tennis*. Solana Beach: Racquet Tech Publishing.
- Brown, E., & O'Donoghue, P. (2008). Gender and Surface Effect on Elite Tennis Strategy. *Coaching & Sport Science Review*, 46, 9–11.
- Bunc, V., Louha, R., Höhm, J., & Safarik, J. (1990). Testova baterie pro hodnoceni urivne telesne pripravenosti mladych tenistu. *Teorie a Praxe telesne Vychovy*, 38(4), 194–203.
- Cavallaro, R. (1997). The FoxTrax hockey puck tracking system. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 17(2), 6–12.
- Christmass, M. A., Richmond, S. E., Cable, N. T., Arthur, P. G., & Hartmann, P. E. (1998). Exercise intensity and metabolic response in singles tennis. *Journal of Sports Sciences*, 16(8), 739–747.
- Clark, S., Martin, D., Lee, H., Fornasiero, D., & Quinn, A. Relationship between speed and agility in nationally ranked junior tennis players (1998.). Referat predstavljen leta 1998 na simpoziju Australian Conference of Science and Medicine in Sport, Adelaide.
- Coach's Eye. (2015). Pridobljeno 29. marec 2015., od <https://www.coachseye.com>
- Coe, A. (2000). The balnce between technology and tradion in tennis. V S. J. Haake & A. O. Coe (Ur.), *Tenis Science and Technology* (str. 3–40). London: Oxford: Blacwell Science.
- Cooke, K., & Davey, P. R. (2005). Tennis ball diameter: the effect on performance and the concurrent physiological responses. *Journal of Sports Sciences*, 23(1), 31–39.
- Cote, J., Baker, J., & Abernethy, B. (2007). Practice and Play in the Development of Sport Expertise. V R. C. Eklund & G. Tenenbaum (Ur.), *Handbook of sport psychology* (str. 17–28). Hoboken: Wiley.
- Cox, R. (2012). *Sport psychology: concepts and applications* (7. izd.). Dubuque: W. C. Brown Co.
- Crespo, M., & Miley, D. (2010). *Priročnik za teniške trenerje : (ITF level 2)*. (I. Bombač, Prev.). Ljubljana: Teniška zveza Slovenije.
- Dartfish. (2015). Pridobljeno 29. marec 2015., od <http://www.dartfish.com>
- Davey, P. R., Thorpe, R. D., & Williams, C. (2002). Fatigue decreases skilled tennis performance. *Journal of Sports Sciences*, 20(4), 311–318.

- Dauids, K., Button, C., & Bennett, S. (2008). *Dynamics of skill acquisition: a constraints-led approach*. Champaign: Human Kinetics.
- Davis, B., Roscoe, J., Roscoe, D., & Bull, R. (2005). *Physical education and the study of sport*. Edinburgh: Elsevier Mosby.
- Dežman, B., Štrumbelj, E., & Pomenik, N. (2012). *Struktura košarkarske igre in igralna učinkovitost: znanstvena monografija* (Znanstvena monografija). Ljubljana: Fakulteta za šport.
- Draper, J. A., & Lancaster, M. G. (1985). The 505 test: A test for agility in the horizontal plane. *Australian Journal of Science and Medicine in Sport*, 17(1), 15–18.
- Elite Sports Analysis. (2014). Pridobljeno 25. maj 2015., od <http://www.elitesportsanalysis.com>
- Ellenbecker, T. S., & Roetert, E. P. (2000). Isokinetic Testing and Training in Tennis. V *Isokinetics in Human Performance* (str. 358–377). Champaign: Human Kinetics.
- Elliott, B., Reid, M., & Crespo, M. (2003). *Biomechanics of Advanced Tennis*. BOOK, London: International Tennis Federation.
- Elliott, B., Reid, M., & Crespo, M. (2009). *Technique development in tennis stroke production*. (I. Bombač, Prev.). London: International Tennis Federation.
- Enoka, R. (2002). *Neuromechanics of human movement*. Champaign: Human Kinetics.
- Epstein, D. (2015). *Športni gen: talent, trening in resnica o uspehu*. (S. Rugelj, Ur., S. Kondrič, Prev.). Ljubljana: UMco, d.d.
- Erčulj, F., Vučković, G., Perš, J., Perše, M., & Kristan, M. (2007). Razlike v opravljeni poti in povprečni hitrosti gibanja med različnimi tipi košarkarjev. V *Zbornik naučnih i stručnih radova* (str. 175–179). Sarajevo.
- Fernandez-Fernandez, J., Mendez-Villanueva, A., Fernandez-Garcia, B., & Terrados, N. (2007). Match activity and physiological responses during a junior female singles tennis tournament. *British Journal of Sports Medicine*, 41(11), 711–716.
- Fernandez-Fernandez, J., Mendez-Villanueva, A., & Pluim, B. M. (2006). Intensity of tennis match play. *British Journal of Sports Medicine*, 40(5), 387–391.
- Fernandez-Fernandez, J., Sanz-Rivas, D., Fernandez-Garcia, B., & Mendez-Villanueva, A. (2008). Match activity and physiological load during a clay-court tennis tournament in elite female players. *Journal of Sports Sciences*, 26(14), 1589–1595.
- Fernandez-Fernandez, J., Sanz-Rivas, D., & Mendez-Villanueva, A. (2009). A Review of the Activity Profile and Physiological Demands of Tennis Match Play. *Strength and Conditioning Journal*, 31(4), 15–26.

- Ferrauti, A., Weber, K., & Wright, P. R. (2003). Endurance: basic, semi-specific and specific. V M. Reid, A. Quinn, & M. Crespo (Ur.), *Strength and Conditioning for Tennis* (str. 93–111). BOOK, London: International Tennis Federation.
- Field, A. (2005). *Discovering statistics using SPSS*. London: Sage Publications.
- Filipčič, A. (2002). *Tenis: treniranje*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport.
- Filipčič, A., & Filipčič, T. (2005). The influence of tennis motor abilities and anthropometric measures on the competition successfulness of 11 and 12 year-old female tennis players. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Gymnica*, 35(2), 35–41.
- Filipčič, A., Perš, J., & Klevišar, A. (2006). Comparison between young male and female tennis players in terms of time and movement characteristics. V *IV Congreso mundial de deportes de raqueta*.
- Filipčič, T. (1994). Analiza elementov teniške igre in časovnih kazalcev v finalnih dvobojih na odprtem prvenstvu Francije in ZDA v letu 1993. *Šport*, 42(3).
- Filipčič, T. (2008). *Igralne značilnosti gibalno oviranih v tenisu na vozičku in njihov vpliv na uspešnost igranja* (Doktorska disertacija). Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, Ljubljana.
- Fleisig, G., Nicholls, R., Elliott, B., & Escamilla, R. (2003). Kinematics used by world class tennis players to produce high-velocity serves. *Sports Biomechanics*, 2(1), 51–64.
- Fox, E. L., Bowers, R. W., & Foss, M. L. (1989). *The Physiological Basis of Physical Education and Athletics* (4. izd.). Dubuque: William C Brown Pub.
- Franks, I. M., & Miller, G. (1986). Eyewitness Testimony in Sport. *Journal of Sport Behaviour*, 9, 38–45.
- Furlong, J. D. (1995). The service in lawn tennis: how important is it? V T. Reilly, M. Hughes, & A. Lees (Ur.), *Science and Racket Sports* (str. 266–271). London: E & FN Spon.
- Gillet, E., Leroy, D., Thouwarecq, R., & Stein, J.-F. (2009). A notational analysis of elite tennis serve and serve-return strategies on slow surface. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(2), 532–539.
- Girard, O., Micallef, J. P., & Millet, G. P. (2005). Lower-limb activity during the power serve in tennis: Effects of performance level. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(6), 1021–1029.
- Girard, O., & Millet, G. P. (2004). Effects of the ground surface on the physiological and technical responses in young tennis player. V A. Lees, J.-F. Kahn, & I. W. Maynard (Ur.), *Science and Racket Sports III* (str. 43–48). London: Routledge.

Grad, A., Škerlj, R., & Vitorovič, N. (2004). *Veliki angleško slovenski slovar*. Ljubljana: DZS.

Grivas, N., Bashalis, S., & Mantis, K. (1992). A statistical analysis of the 1992 European Championships (under 14). V *ETA Coaches Symposium*. Agios Nikolaos.

Gurian, M. (2009). *Nurture the Nature: Understanding and Supporting Your Child's Unique Core Personality*. San Francisco: Jossey-Bass.

Hawk-Eye. (2015). Pridobljeno 31. marec 2015., od <http://www.hawkeyeinnovations.co.uk>

History of GPS - Mio Technology. (2014). Pridobljeno 26. marec 2013., od <http://www.mio.com/technology-history-of-gps.htm>

Höhm, J. (1987). *Tennis: technique, tactics, training: play to win the Czech way*. Toronto: Sport Books Publisher.

