



Jernej Rošker¹,
Mihaela Valič¹

Strategije vidnega zaznavanja vrhunskih in mladih igralcev tenisa med vračanjem servisa

Izvleček

Učinkovito vidno zaznavanje je pomembno za zgodnejše prepoznavanje smeri leta žoge med vračanjem teniškega servisa. V tej študiji smo želeli proučiti, ali so razlike v usmerjenosti vidne pozornosti na posamezne predele tekmeca med različno uspešnimi reterni ter ali so med opazovanimi predeli nasprotnika povezave. V študiji je sodelovalo 9 mladinskih in 5 vrhunskih teniških igralcev, pri katerih smo med vračanjem servisa s sledilci pogleda spremljali trajanje in usmerjenost fokusa fokalnega vida. Za vsakega preiskovanca smo naključno izbrali 10 taktično uspešnih, 10 taktično manj uspešnih in 10 reternov, v katerih je preiskovanec naredil napako. Razlike v trajanju usmerjenosti vidne pozornosti med tremi vrstami reternov smo preverjali z uporabo Kruskal-Wallisovega testa in post-hoc testa predznaka, povezave med pozornostjo, usmerjeno na posamezna področja tekmeca, pa s Spermanovim korelacijskim koeficientom. Razlike v usmerjenosti pogleda pri vrhunskih teniških igralcih so se pojavile v področju opazovanja vertikalnega leta žoge in spodnjega dela telesa v fazi izmaha po stiku z žogo. Pri mladinskih igralcih so bile razlike pri opazovanju roke in loparja v fazi priprave na servis in izmetne roke ter bokov v fazi vertikalnega meta žoge. Prepoznali smo pomembne povezave med posameznimi področji usmerjenosti vidne pozornosti, ki so se razlikovale med skupinama tenisačev.

Ključne besede: tenis, občutljivost, sledilni pogled, retern, fokalni vid



Visual search strategies in elite and junior tennis players during serve return

Abstract

Tennis serve return performance has been related to the ability to anticipate ball flight direction early in the serve. The aim of this study was to assess whether there are differences in the focal vision fixations to different areas of the opponent in relation to return performance and if there are relevant correlations between visual fixations to different areas on the opponent. Focal vision fixations were measured in nine junior and five elite tennis players during serve return. For each participant ten superior, ten inferior and ten returns resulting in error were randomly chosen. Differences between areas of visual fixations were studied using Kruskal-Wallis test and post-hoc sign test. Correlations were studied using Sperman correlation coefficient. Differences in focal vision fixations between returns of different category in elite tennis players were found for the area of vertical ball flight and lower body in the follow through phase. In junior tennis players, differences were found for visual fixations to racquet hand in the preparation phase and the throwing hand and hips during upwards toss phase. Important correlations were identified between visual fixations to different areas of the opponent but were different in the two groups of tennis players.

Keywords: tennis, sensitivity, tracking view, retern, focal vision

¹Fakulteta za vede o zdravju, Univerza na Primorskem, Koper

Uvod

Teniška igra postaja vse hitrejša in bistveno skrajšuje čas za pripravo in izvedbo gibanja in udarca. S tega stališča je še posebej zahtevno vračanje teniškega servisa, kjer sta se sposobnosti predvidevanja in sprotnega zaznavanja smeri leta žoge izkazali za pomemben dejavnik uspešnosti (Murray in Hunfalvay, 2017). Predvidevanje smeri, hitrosti in globine leta žoge temelji na izkušnjah, tehničnem znanju in sposobnosti usmerjanja pozornosti na pomembne izvore informacij, na podlagi katerih je mogoče prepoznati lastnosti leta žoge (Avilés idr., 2019; Triolet idr., 2013). Vendar literatura nakazuje, da predvidevanje lastnosti leta žoge ni edini ali najpomembnejši mehanizem za izvedbo uspešnega reterna. Pomembna je tudi sposobnost sprotne prilagajanja gibanja na podlagi zaznanih (zaznati žogo ali gibe tekmeča) in prepoznanih pomembnih informacij (pripisovanje pomena zaznanim informacijam), ki jih lahko reterner razbere iz tekmečeve drže telesa ter časovnih in prostorskih lastnosti vzorcev gibanja serverja (Triolet idr., 2013; Williams, 2009). Zaznavanje in prepoznavanje sta torej temelj predvidevanja prihajajoče trajektorije leta žoge in gibanja nasprotnika ter procesa za sprotno prilagajanje že začetega gibanja in sta ključna dejavnika uspešnosti v nalogah prestrezanja v različnih športnih disciplinah (Avilés idr., 2019; Navia idr., 2017).