Hornery, D. J., Farrow, D., Mujika, I., & Young, W. B. (2007). Caffeine, carbohydrate, and cooling use during prolonged simulated tennis. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2(4), 423–438.

Hornery, D. J., Farrow, D., Mujika, I., Young, W., & Pluim, B. M. (2007). An integrated physiological and performance profile of professional tennis. *British Journal of Sports Medicine*, 41(8), 531–536.

Hudl. (2014). Pridobljeno 30. marec 2014., od <http://www.hudl.com>

Hughes, M. D. (1985). A comparison of patterns of play in squash. V I. D. Brown, R. Goldsmith, K. Coombes, & M. A. Sinclair (Ur.), *International Ergonomics* (str. 139–141). London: Taylor and Francis.

Hughes, M. D., Hughes, M. T., & Behan, H. (2009). Computerized notational analysis and performance profiling in racket sports. V M. D. Hughes, M. T. Hughes, & H. Behan (Ur.), *Science and Racket Sports IV* (str. 187–196). New York: Routledge.

Hughes, M. D., & Meyers, R. (2005). Movement patterns in elite men's singles tennis. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 5(2001), 110–134.

Hughes, M. D., & Moore, P. (1998). Movement analysis of elite level male „serve and volley“ tennis players. V A. Lees, I. Maynard, M. Hughes, & T. Reily (Ur.), *Science of Racket Sports II* (str. 254–259). London: E & FN Spon.

ITF. (2003). *Biomechanics of Advanced Tennis*. (B. Elliott, M. Reid, & M. Crespo, Ur.). London: ITF Ltd.

ITF Tennis - Australian Open. (2015). Pridobljeno 20. marec 2014., od <http://www.itftennis.com/about/grand-slam@/australian-open.aspx>

ITF Tennis - Ball Rules. (2015). Pridobljeno 20. marec 2015., od <http://www.itftennis.com/technical/publications/rules/balls/overview.aspx>

- ITF Tennis - History. (2015). Pridobljeno 25. januar 2015., od <http://www.itftennis.com/about/organisation/history.aspx>
- ITF Tennis - Player Analysis. (2015). Pridobljeno 31. marec 2015., od <http://www.itftennis.com/technical/player-analysis/overview.aspx>
- Johnson, C. D., & McHugh, M. P. (2006). Performance demands of professional male tennis players. *British Journal of Sports Medicine*, 40(8), 696–699.
- Jošt, B. (2004). *Zapiski iz predavanj pri predmetu Aplikativna kineziologija - športno treniranje*. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
- Katić, R., Milat, S., Zagorac, N., & Durović, N. (2011). Impact of Game Elements on Tennis Match Outcome in Wimbledon and Roland Garros 2009. *Collegium Antropologicum*, 35(2), 341–346.
- Kleinoder, H. (2001). The return of serve. *Coaching & Sport Science Review*, 24, 5–6.
- Knudson, D. (2007). *Fundamentals of biomechanics*. New York: Springer.
- Komi, P. V (Ur.). (2003). Stretch-Shortening Cycle. V *Strenght and Power in Sport* (str. 184–202). Oxford: Blackwell Science Ltd.
- König, D., Huonker, M., Schmid, A., Halle, M., Berg, A., & Keul, J. (2001). Cardiovascular, metabolic, and hormonal parameters in professional tennis players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(4), 654–658.
- Kovacs, M. S. (2004). A comparison of work/rest intervals in men's professionals tennis. *Medicine and Science in Tennis*, 9(3), 10–11.
- Kovacs, M. S. (2006). Applied physiology of tennis performance. *British Journal of Sports Medicine*, 40(5), 381–385.
- Kovacs, M. S. (2009). Movement for Tennis: The Importance of Lateral Training. *Strength and Conditioning Journal*, 31(4), 77–85.
- Kovacs, M. S., Chandler, W. B., & Chandler, T. J. (2007). *Tennis training enhancing on-court performance*. Vista: Racquet Tech Publishing.
- Kovalchik, S. A. (2013). Trends in Singles Play Intensity on the ATP Tour. V *New England Symposium on Statistics in Sport*. Cambridge.
- Kropivšek, D. (2006). *Servis in return kot dejavnika uspešnosti pri slovenskih teniških igralcih do 16 let* (Diplomsko delo). Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, Ljubljana.
- Kugovnik, O. (1990). *Tenis*. Ljubljana: Zveza telesnokulturnih organizacij Slovenije in Republiški odbor za šport.
- Laby, D. M., Kirschen, D. G., & Pantall, P. (2011). The visual function of olympic-level athletes-an initial report. *Eye & Contact Lens*, 37(3), 116–22.

- Lake, R. (2015). *A social history of tennis in Britain*. London: Routledge.
- Leone, M., Comtois, A. S., Tremblay, F., & Léger, L. (2006). Specificity of running speed and agility in competitive junior tennis players. *Medicine and Science in Tennis*, 11(1), 10–11.
- Liang, W., Tieniu, T., Huazhong, N., & Weiming, H. (2003). Silhouette analysis-based gait recognition for human identification. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 25(12), 1505–1518.
- Lorbek, N. (1997). *Seksizem in šport* (Diplomsko delo). Univerza v Ljubljani, Fakulteta za družbene vede, Ljubljana.
- Lorson, K. M., Stodden, D. F., Langendorfer, S. J., & Goodway, J. D. (2013). Age and gender differences in adolescent and adult overarm throwing. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 84(2), 239–44.
- Manzanares, P., Palao, J. M., & Ortega, E. (2014). The coach's perception of the performance of game actions in training sessions. A case study in volleyball. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 14(3), 894–908.
- Martin, J., Smith, N. C., Tolfrey, K., & Jones, A. M. (2001). Activity analysis of English Premiership rugby football union refereeing. *Ergonomics*, 44(12), 1069–1075.
- Martínez-Gallego, R., Guzmán, J. F., James, N., Perš, J., Ramón-Llin, J., & Vučković, G. (2013). Movement characteristics of elite tennis players on hard courts with respect to the direction of ground strokes. *Journal of Sports Science & Medicine*, 12(2), 275–281.
- Martínez-Gallego, R., Guzmán, J. F., James, N., Ramón-Llin, J., Crespo, M., & Vučković, G. (2013). The relationship between the incidence of winners/errors and the time spent in different areas of the court in elite tennis. *Journal of Human Sport and Exercise*, 8(3), 601–607.
- Martínez-Gallego, R., Ramón-Llin, J., Guzmán, J. F., Vučković, G., & James, N. (2012). Analysis of distance covered and speed of movement in a Valencia Open 500 elite tennis match. V *World Congress of Performance Analysis of Sport IX*. Worcester.
- Mavvidis, A., Koronas, K., Riganas, C., & Metaxas, T. (2005). Speed differences between forehand and backhand. *Kinesiology*, 37(2), 159–163.
- Mazyn, L. N., Lenoir, M., Montagne, G., & Savelsbergh, G. P. (2004). The contribution of stereo vision to one-handed catching. *Experimental Brain Research*, 157(3), 383–390.
- McGarry, T., & Perl, J. (2004). Models of Sports Contests-Markov processes, dynamical systems and neural networks. V M. D. Hughes & M. Franks (Ur.), *Notational Analysis of Sport* (str. 227–242). London.