Izkazalo se je, da mladi teniški igralci prepoznajo smer leta žoge z opazovanjem pronacije podlahti in iztega komolca ter lahko predvidijo tekmečeve namere že ob manjšem gibanju roke in loparja (Ida idr., 2011). To potrjujejo tudi Jackson in Mogan (2007) ter Torquato idr. (2016), ki so v svojih študijah pokazali, da so glava, zgornji del telesa in lopar najpomembnejši segmenti, kamor mora tenisač usmerjati vidno pozornost za uspešno vračanje tekmečevega servisa. Ida idr. (2019) so s proučevanjem vidnega zaznavanja profesionalnih in manj izkušenih teniških igralcev potrdili domnevo, da z opazovanjem loparja lahko predvidimo namere tekmeča oziroma smer leta žoge.

Lu idr. (2020) so v svoji študiji na igralcih namiznega tenisa pokazali, da kvalitetnejše igralne izkušnje (daljši tekmovalni staž in višja raven tekmovalja v športu) spodbujajo prilagoditve v osrednjem živčevju, ki omogočajo učinkovitejšo pripravo na gibalni odziv ter večjo občutljivost za zaznavo gibalnih značilnosti nasprotnika. Razlike med vrhunskimi igralci namiznega tenisa in začetniki so se pokazale v boljšem pred-

videvanju leta žogice ter v večji kortikalni aktivnosti tik pred stikom loparja z žogo in med samim opazovanjem leta žogice, kar nakazuje na učinkovitejše procese upravljanja udarca.

Pomembna omejitev merilnih pristopov, uporabljenih v navedenih študijah, je uporaba videoposnetkov, na katere se mora preiskovanec odzvati z nespecifičnim gibalnim odzivom, kot je stisk na gumb. Nevrofiziološke študije kažejo, da se med realno izvedbo gibalne naloge vključujejo drugačni mehanizmi zaznave, prepoznave in predvidevanja nasprotnikovega gibanja kot med opazovanjem posnetkov nasprotnika in izvedbo nespecifičnih gibalnih odzivov (Dicks idr., 2010; Müller in Abernethy, 2012). Za proučevanje usmerjenosti vidne pozornosti med realno izvedbo gibalne naloge na športnem igrišču se uporablja mobilne sledilnike pogleda.

Sledenje gibanju oči s prenosnimi sledilniki pogleda je neinvazivna metoda, kjer s sistemom infrardečih kamer merimo orientiranost očesnega zrklca glede na položaj glave. To omogoča določitev smeri usmerjenosti fokalnega vida in posledično področja v prostoru, na katera športnik usmerja svojo vidno pozornost (Duchowski, 2017). Gibanje oči in posledično fokalnega vida lahko ločimo v štiri ključne kategorije: tekoče sledenje premikajočemu se predmetu, hitri preskoki fokalnega vida ali sakade, mikrosakade ter fiksacije fokalnega vida na področja, ki jih želimo prepoznati (Taya idr., 2013).

Premikajočemu fokalnemu vidu praviloma sledi tudi vidna pozornost, kar ne drži vedno, kadar je fokalni vid stacionaren (Gonzalez idr., 2017). Stacionaren fokalni vid omogoča preusmeritev vidne pozornosti na širše področje, kar imenujemo pozornostno polje (Hüttermann in Memmert, 2017). Za to je značilno, da učinkovitost prepoznavanja lastnosti opazovanih predmetov upada s povečanjem oddaljenosti od mesta fokalnega vida. Velikost pozornostnega polja je odvisna od treniranosti posameznika in načeloma ni večja od 36° do 39° (približno 20 %) celotnega vidnega polja. Zato lahko s spremljanjem usmerjenosti in fiksacij fokalnega vida določimo območje, kamor bi posameznik lahko usmerjal pozornost, in ne zgolj pogled. Panchuk in Vickers (2006) navajata, da sledenje gibanju fokalnega pogleda omogoča prepoznavanje vidnih informacij, ki so za posameznika pomembne pred in med izvedbo gibalne naloge in lahko služijo kot pomembna povratna informacija za pripra-

vo potrebnih prilagoditev v gibanju. Ceyte idr. (2017) so primerjali značilnosti vidnega zaznavanja med teniški igralci, telovadci, plavalci, sabljači in nešportniki. Sabljači in teniški igralci so izkazali časovno ustrežnejše usmerjanje vidne pozornosti (zgodnje in pravočasno usmerjanje), medtem ko so teniški igralci med proučevanimi skupinami bili najučinkovitejši tudi pri nalogah sledilnega pogleda.

Človeške oči imajo najvišjo ločljivost približno pri eni do dveh stopinjah vidnega kota v področju fokalnega vida (Lebeau idr., 2016). V tem območju vidimo sliko najbolj razločno in ga imenujemo tudi osrednji vid, ki je odgovoren za zavestno prepoznavanje predmetov v vidnem polju (Taya idr., 2013). Sposobnost fiksacije fokalnega vida, ki traja najmanj 100 ms in je praviloma prisotna med uspešnejšo izvedbo nalog prestrezanja (Lebeau idr., 2016), je ključnega pomena pri prepoznavanju namere serverja in posledično predvidevanju trajektorije leta žoge. Namreč izvedba teniškega servisa dopušča tekmeču malo časa, v katerem lahko oceni smer leta žoge in začne začetni poskok (čas serverjevega gibanja do udarca žoge je okoli 1300 ms) ter gibanje v smeri točke udarca in izvedbe udarca (čas leta žoge proti reternerju 500–700 ms, od tega reterner žogo med letom spremlja približno 300–500 ms) (Jackson in Mogan, 2007; Müller in Abernethy, 2012; lastni podatki). Pri tem je treba upoštevati, da je latenca gibalnega odziva dolga najmanj 200 ms in navadno od nasprotnika zahteva sprejetje odločitve o smeri gibanja že pred začetkom leta žogice v nasprotnikovo polje (Triolet idr., 2013).

Murray in Hunfalvay (2017) sta proučevala strategije vidnega zaznavanja pri vrhunskih teniških igralcih in pri začetnikih. V njuni študiji se je izkazalo, da imajo vrhunski teniški igralci dalj časa trajajoče fiksacije fokalnega vida ter da je število fiksacij manjše kot pri začetnikih. Te ugotovitve so v svoji raziskavi potrdili tudi Sáenz-Moncaleano idr. (2018), kjer so primerjali strategije vidnega zaznavanja pri izkušenih in manj izkušenih teniških igralcih med izvajanjem reterna. Rezultati so pokazali, da izkušenejši igralci v primerjavi z manj izkušenimi izvedejo večje število boljših reternov ter imajo daljše trajanje fokalnega vida.

Cilj raziskave je bil vrednotiti strategije vidnega zaznavanja reternerjev z uporabo sledilnikov pogleda med izvajanjem serverjevega gibanja (do začetka sledenja žoge) pri slovenskih teniških igralcih. Pred-

videvali smo, da se bodo predeli serverja, na katere reterner usmerja svojo vidno pozornost, pomembno razlikovali med različno uspešnimi reterni ter da se bo usmerjenost fokalnega vida v določene predele serverja pomembno povezovala z usmerjenostjo fokalnega vida v druge predele serverja. Glede na predhodne študije predvidevamo, da se bodo največje razlike pojavile v trajanju usmerjenosti fokalnega vida na področje roke, loparja in zgornjega dela telesa ter da bo med temi predeli največja povezanost. Predpostavljamo, da se bodo razlike v trajanju usmerjenosti fokalnega vida na določene predele serverja in povezave med njimi izražale različno pri teniških igralcih dveh različnih kakovostnih ravni.

Metode

V raziskavo je bilo vključenih 14 teniških igralcev, 9 iz mladinske kategorije in 5 vrhunskih igralcev tenisa. Vsi mladinski teniški igralci so bili uvrščeni med 15 najboljših igralcev na mladinski kakovostni lestvici Teniške zveze Slovenije v letu 2019. Vsi vrhunski teniški igralci so igrali v članski kategoriji in so bili v zadnjih petih letih člani slovenske ekipe za Davisov pokal. Eksperiment je bil izveden v skladu s Helsinško deklaracijo in Oviedsko konvencijo ter ga je odobrila Komisija za medicinsko etiko Republike Slovenije (številka 0120-47/2020/6).