- Mendez-Villanueva, A., Fernandez-Fernandez, J., & Bishop, D. (2007). Exercise-induced homeostatic perturbations provoked by singles tennis match play with reference to development of fatigue. *British Journal of Sports Medicine*, 41(11), 717–722.
- Merghes, P. E., Simion, B., & Nagel, A. (2014). Comparative Analysis of Return of Serve as Counter-attack in Modern Tennis. *Timisoara Physical Education and Rehabilitation Journal*, 6(12), 18–23.
- Miller, S. (2003). *Speed is of the essence*. (S. Miller, Ur.) *Tennis Science & Technology 2*. London: International Tennis Federation.
- Miller, S. (2007). The role of ITF Science & Technical evaluating and regulating tennis equipment. V S. Miller & J. Capel-Davies (Ur.), *Tennis Science & Technology 3* (str. 1–19). London: International Tennis Federation.
- Morante, S. M., & Brotherhood, J. R. (2006). Match Characteristics of Professional Singles Tennis. *Medicine and Science in Tennis*, 10(3), 12–13.
- Moreau, X., Perrotte, N., & Quetin, P. (2003). Speed and Agility. V M. Reid, A. Quinn, & M. Crespo (Ur.), *Strenght and Conditioning for Tennis* (str. 149–163). International Tennis Federation.
- Mulej, M., Espejo, R., Jackson, M., Kajzer, Š., Mingers, J., Mlakar, P., ... Vallee, R. (2000). *Dialektična in druge mehkosistemske teorije: (podlage za celovitost in uspeh managementa)*. Maribor: Ekonomsko-poslovna fakulteta.
- Müller, E. (1989). Sportmotorische Testverfahren zur Talentauswahl im Tennis. *Leistungssport*, 19(2), 5–9.
- Murias, J. M., Lanatta, D., Arcuri, C. R., & Laiño, F. A. (2007). Metabolic and functional responses playing tennis on different surfaces. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(1), 112–117.
- O'Donoghue, P. (2004). Match analysis in racket sports. V A. Lees, J. F. Kahn, & I. W. Maynard (Ur.), *Science and Racket Sports III* (str. 155–162). London: Routledge.
- O'Donoghue, P., & Ballantyne, A. (2004). The impact of speed of service in Grand Slam singles tennis. V A. Les, J. F. Kahn, & I. W. Maynard (Ur.), *Science and Racket Sports III* (str. 179–189). London: Routledge.
- O'Donoghue, P., & Ingram, B. (2001). A notational analysis of elite tennis strategy. *Journal of Sports Sciences*, 19(2), 107–115.
- O'Donoghue, P., & Liddle, D. (1998). A match analysis of elite tennis strategy for ladies' singles on clay and grass surfaces. V A. Lees, I. Maynard, M. D. Hughes, & T. Reilly (Ur.), *Science and Racket Sports II* (str. 247–253). Abingdon, Oxfordshire: Taylor & Francis.
- Ohashi, J., Togari, H., Isokawa, M., & Suzuki, S. (1988). Measuring movement speeds and distances covered during soccer match play. V T. Reilly, A. Lees, K. Davids, & W. Murphy (Ur.), *Science and Football* (str. 329–333). E & FN Spon.

- Oliver, J. L., & Meyers, R. W. (2009). Reliability and generality of measures of acceleration, planned agility, and reactive agility. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 4(3), 345–354.
- Over, S., & O'Donoghue, P. (2008). Whats the Point - Tennis Analysis and Why. *Coaching & Sport Science Review*, 15(45), 19–21.
- Panel, H. P., & Traversian, P. (1998). Le football assisté par ordinateur. *Science et Vie*, 118– 122.
- Pečelin, I. (2006). *Analiza dvobojev mladih teniških igralcev z vidika natančnosti zadevanja izbranih igralnih polj* (Diplomsko delo). Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, Ljubljana.
- Perš, J. (2001). *Sledenje ljudi z metodami računalniškega vida* (Magistrska naloga). Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana.
- Perš, J., Bon, M., & Kovačič, S. (2001). Errors and mistakes in automated player tracking. *Computer vision*, 25–36.
- Perš, J., Bon, M., Kovačič, S., Šibila, M., & Dežman, B. (2002). Observation and analysis of large-scale human motion. *Human Movement Science*, 21(2), 295–311.
- Perš, J., & Kovačič, S. (2000a). A system for tracking players in sports games by computer vision. *Elektrotehniški Vestnik*, 67(5), 281–288. JOUR.
- Perš, J., & Kovačič, S. (2000b). Analysis and Visualization on Results, Obtained by Tracking Players in Team Sports. V B. Zajc (Ur.), *Electrotechnical and Computer Science Conference* (str. 253–256). Portorož: Slovenska sekcija IEEE.
- Petranek, L. J., & Barton, G. V. (2011). The overarm-throwing pattern among U-14 ASA female softball players: a comparative study of gender, culture, and experience. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 82(2), 220–8.
- Pieper, S., Exler, T., & Weber, K. (2007). Running speed load on clay and hard courts in world class tennis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 12(2), 14–17.
- Pingali, G., Jean, Y., Opalach, A., & Carlbom, I. (2000). LucentVision: Converting Real World Events into Multimedia Experiences - Semantic Scholar. V *International Conference on Multimedia and Expo* (Let. 3, str. 1433–1436). New York: IEEE.
- Pintarič, T. (2002). *Analiza elementov teniške igre in časovnih kazalcev v finalnih dvobojih Francije v letu 2001 in 2002* (Diplomsko delo). Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, Ljubljana.
- Pluim, B. M. (2001). Males vs Females. V M. Crespo, B. Pluim, & M. Reid (Ur.), *Tennis Medicine for Tennis Coaches* (str. 127–129). BOOK, London: International Tennis Federation.

- Pori, P. (2001). *Analiza cikličnih obremenitev med rokometno tekmo pri igralcih, ki igrajo na različnih igralnih mestih v napadu* (Magistrsko delo). Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
- Pradet, M. (1996). *La preparation physique*. Paris: INSEP-Publications.
- Pravila tenisa. (2008). Pridobljeno 2. maj 2015., od <http://www.teniska-zveza.si/pravila/domaca>
- Quintic. (2015). Pridobljeno 31. marec 2015., od <http://www.quintic.com>
- Rao, G. S. (2010). *Global Navigation Satellite Systems*. New Delhi: Tata McGraw Hill Education Private Limited.
- Reid, M., Crespo, M., Atienza, F., & Dimmock, J. (2007). Tournament structure and nations' success in women's professional tennis. *Journal of Sports Sciences*, 25(11), 1221–8.
- Reid, M., Crespo, M., Santili, L., & Miley, D. (2005). The ITF Junior Boys' Circuit and its Role in Professional Player Development. *Coaching & Sport Science Review*, (35), 2–3.
- Reid, M., & Duffield, R. (2014). The development of fatigue during match-play tennis. *British Journal of Sports Medicine*, 48(1), 7–11.
- Reid, M., McMurtrie, D., & Crespo, M. (2010). The relationship between match statistics and top 100 ranking in professional men's tennis. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 10(2), 131–138.
- Reilly, T., & Thomas, V. (1976). A motion analysis of work-rate in different positional roles in professional football match-play. *Journal of Human Movement Studies*, 2, 87–97.
- Roberts, S. (2005). *A necessary spectacle: Billie Jean King, Bobby Riggs, and the tennis match that leveled the game*. New York: Crown Publishers.
- Rossi, C., La Torre, A., Serpiello, F. R., Pisaturo, M., & Impellizzeri, F. M. (2007). Multivariate allometric scaling of serve performance in professional tennis players: a gender comparison. V S. Miller & Capel-Davies (Ur.), *Tennis Science & Technology 3* (str. 165–169). International Tennis Federation.
- Rowland, T. W. (2014). *Tennisology*. Champaign: Human Kinetics.
- Rules of Tennis. (2015). Pridobljeno 1. april 2015., od <http://www.itftennis.com/officiating/rulebooks/rules-of-tennis.aspx>
- Sachs, C. (1997). *Svetovna zgodovina plesa*. Ljubljana: Znanstveno in publicistično središče.
- Sakurai, S., Reid, M., & Elliott, B. (2013). Ball spin in the tennis serve: spin rate and axis of rotation. *Sports Biomechanics*, 12(1), 23–9.

- Salonikidis, K., & Zafeiridis, A. (2008). The effects of plyometric, tennis-drills, and combined training on reaction, lateral and linear speed, power, and strength in novice tennis players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(1), 182–191.
- Sanderson, F. H. (1983). A notation system for analysing squash. *Physical Education Review*, 6, 19–33.
- Sanderson, F. H., & May, K. I. (1977). The development of objective methods of game analysis in squash rackets. *British Journal of Sports Medicine*, 11(4), 188.
- Schönborn, R. (1999). *Advanced techniques for competitive tennis*. Aachen: Meyer & Meyer.
- Setterwall, D. (2003). *Computerised Video Analysis of Football – Technical and Commercial Possibilities for Football Coaching* (Master's Thesis). Stockholm.
- Siliconcoach. (2015). Pridobljeno 31. marec 2015., od <https://www.siliconcoach.com>
- Smekal, G., von Duvillard, S. P., Rihacek, C., Pokan, R., Hofmann, P., Baron, R., ... Bachl, N. (2001). A physiological profile of tennis match play. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(6), 999–1005.
- Sprongo. (2015). Pridobljeno 31. marec 2015., od <https://sprongo.com>
- Starc, G. (2003). *Discipliniranje teles v športu*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za kineziologijo.
- Stewart, I. (2003). *Kakšne oblike je snežinka? Vzorci v naravi*. (S. Oblak, Prev.). Radovljica: Didakta.
- Šeško, J. (2009). *Satelitski sledilni sistemi v transportu in logistiki* (Diplomsko delo). Univerza v Mariboru, Fakulteta za Logistiko, Maribor.
- Škof, B. (2007). Vadba vzdržljivosti. V B. Škof (Ur.), *Šport po meri otrok in mladostnikov* (str. 312–365). Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
- Škof, B., & Jakše, B. (2007). Vadba hitrosti in agilnosti. V B. Škof (Ur.), *Šport po meri otrok in mladostnikov* (str. 302–311). Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
- Thomas, J. R., Alderson, J. A., Thomas, K. T., Campbell, A. C., & Elliott, B. C. (2010). Developmental Gender Differences for Overhand Throwing in Aboriginal Australian Children. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 81(4), 432–441.
- Torres-Luque, G., Cabello-Manrique, D., Hernández-García, R., & Garatachea, N. (2011). An analysis of competition in young tennis players. *European Journal of Sport Science*, 11, 39–43.
- Triolet, C., Benguigui, N., Le Runigo, C., & Williams, M. (2013). Quantifying the nature of anticipation in professional tennis. *Journal of Sports Sciences*, 31(8), 820–830.

Uлага, M. (1999). *Povezanost morfoloških, motoričnih in psiholoških dimenzij z uspešnostjo v športnem plezanju* (Magistrska naloga). Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, Ljubljana.

Unierzyski, P. (2000). Endurance in tennis - a complex approach. V S. J. Haake & A. Coe (Ur.), *Tennis Science & Technology* (str. 429–433). London: Blackwell Science Ltd.

Unierzyski, P., & Szanca, M. (2006). Can notational analysis be used as a talent identification tool? A case study. V S. Miller & J. Capel-Davies (Ur.), *Tennis Science and Technology* (str. 317–322). London: International Tennis Federation.

Unierzyski, P., & Wieczorek, A. (2004). Comparison of tactical solutions and game patterns in the finals of two grand slam tournaments in tennis. V A. Lees, J. F. Kahn, & I. Maynard (Ur.), *Science and Racket Sports III* (str. 169–174). London: Routledge.

US Open. (2014). Pridobljeno 25. marec 2015., od http://2014.usopen.org/en_US/about/history/years.html

US Open. (2015). Pridobljeno 11. november 2015., od http://www.usopen.org/en_US/scores/completed_matches/day20.html

USTA. (1996). *Tennis Tactics: Winning Patterns of Play*. Champaign: Human Kinetics.

Ušaj, A. (1996). *Kratek pregled osnov športnega treniranja*. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.

Uzu, R., Shinya, M., & Oda, S. (2009). A split-step shortens the time to perform a choice reaction step-and-reach movement in a simulated tennis task. *Journal of sports sciences*, 27(12), 1233–1240.

Verlinden, M., Van Ruyskensvelde, J., Van Gorp, B., De Decker, S., Goossens, R., & Clarijs, J. P. (2004). Effect of gender and tennis court surface properties upon strategy in elite singles. V A. Lees, J. F. Kahn, & I. W. Maynard (Ur.), *Science and Racket Sports III* (str. 163–168). London: Routledge.

Vescovi, J. D., & McGuigan, M. R. (2008). Relationships between sprinting, agility, and jump ability in female athletes. *Journal of Sports Sciences*, 26(1), 97–107.

Vučković, G. (2002). *Merske značilnosti in uporabnost sistema za sledenje gibanj igralcev na squash tekamah* (Magistrsko delo). Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, Ljubljana.

Vučković, G. (2005). *Tehnično-taktične značilnosti igranja različno kakovostnih skupin igralcev squasha* (Doktorska disertacija). Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana.

Vučković, G., Dežman, B., Erčulj, F., Kovačič, S., & Perš, J. (2003). Comparative movement analysis of winning and losing players in men's elite squash = Primerjalna analiza gibanja zmagovalcev in poražencev pri vrhunskih igralcih squasha. *Kinesiologia Slovenica*, (9), 74–84.

Vučković, G., Dežman, B., Erčulj, F., Kovačić, S., & Perš, J. (2004). Differences between the winning and the losing players in a squash game in terms of distance covered. V A. Lees, J.-F. Kahn, & I. W. Maynard (Ur.), *Science and Racket Sports III* (str. 202–207). London; New York: Routledge.

Vučković, G., Perš, J., & Dežman, B. (2006). Razvoj avtomatskega sledenja gibanj igralcev na tekmah in obdelave zbranih podatkov = The development of automatic tracking of movements of athletes and methods of editing gathered data. *Šport*, 27–30.

Vučković, G., Perš, J., James, N., & Hughes, M. D. (2010). Measurement error associated with the SAGIT/Squash computer tracking software. *European Journal of Sport Science*, 10(2), 129–140.

Weber, K., Pieper, S., & Exler, T. (2007). Characteristics and significance of running speed at the Australian Open 2006 for training and injury prevention. *Medicine and Science in Tennis*, 12(1), 14–17.

Wimbledon. (2015). Pridobljeno 11. november 2015., od http://www.wimbledon.com/en_GB/scores/results/day21.html

Young, W. B., James, R., & Montgomery, I. (2002). Is muscle power related to running speed with changes of direction? *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 42(3), 282–288.

Young, W. B., McDowell, M. H., & Scarlett, B. J. (2001). Specificity of sprint and agility training methods. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(3), 315–319.

Zečić, M. (2012). *Predikcija uspešnosti vrhunskih tenisača na osnovu situacijskih parametara igre: sekularni trendovi* (Doktorska disertacija). Sveučilište u Zagrebu, Kineziološki fakultet, Zagreb.

10 PRILOGA

10.1 Objavljen članek na temo doktorske disertacije

Kinesiologia Slovenica, 21(2), 39-50.

STROKE EFFECTIVENESS IN JUNIOR AND PROFESSIONAL TENNIS

Matjaž Stare ⁽¹⁾, Uroš Žibrat ⁽²⁾, Aleš Filipčič ⁽³⁾

⁽¹⁾ Matjaž Stare, self-employed tennis coach

⁽²⁾ Agricultural Institute of Slovenia

⁽³⁾ University of Ljubljana

Abstract

With the SAGIT/TENNIS system, we gathered tennis game data on the effectiveness of the serve, return of the serve and the base line game of seven male professional, eleven male and ten female junior tennis players. The purpose of the study was to find out whether there are any differences between groups of players in regards to the outcome and effectiveness of strokes in different game situations. A one-way ANOVA and the Tukey post-hoc test was employed to assign specific differences between the groups. On average, matches lasted for one hour; duration of the rallies was on average 4.4 to 7.3 seconds; and in each rally, there were 3 to 5.3 shots performed. The percentage of the active part of the game lasted from 18 % to 27.6 %, with more than half of the points ending before 5 seconds. Professional tennis players achieved a higher number of aces with their first serve. Female junior (6 %) and professional tennis players (7.6 %) had a significantly higher percentage of successful second serves and were more successful in executing returns on the second serve. Professional tennis players played much more offensively on the base line, which was evident from their significantly lower percentage of successful shots; in addition, they used the backhand slice more frequently to change the rhythm of the game. The applied system enables the identification of game patterns and situations, and thus more targeted planning in training.

Key words: tennis players, match notation, performance analysis

Izvleček

S sistemom SAGIT/TENNIS smo za sedem profesionalnih igralcev, deset mladih igralcev in deset teniških igralk zbrali podatke o igralni učinkovitosti servisa, reterna in udarcev na osnovni črti. Z enosmerno analizo variance in Tukey testom smo želeli ugotoviti, ali obstajajo razlike med skupinami igralcev z vidika učinkovitosti v različnih igralnih situacijah. Tekme so v povprečju trajale 1 uro, točke od 4,4 do 7,3 s in v vsaki točki je bilo izvedenih od 3 do 5,3 udarcev. Odstotek aktivnega dela tekme je znašal od 18 % do 27,6 % in več kot polovica točk se je končala znotraj 5 s. Profesionalni teniški igralci so dosegli višje število asov s prvim servisom. Mlade igralk (6 %) and profesionalni teniški igralci (7,6 %) so imeli značilno višji odstotek uspešnih drugih servisov in so bolj uspešni pri izvajanju bekend reterna na drugi servis. Profesionalni teniški igralci na osnovni črti igrajo bistveno bolj napadalno, kar se kaže v značilno nižjem odstotku uspešnih udarcev. Pogosteje uporabljajo bekend slajz udarec s katerim spreminjajo ritem igre. Uporabljen sistem omogoča prepoznavanje igralnih vzorcev in situacij in s tem bolj usmerjeno načrtovanje treninga.

Ključne : teniški igralci, notacija tekme, analiza učinkovitosti

Introduction

Game characteristics

Tennis is an open skill sport in which players constantly make decisions related to the positioning and types of shots to be played (O'Donoghue in Ingram, 2001). Notational (Downey, 1992) and performance analysis (Hughes in Bartlett, 2002; Hughes in Clarke, 1995) are methods that analyse both dynamic and complex situations in a sport. Match analysis is an area of sports science and describes the performance in a particular match. A player's performance can be defined with performance success on national or international ranking lists, or through performance indicators that are recorded or monitored during the tennis match. As Hughes, Hughes and Behan (2007) have identified, we can record tactical, technical, movement and performance indicators, with which we can create databases and modelling.