Raziskava je potekala na pokritem teniškem igrišču standardne velikosti s trdo podlago. Posamezen preiskovanec je izvedel približno 90 reternov na prvi servis z manj rotacije, ki so ga izmenjaje izvajali trije serverji. Za vsako skupino preiskovancev smo uporabili serverje enake kakovostne ravni. Servisi so bili izvedeni naključno v polji velikosti 1 x 1 meter, ki sta ležala v levem in desnem

zadnjem kotu servisnega polja. Število servisov v polji je bilo izenačeno. Naloga preiskovanca je bila na retern dobiti točko. Izvedba celotne serije povratnih udarcev je v povprečju trajala $16 \pm 2,4$ minute. Vsi povratni udarci so bili posneti z dvema 50 Hz videokamera (Logitech C920, Logitech, Lozana, Švica). Preiskovancem, ki so vračali servis, smo na glavo namestili sledilnik pogleda (Tobii Pro Glasses 2, Tobii, Danderyd, Švedska) enako, kot se sicer namestijo navadna očala.

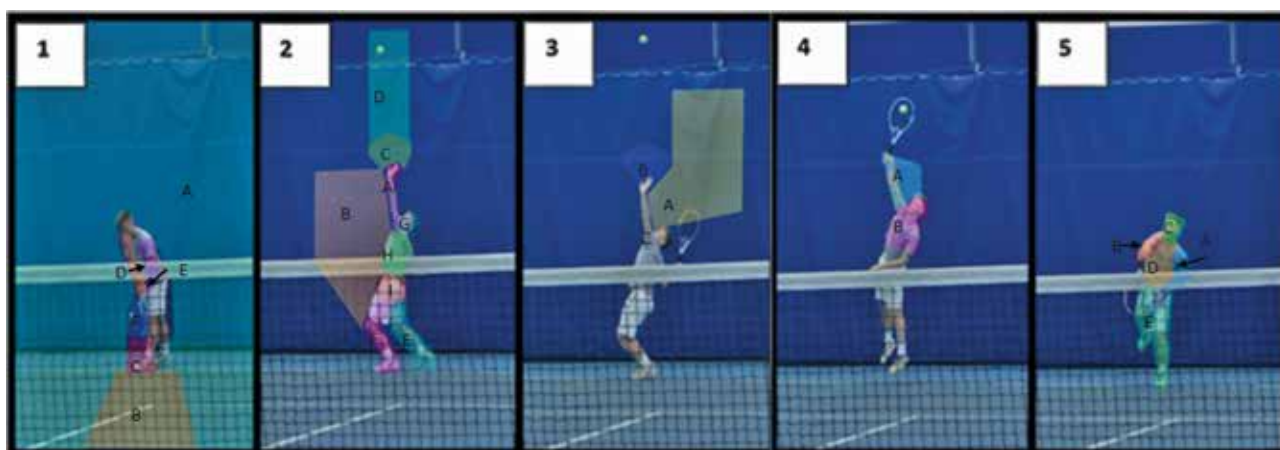
Posnetke vseh servisov sta ločeno vrednotila dva teniška trenerja in jih razdelila v tri kategorije: (i) dober retern (taktično dovr-

šen retern, ki je serverju pomembno omejil taktične možnosti za nadaljevanje igre ali mu je onemogočil nadaljevanje igre; navadno kadar je retern z žogo zadel zadnjo črto ali zadnji stranski kot igralnega polja oziroma kadar je retern dosegel točko), (ii) slab retern (taktično manj ustrezen retern, ki je serverju dopuščal večje število taktičnih možnosti za nadaljevanje igre; navadno počasnejše žoga, ki je letela v loku in bližje sredini tekmečeve sredine igrišča) ter (iii) napaka (neuspešen retern, pri katerem je žogica letela v avt ali zadela mrežo). Za vsakega igralca smo naključno izbrali 10 reternov iz vsake kategorije in jih vključili v nadaljnjo obdelavo. Skupno smo za nadalj-

Tabela 1

Področja interesa v petih delih servisne akcije

	Prvi del	Drugi del	Tretji del	Četrti del	Peti del
A	vidno področje, ki obdaja serverja	izmetna roka	področje gibanja loparja	področja zamaha roke in loparja	izmetna roka
B	vidno področje, ki predstavlja diagonalno linijo med serverjem in sprejemalcem	področje gibanja izmetne roke	točka kontakta	glava in zgornji del telesa	roka in lopar
C	področje odboja žogice med pripravo serverja pred izvedbo servisne akcije	področje, kjer žogica zapusti izmetno roko	glava in zgornji del telesa		glava
D	izmetna roka in telo serverja	področje vertikalnega leta žogice			trup
E	roka z loparjem	zadnja noga			spodnji del telesa
F	lopar	sprednja noga			
G		glava serverja			
H		trup serverja			
I		boki serverja			