In this study we will focus on tactical performance indicators, which accompany performance success of tennis players from the standpoint of stroke effectiveness. Studies which dealt with performance indicators analysed serve performance (O'Donoghue in Ingram, 2000; Furlong, 1995; Hughes in Clarke, 1995; O'Donoghue in Ballantyne, 2004; O'Donoghue in Ingram, 2001; Hernández-Davo, Urbán, Sarabia, Juan-Recio in Moreno, 2014; Gillet, Leroy, Thouvarecq in Stein, 2009); effectiveness of the return of serve (Gillet, et al., 2009; Hizan, Whipp in Reid, 2010); base line game characteristics (Hughes in Clarke, 1995; Carvalho et al., 2013; Johnson, McHugh, Wood in Kibler, 2006; Martínez-Gallego et al., 2013; Unierzyski in Wieczorek, 2004; Vergauwen, Spaepen, Lefevre in Hespel, 1998; Vergauwen, Madou in Behets, 2004; Morante in Brotherhood, 2005); correlation of serve; return of serve and net game (Hughes in Franks, 2004; Brown in O'Donoghue, 2008); and, finally, the strategies of how to balance the number of errors in the game (Brody, 2006).

There are not many studies that have considered all types of strokes through an analysis of tennis matches. The majority of studies have addressed the efficiency of the serve and of the return of serve. Vergauwen, et al., (1998) found in laboratory conditions that international level tennis players serve and return faster and more precisely than national level players. They are also more successful in neutral rallies and play forehand

and backhand faster. Comprehensive load analysis of tennis players in three Grand Slam (GS) tournaments (US Open, French Open, Wimbledon) was conducted by Johnson and McHugh (2006), who found that tennis players on hard courts performed on average 17.9 shots per game; on clay 21; and on grass, 16 shots, when serving. For the return of serve, tennis players on average hit 12.2 shots on hard courts, 14.8 on clay, and 10.4 on grass. Detailed data on the number of shots on hard courts show that tennis players in each game performed 2 forehand and 3.2 backhand returns; 3.2 forehands and 2.5 backhand topspins; 0.2 forehand and 0.9 backhand slices; 0.04 forehand and 0.09 backhand volleys. Fernandez-Fernandez, Sanz-Rivas, Fernandez-Garcia and Mendez-Villanueva (2008) did not detect any significant differences in physiological parameters in the serving and receiving games of female tennis players.

Katic, Milat, Zagorac and Djurovic (2011) found that game winners on grass achieved significantly more aces, less double faults and unforced errors, which is not the case in Grand Slam tournaments on clay. On clay, men performed 52.7 % forehands and women, 49.3 %; while on grass, the share of forehands is 41.4 % for men, and 48.7 % for women. On both surfaces, women made more double faults and achieved a lower percentage of aces. Men achieved less points from their opponent's unforced errors on both surfaces (Men/Clay = 70.59 %; Women/Clay = 72.75 %; Men/Grass = 61.23 %; and Women/Grass = 72.91 %); and on grass, they achieved a higher percentage of net points than women (Verlinden et al., 2004). The analysis of net approaches on U.S. Open showed that the distribution of performance indicators is normal for an individual player's performance, but that is certainly not the case when comparing more players (O'Donoghue, 2006). Djurovic, Lozovina, and Pavicic (2009) detected that on hard court, the Grand Slam tournament factors that have the greatest impact on the player who wins a game are: the total number of break points, the serve speed and the lowest percentage of unforced errors and double faults. Martínez-Gallego et al., (2013) using the SAGIT system, found that game losers cover less distance, move faster and spend more time in the defensive court zone, which is due to the fact that game winners play a more aggressive game and spend more time near the base line.

Video motion tracking in sports is an established method for capturing and analysing the activities of athletes in basketball, handball, soccer and squash. In tennis, Petkovic, Jonker,

and Zivkovic (2001) presented the possibility of recognizing different classes of tennis strokes using automatic learning capability. Filipcic, Pers and Klevisar (2006) established the scope of movement of junior tennis players during the game with the help of the SAGIT system. Hurnik, Unierzyski and O'Donohue (2008) verified the potential in the reliability of a computerised notational analysis system for recording the bounce placement of tennis balls on the court. Martínez-Gallego, et al. (2013) have not detected any significant differences between the winners and losers in ATP tournaments in offensive and defensive zone movement and in the application of cross court and down-the-line shots. Terroba, Kusters, Varona, and Manresa-Yee (2013) transcoded the television footage of tennis matches into discrete temporal data and set the optimal winning strategy for each player.

Based on data, which was gathered by video analysis of tennis matches, we compared three quality groups of male and female players in this study: Association of Tennis Professional, or ATP, players; boys 14inunder; and girls 14inunder. The first aim of the study was to determine the performance success of male and female tennis players in three game situations: serve, return of serve and base line game. We wanted to find out whether there are any differences between groups of players from the standpoint of the outcomes and effectiveness of strokes in different game situations.

Sample of matches and participants

The institutional Human Ethics Committee approved the experimental design and protocol prior to data collection. Matches (n = 15) were recorded at the national championship for boys (B14) and girls 14inunder (G14) and tournament for professional tennis players (ATP) on Rebund Ace GS surface in an indoor tennis facility. All the participants (n = 28) were considered as highly trained and ranked on national (14inunder players) or professional ranking list (male ATP players).

Table 1:

Mean ($\pm$ SD, range) age, height, weight, national and professional ranking

Group	N	Age (years)	Height (cm)	Mass (kg)	Ranking (mean, min, max)
B14	11	13.8 $\pm$ 0.7	176 $\pm$ 7.5	67.6 $\pm$ 11	7 (1 – 17) *
G14	10	14.1 $\pm$ 0.5	162.2 $\pm$ 8.4	52.1 $\pm$ 4.4	4.6 (1 – 18) *
ATP	7	18.3 $\pm$ 4.7	181.4 $\pm$ 9.5	75 $\pm$ 7.7	380 (121 – 1020) **

Note: * national ranking, ** ATP ranking.

Procedure

During the tournament all matches were recorded with fixed SVHS video cameras (Ultrak CCD Color KC 7501 CP) with the frequency of capturing input images at 25 Hz. Each camera was fastened to the ceiling; therefore, its wide-angled lens (Ultrak KL 28141s 2.8 mm, Japan) covered the entire half of the court. The video recordings were digitized using the Video DC30* video digitizer hardware (Miro, Germany) with a resolution of 384x576 at 2 MB s² data rate, while processing was carried out at a resolution of 384 x 288 pixels. The accuracy of the SAGIT system was verified in the study Filipcic, Filipcic and Pers (2009) and Vuckovic, Pers, James and Hughes (2010).

The digital images were processed with the SAGIT/TENNIS tracking system using a computer vision method (Pers, Bon, Kovacic, Sibila in Dezman, 2002; Vuckovic, et al., 2010). The conversion into numerical data was carried out in the following steps: (1) recording tennis matches; (2) re-recording and compression of the recordings into digital format; (3) calibration of the recordings (time and space calibration); (4) data processing with the SAGIT/TENNIS tracking system (notation of players movement, split step, strokes and outcomes and match and time characteristics)—and exporting into a data base; and (5) processing data with the statistical programme.

Using the SAGIT/TENNIS, we gathered data on time, game parameters and efficiency of strokes, divided into three game situations: serve, return of serve and base line and net game. Net game strokes (volley, drive volley, overhead smash) were not included in the study due to their low frequency, as is the case also in the study (Johnson, et al., 2006). Efficiency was by each stroke observed through four possible stroke outcomes: error in the net (EN), error in the out (EO), successful stroke (IN) and winner (WIN). Descriptive

statistics (min, max, mean, $\pm$ SD) are reported for the measured variables. The 1-way analysis of variance (ANOVA) was used to determine the differences between stroke effectiveness in three game situations. The Tukey post-hoc test was employed to assign specific differences between male and female junior and male professional tennis players. The SPSS statistical software package (version 21, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) was used for statistical calculations. The level of statistical significance was set at $p = 0.05$.

Results

Matches of professional tennis players lasted the longest. They also played the highest number of rallies; however, they lasted, on average, only 4.4 seconds, and the players, on average, performed 3 strokes per rally. The active game time lasted only 18 % of the total match time, with 67.2 % points ending in less than 5 seconds. Less than 1 % of points lasted more than 20 seconds.

From the standpoint of time parameters, the matches of male and female junior tennis players had very similar characteristics. Matches, on average, lasted for one hour, and the duration of the rallies was on average 7.3 to 6.3 seconds. Also similar was the percentage of the active part of the game in comparison to the total duration of the match. More than half of the points ended in less than 5 seconds. On average, male tennis junior players performed a higher number of strokes than female junior tennis players; consequently, they also played more strokes per rally on average.

Table 2:

Match and time parameters for male, female junior and professional tennis players

PG	MP	MD	R	RD	EPT	R5	R5-10	R10-20	R20+	SIM	SIR
B14	6	65.4	145.2	7.3	27.6	51.5	22.8	19	6.7	768.7	5.3
G14	5	59.8	133.8	6.3	23.5	56.8	23.6	14.8	4.8	572.4	4.3
ATP	5	81.0	193	4.4	18	67.2	23.4	8.7	0.8	569.6	3.0

Legend: MP: Matches played, MD: Match duration (min), R: Rallies, RD: Rally duration (s) EPT: Effective playing time (%), R5: Rallies $\leq$ 5 s, R5-10: Rallies 5 – 10 s, R10-20: Rallies 10-20 s, R20+: Rallies $\geq$ 20 s, SIM: Strokes in a match, SIR: Strokes in a rally

In the first game situation we analysed the efficiency of the first (1S) and second serves (2S); in the second, the efficiency of the forehand (1SF, 2SF) and backhand in the return

of serve (1SB, 2SB) after the first and second serves; and in the third, the efficiency of topspin forehand, topspin backhand, the slice forehand and slice backhand. Descriptive statistics are presented in table 2.

The results of the ANOVA and the Tukey post-hoc tests (Table 3) show that players in the three groups significantly differ in the percentage of achieved aces. Professional tennis players achieved a higher number of aces with their first serve. Female junior and professional tennis players have a significantly higher percentage of successful second serves than male junior tennis players.

Table 3:
Differences between players' groups in first and second serve outcomes

	Group	Min	Max	Mean	SD	F	p	B14	G14	ATP
1S	EN	B14	0.33%	3.32%	1.36%	3.24	0.05		0.06	0.46
		G14	1.09%	12.37%	3.69%			3.40		1.69
		ATP	0.46%	3.92%	2.52%			1.70	0.46	
	EO	B14	0.46%	4.43%	1.94%	3.42	0.05		0.20	0.05
		G14	0.54%	8.05%	3.30%			2.49		1.00
		ATP	0.92%	6.30%	3.85%			3.49	0.76	
	IN	B14	5.51%	11.16%	8.79%	1.34	0.28		0.30	0.58
		G14	5.75%	17.54%	10.82%			2.14		0.72
		ATP	6.10%	14.88%	10.14%			1.42	0.87	
2S	ACE	B14	0.00%	0.93%	0.23%	13.02	0.00 *		0.98	0.00 *
		G14	0.00%	2.29%	0.29%			0.30		6.40
		ATP	0.00%	2.74%	1.57%			6.70	0.00	
	EN	B14	0.00%	1.23%	0.42%	2.47	0.10		0.17	1.00
		G14	0.00%	1.72%	0.86%			2.64		2.74
		ATP	0.00%	1.39%	0.40%			0.10	0.15	
	EO	B14	0.00%	1.65%	0.53%	0.75	0.48		0.96	0.60
		G14	0.00%	1.61%	0.59%			0.38		1.75
		ATP	0.00%	0.79%	0.34%			1.37	0.44	
	IN	B14	1.27%	5.33%	3.44%	15.76	0.03		0.01 *	0.00 *
		G14	2.19%	8.90%	5.97%			4.76		2.99
		ATP	5.32%	9.46%	7.55%			7.75	0.11	
	ACE	B14	0.00%	0.30%	0.03%	0.77	0.48		0.49	0.79
		G14	0.00%	0.56%	0.11%			1.64		0.70
		ATP	0.00%	0.35%	0.07%			0.94	0.87	

Players in the three groups differed significantly (Table 4) in their percentage of backhand returns on the first serve (error out), forehand returns on the second serve (in, winner) and backhand returns on the second serve (in). Professional tennis players are more successful in executing forehand returns on their second serve and achieve more winners

with this stroke. Female and professional tennis players made significantly less net errors with backhand returns of serve on their opponent's first serve and were significantly more effective in executing backhand returns on the second serve.

Table 4:

Differences between players' groups in the return of first and second serve outcomes for forehand and backhand strokes

	Group	Min	Max	Mean	SD	F	p	B14	G14	ATP
1SF	EN	B14	0.19%	0.90%	0.47%	2.54	0.10		0.12	0.33
		G14	0.00%	2.82%	1.03%			2.92		0.87
		ATP	0.52%	1.22%	0.86%			2.05	0.81	
	EO	B14	0.19%	0.74%	0.42%	1.36	0.27		0.29	0.61
		G14	0.00%	2.26%	0.73%			2.17		0.81
		ATP	0.26%	1.46%	0.61%			1.35	0.83	
	IN	B14	0.94%	3.84%	2.16%	2.24	0.13		0.41	0.12
		G14	1.14%	5.08%	2.71%			1.83		1.08
		ATP	1.83%	4.16%	3.04%			2.91	0.73	
	WIN	B14	0.00%	0.93%	0.42%	0.15	0.86		0.95	0.96
		G14	0.00%	1.11%	0.37%			0.42		0.80
		ATP	0.00%	1.33%	0.47%			0.39	0.84	
1SB	EN	B14	0.24%	1.85%	0.97%	2.53	0.10		0.92	0.18
		G14	0.19%	3.23%	1.09%			0.57		3.15
		ATP	0.23%	0.73%	0.43%			2.59	0.08	
	EO	B14	0.49%	1.85%	1.23%	10.44	0.00 *		0.00 *	0.00 *
		G14	0.00%	1.13%	0.58%			5.05		0.55
		ATP	0.26%	1.22%	0.51%			5.60	0.92	
	IN	B14	1.02%	4.14%	2.93%	0.86	0.44		0.69	0.43
		G14	1.64%	8.47%	3.54%			1.18		0.61
		ATP	2.13%	7.66%	3.85%			1.78	0.90	
	WIN	B14	0.19%	1.39%	0.48%	0.79	0.46		0.56	1.00
		G14	0.00%	1.71%	0.71%			1.46		1.59
		ATP	0.00%	1.39%	0.46%			0.13	0.51	
2SF	EN	B14	0.00%	0.49%	0.29%	2.42	0.11		0.13	0.34
		G14	0.00%	1.09%	0.52%			2.84		0.80
		ATP	0.00%	0.91%	0.45%			2.04	0.84	
	EO	B14	0.00%	1.11%	0.39%	0.11	0.90		0.92	0.93
		G14	0.00%	2.30%	0.48%			0.57		0.06
		ATP	0.00%	1.22%	0.47%			0.51	1.00	
	IN	B14	0.39%	2.37%	1.13%	9.79	0.00 *		0.29	0.00 *
		G14	0.57%	3.14%	1.63%			2.17		4.12
		ATP	1.59%	3.72%	2.58%			6.29	0.02	
	WIN	B14	0.00%	0.66%	0.30%	7.23	0.00 *		0.84	0.01 *
		G14	0.00%	1.09%	0.22%			0.80		5.27
		ATP	0.26%	1.15%	0.73%			4.47	0.00	
2SB	EN	B14	0.00%	0.74%	0.13%	1.91	0.17		0.21	0.37
		G14	0.00%	0.82%	0.33%			2.47		0.54
		ATP	0.00%	0.62%	0.29%			1.93	0.92	

EO	B14	0.00%	0.93%	0.29%	0.00	0.57	0.57		0.66	1.00
	G14	0.00%	1.69%	0.46%	0.01			1.24		1.35
	ATP	0.00%	0.73%	0.27%	0.00			0.11	0.61	
IN	B14	0.19%	1.67%	0.89%	0.00	9.64	0.00 *		0.02 *	0.00 *
	G14	0.57%	5.00%	2.05%	0.01			4.11		1.79
	ATP	1.33%	3.98%	2.55%	0.01			5.90	0.43	
WIN	B14	0.00%	0.60%	0.19%	0.00	0.25	0.78		0.83	0.83
	G14	0.00%	1.11%	0.27%	0.00			0.82		0.01
	ATP	0.00%	0.69%	0.27%	0.00			0.83	1.00	

On the base line, players of our three groups (Table 5) significantly differed in their percentage of net errors and successful forehand topspins, forehand slices (error net, error out and in), backhand topspins (winning) and backhand slices (error net, out in). Female junior tennis players had a significantly lower percentage of net errors with the forehand topspin. As for professional tennis players, they had a lower percentage of the same shot executed into the court. Female junior tennis players had a lower percentage of backhand topspin wins than the other two groups of players. In the efficiency of their forehand slice, male junior tennis players (Table 6) differed significantly in net and out errors and in successfully executed shots, while in the execution of the backhand slice, professional tennis players differed significantly from the other two groups in their percentage of successful strokes, errors in net and out.