Slika 1. Določitev predelov serverja in teniškega igrišča v petih delih servisne akcije (1–5), posamezna področja so prikazana v Tabeli 1.

njo obravnavo zbrali 270 reternov mladinskih teniških igralcev (90 udarcev vsake kategorije) in 150 reternov vrhunskih igralcev (50 udarcev vsake kategorije).

V programu Tobii Pro Lab (Tobii Pro lab 1,145, Tobii, Danderyd, Švedska) smo označili pomembnejše dogodke vsakega servisa, s katerimi smo razdelili servisno akcijo na pet delov glede na faze, ki zaznamujejo pojav ključnih sinergističnih sklopov gibanja posameznih predelov telesa med izvedbo servisa z manj rotacije (Shafizadeh idr., 2019) (Slika 1). Prvi del je trajal 500 ms in se je končal ob začetku prvega vidnega gibanja izmetne roke navzgor. Drugi del se je končal ob trenutku, ko je žogica zapustila izmetno roko v vzročnem položaju, in nadaljeval v tretji del, ki se je končal, ko je lopar v fazi zamaha končal prvi del pentlje

(preklop/prehod iz zamaha nazaj v gibanje navzgor). Četrta faza se je končala v trenutku, ko je lopar prišel v stik z žogico. Zadnja, peta faza se je končala v trenutku, ko je preiskovančev fokalni vid preskočil s serverja proti prihajajoči žogi. V vseh delih servisne akcije smo določili predele serverja in teniškega igrišča, ki smo jih na podlagi ugotovitev iz literature in lastnih opazovanj določili kot pomembna (Tabela 1) (Jackson in Mogan, 2007; Shafizadeh idr., 2019).

Statistična obdelava je bile izvedena s programsko opremo SPSS. Izračunali smo povprečja (M) in standardne odklone (SO) skupine v posamezni kategoriji reterna. Normalnost porazdelitve trajanja usmerjenosti fokalnega vida v posamezno področje serverja ali teniškega igrišča smo preverjali s testom Kolmogorova in Smir-

nova. Ker spremenljivke niso bile normalno porazdeljene, smo razlike med kategorijami reternov preverjali s Kruskal-Wallisovim testom ter post-hoc testom predznaka. Povezanost med posameznimi izbranimi spremenljivkami smo preverjali z uporabo Spearmanovega korelacijskega koeficienta, ki smo ga vrednotili kot: odsotnost povezanosti $R < 0,3$, nizka povezanost $0,3 < R < 0,5$; srednja povezanost $0,5 < R < 0,7$ in visoka povezanost $R > 0,7$. Statistično značilnost smo sprejeli pri $p < 0,05$.

Rezultati

V Tabeli 2 je predstavljena analiza razlik v trajanju usmerjenosti pogleda v različna področja serverja in igrišča med različno kakovostnimi reterni z uporabo Kruskal-

Tabela 2

Preverjanje statistično značilnih razlik v trajanju usmerjenosti pogleda med vračanjem servisa v prvem, drugem, tretjem, četrtem in petem delu servisa z uporabo Kruskal-Wallisovega testa pri vrhunskih in mladinskih igralcih tenisa