Table 5:

Differences between players' groups in forehand topspin and slice outcomes

EN	B14	1.03%	6.35%	3.10%	0.02	3.99	0.03 *		0.04 *	0.21
	G14	0.56%	2.69%	1.54%	0.01			3.69		1.24
	ATP	1.05%	3.94%	2.07%	0.01			2.45	0.66	
EO	B14	1.45%	5.94%	3.72%	0.01	2.98	0.07		0.21	0.08
	G14	1.09%	3.80%	2.76%	0.01			2.44		0.75
	ATP	0.61%	4.14%	2.47%	0.01			3.19	0.86	
IN	B14	13.48%	31.09%	23.25%	0.05	5.05	0.01		0.95	0.01 *
	G14	15.71%	30.36%	22.55%	0.06			0.41		3.85
	ATP	9.91%	23.87%	15.96%	0.05			4.26	0.03	
WIN	B14	0.37%	4.63%	2.56%	0.01	1.84	0.18		0.20	0.44
	G14	0.00%	4.57%	1.49%	0.02			2.48		0.73
	ATP	0.79%	3.39%	1.81%	0.01			1.75	0.86	
EN	B14	0.19%	5.35%	1.83%	0.02	7.96	0.00 *		0.00 *	0.04 *
	G14	0.00%	0.57%	0.08%	0.00			5.14		1.44
	ATP	0.00%	2.17%	0.57%	0.01			3.70	0.57	
EO	B14	0.19%	3.24%	1.69%	0.01	14.22	0.00 *		0.00 *	0.00 *
	G14	0.00%	0.55%	0.07%	0.00			6.75		1.49
	ATP	0.00%	1.57%	0.43%	0.01			5.26	0.55	

IN	B14	0.03%	1.66%	0.09%	0.02	16.91	0.02 *		0.00 *	0.00 *
	G14	0.00%	1.11%	0.50%	0.00			0.69		0.41
	ATP	0.45%	1.83%	0.97%	0.01			0.65	0.96	
WIN	B14	0.00%	0.29%	0.06%	0.00	0.00	0.96		0.96	
	G14	0.00%	0.57%	0.06%	0.00			0.07		
	ATP	0.00%	0.00%	0.00%	0.00					

Note: Min, Max, Mean - arithmetic mean for players' group and stroke outcomes, F - value, * p<0.05, Tukey's pairwise comparisons: Q below diagonal, p (same) above diagonal, * p<0.05.

Table 6:

Differences between players' groups in backhand topsin and slice outcomes

	Group	Min	Max	Mean	SD	F	p	B14	G14	ATP
BTS	EN	B14	0.21%	7.01%	2.41%	0.67	0.52		0.69	0.95
		G14	0.00%	4.60%	1.77%					1.61
		ATP	0.73%	4.53%	2.66%			1.17	0.50	
	EO	B14	0.93%	5.90%	2.62%	0.45	0.64	0.39	0.78	0.96
		G14	1.09%	4.60%	2.14%					1.33
		ATP	1.04%	7.32%	2.82%			0.94	0.62	
	IN	B14	10.04%	26.11%	17.51%	2.60	0.09		0.76	0.25
		G14	7.60%	24.86%	19.19%			1.00		3.32
		ATP	7.66%	18.33%	13.60%			2.32	0.07	
BSL	WIN	B14	0.19%	2.93%	1.44%	7.16	0.00 *		0.03 *	0.64
		G14	0.00%	1.09%	0.34%					5.21
		ATP	0.79%	3.34%	1.80%			3.93	0.00	
	EN	B14	0.00%	1.14%	0.38%	7.08	0.00	4.62	0.94	0.01
		G14	0.00%	1.08%	0.28%					5.08
		ATP	0.35%	3.89%	1.34%			0.46	0.00	
	EO	B14	0.00%	1.15%	0.37%	8.10	0.00 *		0.42	0.02 *
		G14	0.00%	0.56%	0.13%					5.87
		ATP	0.26%	1.86%	0.89%			1.82	0.00	
	IN	B14	0.00%	3.69%	1.39%	17.86	0.01 *		0.92	0.00 *
		G14	0.00%	3.98%	1.75%			0.55		0.74
		ATP	1.00%	10.40%	6.60%			0.79	0.00	
	WIN	B14	0.00%	0.21%	0.02%	3.17	0.06		0.81	0.05
		G14	0.00%	0.56%	0.11%					2.65
		ATP	0.00%	1.52%	0.40%			0.88	0.17	

Note: Min, Max, Mean - arithmetic mean for players' group and stroke outcomes, F - value, * p<0.05, Tukey's pairwise comparisons: Q below diagonal, p (same) above diagonal, * p<0.05.

Discussion

Notation of tennis matches allows a deeper insight into time and game parameters. The time statistics of professional tennis players are comparable to the measurements of

(Fernandez-Fernandez, et al., 2008) female players on the same playing surface (rally duration = 7.2. strokes per rally = 2.5, effective playing time = 21 %, rallies ≥ 6 s = 51 %).

There are fewer studies that have analysed the time and game parameters of junior tennis players. Torres-Luque, Cabello-Manrique, Hernández-García and Garatachea (2011) analysed 16-year-old male and female players, where on average, junior tennis players on hard court played 208 rallies per match. In 9 seconds, they played 5.2 strokes on average, and their effective playing time amounted to 31.5 %. The duration of the point and number of strokes used are to a great extent correlated with ball flight characteristics: with the direction, depth, height, rotation and speed of the ball. More indirect influences include: the match duration, the number of rallies, the total number of strokes, and the effective playing and resting time (an area in which professional tennis players differ from junior players).

Professional tennis players, as expected, achieved a significantly higher number of aces than junior players; compared to other studies, however, (O'Donoghue in Ingram, 2001; Katic, et al., 2011; Cross in Pollard, 2011) the values were significantly lower. In the mentioned studies, not all of the strokes were analysed, namely just the first and the final stroke; while in our study, all of the strokes performed in a match were analysed. Professional tennis players used their technical competency to perform the serve; they were also in optimal physical condition and had the ability to disguise the tactical intention, which enabled them to serve seven aces per match on average. As researchers have already discovered (O'Donoghue in Ingram, 2001), the efficiency of the serve is also influenced by the speed of playing surface.

We wanted to also explore from the viewpoint of a tennis coach whether players differed, by gender and ability group in the type of errors (net, out), where the belief is, that the net error is "worse" than the out error. In this regard, professional and female junior tennis players differed significantly in the efficiency of their backhand return on their first and second serves. The efficiency of their return of serve was influenced by three factors: perceptual abilities (Williams, 2009; Williams, Ford, Eccles in Ward, 2010); anticipation (Hurnik, et al., 2008); and technical skills (Elliott, Reid in Crespo, 2003). Because they have more experience and despite their opponent's faster serves, professional tennis players

are capable of putting a higher percentage of serves in. These players more easily resolve game situations, where they need to adapt to the direction, speed and rotation of the serve. Professional tennis players have a clear tactical intention to take initiative in the game after the second serve, as witnessed by a significantly higher percentage of forehand return winners on their second serve. On the other hand, as Johnson, et al. (2006) identify, the server more frequently wants to direct their second serve to the opponent's backhand. Reid, McMurtrie and Crespo (2010) conclude that there is a strong association between the winning percentage of the first and second serve and the return on first and second serve.

The base line game highlights efficiency, along with the before mentioned ball characteristics, tactical strategy and shot selection. Female junior players, due to the trajectory of higher ball flight from their forehand topspin, made significantly less net errors. In accordance with the general findings of tennis coaches, junior female players in the age categories of 12inunder and 14inunder play less aggressively, but therefore more consistent, with few unforced errors in their base line game. This is also consistent with a significantly lower percentage of achieved winners with the topspin backhand, which again points to a defensive game style.

An offensive game style, which is prevalent in modern tennis, is defined by a combination of tactical intentions: playing balls early after the bounce and closer to the net, playing sharp cross court and opening the court, sudden direction change, use of the dominant stroke, playing higher, strongly-rotated and deep balls, changing the pace, hiding the tactical intention and optimal covering of the court. Ultimately, as Smekal et al., (2001) detect, a player's game style is, to a great extent, also influenced by the opponent's game style, gender, court surface and weather conditions. Obviously in base line games, professional tennis players use some of the above-listed tactical intentions. Their professional game is much more offensive, which is evident through the lower number of successful strokes, both with the forehand as well as the backhand topspins. Interestingly, professional and female tennis players use the forehand slice more efficiently, especially in defensive situations. Even more evident is the fact that professional tennis players often use their backhand slice as a stroke, with which they change the rhythm of the game, and thereby challenge their opponent's timing.

Finally, the proper ratio between a player's unforced errors, on the one hand, their opponent's forced errors—and that player's winners on the other hand, defines the player's offensive or defensive game style, which is identified as *aggressive margin* (Bernardini, De Vito, Falvo, Marino in Montellanco, 1998; Smekal, et al., 2001).

This study did not address the spatial analysis of the execution of strokes (via a player's position and stroke ball bounce), stroke speed and game analysis from the perspective of results and specific mental conditions (breaks or game points etc.).

Conclusions

Match notation and statistics are used by a growing number of tennis coaches in order to analyse the efficiency of their players. By using different technologies, which are becoming more and more widely available, coaches are able to access data to better interpret unseen game patterns and dynamics of players, which in turn, better informs their coaching practice. This permits them to adapt their coaching to target the specific individual needs of each player as they plan and implement their training process.

Acknowledgement

This study was supported by a grant from the programme group »Kinesiology of monostructural, polystructural and conventional sports« Faculty of sport, University of Ljubljana.

References

- Bernardini, M., De Vito, G., Falvo, M. E., Marino, S. in Montellanco, F. (1998). Cardiorespiratory adjustment in middle-level tennis players: Are long-term cardiovascular adjustments possible? In A. Lees, I. Maynard, M. Hughes in T. Reilly. *Science and racket sports II* (pp. 20-26). London: E in FN Spon.
- Brody, H. (2006). Unforced errors and error reduction in tennis. *Br J Sports Med*, 40, 397-400.
- Brown, E. in O'Donoghue, P. O. (2008). Gender and Surface Effect on Elite Tennis Strategy. *ITF Coaching and Sport Science Review*, 15(46), 9-11.
- Carvalho, J., Araújo, D., Travassos, B., Esteves, P., Pessanha, L., Pereira, F., et al. (2013). Dynamics of players' relative positioning during baseline rallies in tennis. *J Sports Sci*, 31(14), 1596-1605.
- Cross, R. in Pollard, G. (2011). Grand Slam men's singles tennis 1995-2009 Part 2: Points, games and sets. *ITF Coaching and Sport Science Review*, 53(19), 3-6.
- Djurovic, N., Lozovina, V. in Pavicic, L. (2009). Evaluation of Tennis Match Data - New Acquisition Model. *Journal of Human Kinetics*, 21, 15-21.
- Downey, J. (1992). The use of notational analysis in determining optimal strategies in sport. In M. Hughes, *Notational Analysis of Sport I and II* (pp. 3-18). Cardiff: UWIC.
- Elliott, B., Reid, M. in Crespo, M. (2003). *Biomechanics of advanced tennis*. London: ITF.
- Fernandez-Fernandez, J., Sanz-Rivas, D., Fernandez-Garcia, B. in Mendez-Villanueva, A. (2008). Match activity and physiological load during a clay-court tennis tournament in elite female players. *Journal of Sports Sciences*, 26(14), 1589-1595.
- Filipic, T., Filipic, A. in Pers, J. (2009). Comparative analysis of time, playing and movement factors between two different quality groups of wheelchair tennis player. In M. Kondric in A. Filipic. *Scientific approach in table tennis and tennis in Slovenia* (pp. 195-199). Toronto: Sport books publisher.
- Furlong, J. D. G. (1995). The service in lawn tennis: how important is it? In T. Reilly, M. Hughes in A. Lees. *Science and Racket Sports* (pp. 266-271). London: E in FN Spon.
- Gillet, E., Leroy, D., Thouwarecq, R. in Stein, J. F. (2009). A notational analysis of elite tennis serve and serve-return strategies on slow surface. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23 (2), 532-539.
- Hernández-Davo, H., Urbán, T., Sarabia, J. M., Juan-Recio, C. in Moreno, F. J. (2014). Variable training: effects on velocity and accuracy in the tennis serve. *J Sports Sci*, 32(14), 1383-1388.
- Hizan, H., Whipp, P. R. in Reid, M. (2010). Validation of Match Notation (A Coding System) in Tennis. *Journal of Quantitative Analysis in Sports*, 6 (3).

Hughes, M. D. in Bartlett, R. (2002). The use of performance indicators in performance analysis. *Journal of Sports Sciences*, 20, 739-754.

Hughes, M. D. in Clarke, S. (1995). *Surface effect on elite tennis strategy*. In T. Reilly, M. Hughes in A. Lees. *Science and Racket Sports* (pp. 272-277). London: E in FN Spon.

Hughes, M. D. in Franks, I. M. (2004). Notational Analysis of Sport: systems for better coaching. In P. O. O' Donoghue. *An Introduction to Performance Analysis of Sport*. London: Routledge.

Hughes, M. D., Hughes, M. T. in Behan, H. (2007). The evolution of computerised notational analysis through the example of racket sports. *International Journal of Sports Science and Engineering*, 1(1), 3-28.

Hurnik, E., Unierzyski, P. in O'Donoghue, P. O. (2008). Reliability of a computerised system for recording location on a tennis court. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 8 (3), 138-144.

Johnson, C. D. in McHugh, M. P. (2006). Performance demands of professional male tennis players. *Br J Sports Med.*, 40(8), 696-699.

Johnson, C. D., McHugh, M. P., Wood, T. in Kibler, B. (2006). Performance demands of professional male tennis players. *British Journal Of Sports Medicine*, 40(8), 696-699.

Katic, R., Milat, S., Zagorac, N. in Djurovic, N. (2011). Impact of Game Elements on Tennis Match Outcome in Wimbledon and Roland Garros 2009. *Coll. Antropol.*, 35(2), 341-346.

Martínez-Gallego, R. F., Guzmán, J., James, N., Pers, J., Ramón-Llin, J. in Vuckovic, G. (2013). Movement Characteristics of Elite Tennis Players on Hard Courts with Respect to the Direction of Ground Strokes. *Journal of Sports Science in Medicine*, 12 (2), 275-281.

Morante, S. in Brotherhood, J. (2005). Match characteristics of professional singles tennis. *Med Sci Tennis*, 10 (3), 12-13.

O'Donoghue, P. G. (2006). Variability in men's tennis singles tennis strategy at the US Open. In A. Lees, D. Cabello in G. Torres. *Science and Racket Sports IV* (pp. 232-238). Oxon: Routledge.

O'Donoghue, P. O. in Ballantyne, A. (2004). *The impact of speed of service in Grand Slam singles tennis*. Paper presented at the Science and Racket Sports III, London and New York.

O'Donoghue, P. O. in Ingram, B. (2001). A notational analysis of elite tennis strategy. *Journal of Sports Sciences*, 19 (2), 107-115.

O'Donoghue, P. O. in Ingram, B. (2000). Notational analysis of the cause of elite tennis players approaching the net in men's and ladies' singles at grand slam tournaments. In M. Hughes in F. Tavares. *Notational Analysis of Sports IV* (pp. 249-256). Porto: FCDEF.

Pers, J., Bon, M., Kovacic, S., Sibila, M. in Dezman, B. (2002). Observation and analysis of large-scale human motion. *Human Movement Science*, 21 (2), 295-311.

Petkovic, M., Jonker, W. in Zivkovic, Z. (2001). *Recognizing Strokes in Tennis Videos using Hidden Markov Models*. In: IASTED International Conference on Visualization, Imaging and Image Processing, VIIP 2001 (pp. 512-516). Marbella: IASTED/Acta Press.

Reid, M., McMurtrie, D. in Crespo, M. (2010). The relationship between match statistics and top 100 ranking in professional men's tennis. *International Journal of Performance Analysis of Sport*, 10, 131-138.

Smekal, G., Von Duvillard, S., Rihacek, C., Pokan, R., Hofmann, P., Baron, R., Tschan, H. in Bachi, N. (2001). A physiological profile of tennis match play. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33 (6), 999-1005.

Terroba, A., Kusters, W., Varona, J. in Manresa-Yee, C. S. (2013). Finding optimal strategies in tennis from video sequences. *Int. J. Patt. Recogn. Artif. Intell.*, 27(6). DOI: 10.1142/S0218001413550100

Torres-Luque, G., Cabello-Manrique, D., Hernández-García, R. in Garatachea, N. (2011). An analysis of competition in young tennis players. *European Journal of Sport Science*, 11(1), 39-43.

Unierzyski, P. in Wieczorek, A. (2004). *Comparison of tactical solutions and game patterns in the finals of two grand slam tournaments in tennis*. In A. Lees, J.-F. Kahn in I. W. Maynard. *Science and racket sports III* (pp. 169-174). Oxon: Routledge.

Vergauwen, L., Madou, B. in Behets, D. (2004). Authentic evaluation of forehand groundstrokes in young low- to intermediate-level tennis players. *Med Sci Sports Exerc*, 12, 2099-2106.

Vergauwen, L., Spaepen, A. J., Lefevre, J. in Hespel, P. (1998). Evaluation of stroke performance in tennis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30, 1281-1288.

Verlinden, M., Van Ruyskensvelde, J., Van Gorp, B., De Decker, S., Goossens, R. in Clarijs, J.-P. (2004). *Effect of gender and tennis court surface properties upon strategy in elite singles*. A. Lees, J.-F. Kahn in I. W. Maynard. *Science and racket sports III* (pp. 163-168). Oxon: Routledge.

Vuckovic, G., Pers, J., James, N. in Hughes, M. (2010). Measurement error associated with the SAGIT/Squash computer tracking software. *European Journal of Sport Science*, 10(2), 129-140.