	Vrhunski teniški igralci			Mladinski igralci tenisa	
	Stopnje prostosti	χ^2	P	χ^2	P
1 A – vidno področje, ki obdaja serverja	3	1,715	0,424	1,324	0,723
1 B – vidno področje, ki predstavlja diagonalno linijo med serverjem in sprejemalcem	3	1,326	0,515	7,693	0,53
1 C – področje odboja žogice med pripravo serverja pred izvedbo servisne akcije	3	4,084	0,130	1,546	0,672
1 D – izmetna roka in telo serverja	3	0,448	0,799	4,438	0,218
1 E – roka z loparjem	3	0,080	0,961	10,624	0,014*
1 F – lopar	3	0,924	0,630	7,685	0,053
2 A – izmetna roka	3	1,510	0,470	8,418	0,038*
2 B – področje gibanja izmetne roke	3	2,616	0,270	8,418	0,283
2 C – področje, kjer žogica zapusti izmetno roko	3	0,232	0,891	3,547	0,315
2 D – področje vertikalnega leta žogice	3	9,485	0,009*	6,622	0,085
2 E – zadnja noga	3	0,668	0,716	0,115	0,990
2 F – sprednja noga	3	1,187	0,553	5,997	0,112
2 G – glava serverja	3	1,431	0,489	3,683	0,298
2 H – trup serverja	3	2,357	0,308	7,246	0,064
2 I – boki serverja	3	4,184	0,123	0,283	0,016*
3 A – področje gibanja loparja	3	0,777	0,678	3,232	0,357
3 B – točka kontakta	3	0,235	0,889	4,786	0,188
3 C – glava in zgornji del telesa	3	3,382	0,184	0,791	0,852
4 A – področja zamaha roke in loparja	3	2,277	0,320	4,143	0,246
4 B – glava in zgornji del telesa	3	3,584	0,167	3,077	0,380
5 A – izmetna roka	3	1,708	0,426	6,828	0,078
5 B – roka in lopar	3	0,855	0,652	1,313	0,726
5 C – glava	3	2,053	0,358	1,465	0,690
5 D – trup	3	5,197	0,074	7,042	0,071
5 E – spodnji del telesa	3	6,207	0,045*	1,401	0,705

Opomba. χ^2 – hi-kvadrat; p – statistična značilnost, * $p < 0,05$.

-Wallisovega testa. Statistično pomembne razlike pri skupini vrhunskih igralcev tenisa v trajanju ohranjanja fokalnega vida med reterni različne kakovosti so se pojavile v drugem delu akcije serverja, in sicer v področjih vertikalnega leta žogice (dobri reterni $M = 106$ ms, $SO = 194$ ms; slabi reterni $M = 43$ ms; $SO = 24$ ms; reterni z napako $M = 47$ ms; $SO = 58$ ms), ter v petem delu akcije serverja, na območju spodnjega dela telesa (dobri reterni $M = 113$ ms, $SO = 297$ ms; slabi reterni $M = 104$ ms; $SO = 211$ ms; reterni z napako $M = 49$ ms; $SO = 154$ ms). Pri mladinskih teniških igralcih so se statistično pomembne razlike pojavile v prvem in drugem delu, na področju roke z loparjem (dobri reterni $M = 87$ ms, $SO = 231$ ms; slabi reterni $M = 99$ ms; $SO = 210$ ms; reterni z napako $M = 198$ ms; $SO = 415$ ms) in na področju gibanja izmetne roke serverja (dobri reterni $M = 233$ ms, $SO = 467$ ms; slabi reterni $M = 310$ ms; $SO = 639$ ms; reterni z napako $M = 396$ ms; $SO = 705$ ms). V drugem delu so se statistično pomembne razlike pojavile tudi v opazovanju bokov serverja (dobri reterni $M = 123$ ms, $SO = 244$ ms; slabi reterni $M = 201$ ms; $SO = 415$ ms; reterni z napako $M = 266$ ms; $SO = 387$ ms). Post-hoc test predznaka je pokazal statistično pomembne razlike pri mladinskih

igralcih tenisa v trajanju vidne pozornosti, usmerjene na območje roke z loparjem v prvem delu servisne akcije ($p = 0,043$, $r = -0,098$) in območja bokov v drugem delu servisne akcije ($p = 0,015$, $r = -0,114$) med dobrimi reterni in reterni z napako. Pri vrhunskih igralcih tenisa post-hoc test ni pokazal statistično značilnih razlik.

V Tabeli 3 so prikazane velikosti in statistične značilnosti povezav med posameznimi področji serverja in igrišča pri vrhunskih igralcih tenisa. Pare, ki niso dosegli statistično značilnih povezav, smo iz tabele izključili. Izkazalo se je, da je usmerjenost fokalnega vida v izmetno roko nizko do srednje pozitivno povezana s področji gibanja roke, loparja in predvidenega stika z žogo. Področje, kjer žogica zapusti izmetno roko med drugim delom servisne akcije, je značilno močno povezano s področjem vertikalnega leta žoge. Srednje visoke povezave so nastale med področji, kjer žogica zapusti izmetno roko med drugo fazo in gibanjem loparja, roke ter točke kontakta z žogo v tretji fazi. Preostali korelacijski pari med drugo ter četrto ali peto fazo servisa so šibko povezani.

V Tabeli 4 so prikazane velikosti in statistična značilnost povezav med posameznimi

področji serverja in igrišča pri mladinskih igralcih. Usmerjenost fokalnega vida na izmetno roko in telo serverja je pozitivno in močno povezana z usmerjenostjo fokalnega vida na področje roke z loparjem v prvi fazi servisa. Usmerjanje fokalnega vida na lopar v prvi fazi dosega najvišjo srednje močno povezanost s področjem gibanja loparja v tretji fazi servisa. Osredotočenost na glavo in trup serverja v drugi fazi servisa sta srednje močno povezani z opazovanjem področja izmetne roke v drugi fazi servisa. Področje glave in bokov serverja sta srednje močno povezani. Prav tako je zmerno močna povezanost tudi med področji gibanja loparja s točko kontakta. Preostale vrednosti v preglednici padejo v področje nizke povezanosti med spremenljivkami.

Razprava

V raziskavi smo želeli preveriti, ali se pojavljajo razlike v usmerjenosti pogleda v posamezna področja serverja med različno uspešnimi reterni pri dveh skupinah teniških igralcev. Pri vrhunskih teniških igralcih sta se nakazala trenda, da med dobrimi reterni dalj časa usmerjajo fokalni vid

Tabela 3
Prikaz povezanosti med različnimi spremenljivkami pri vrhunskih igralcih

Korelacijski par		R	p
1 D – izmetna roka in telo serverja	3 A – področje gibanja loparja	0,319	0,000
	3 B – točka kontakta	0,404	0,000
	3 C – glava in zgornji del telesa	0,325	0,000
2 C – področje, kjer žogica zapusti izmetno roko	2 D – področje vertikalnega leta žogice	0,620	0,000
	3 A – področje gibanja loparja	0,553	0,000
	3 B – točka kontakta	0,519	0,000
	4 A – področja zamaha roke in loparja	0,422	0,000
	5 C – glava	0,346	0,000
	5 B – roka in lopar	0,362	0,000
2 D – področje vertikalnega leta žogice	5 D – trup	0,316	0,000
	3 A – področje gibanja loparja	0,418	0,000
	3 B – točka kontakta	0,450	0,000
	4 A – področja zamaha roke in loparja	0,363	0,000
	5 B – roka in lopar	0,389	0,000
3 B – točka kontakta	4 A – področja zamaha roke in loparja	0,617	0,000
	4 B – glava in zgornji del telesa	0,303	0,000
	5 C – glava	0,335	0,000
	5 B – roka in lopar	0,394	0,000
	5 D – trup	0,337	0,000

Opomba. R – Spearmanov korelacijski koeficient; p – velikost statistične značilnosti.

Tabela 4

Prikaz povezanosti med različnimi spremenljivkami pri mladinskih igralcih

Korelacijski par		R	p
1 D – izmetna roka in telo serverja	1 E – roka z loparjem	0,617	0,000
	2 B – področje gibanja izmetne roke	0,306	0,000
	2 H – trup serverja	0,322	0,000
1 F – lopar	2 D – področje vertikalnega leta žogice	0,367	0,000
	2 B – področje gibanja izmetne roke	0,348	0,000
	3 A – področje gibanja loparja	0,590	0,000
	3 B – točka kontakta	0,377	0,000
	4 A – področja zamaha roke in loparja	0,394	0,000
2 A – izmetna roka	2 G – glava serverja	0,425	0,000
	2 H – trup serverja	0,512	0,000
	3 B – točka kontakta	0,410	0,000
	4 B – glava in zgornji del telesa	0,364	0,000
2 G – glava serverja	2 H – trup serverja	0,511	0,000
	4 B – glava in zgornji del telesa	0,385	0,000
2 I – boki serverja	2 H – trup serverja	0,506	0,000
	3 B – točka kontakta	0,372	0,000
	4 B – glava in zgornji del telesa	0,358	0,000
	5 A – izmetna roka	0,368	0,000
2 B – področje gibanja izmetne roke	3 A – področje gibanja loparja	0,309	0,000
	3 B – točka kontakta	0,326	0,000
	4 B – glava in zgornji del telesa	0,306	0,000
	5 E – spodnji del telesa	0,322	0,000
3 A – področje gibanja loparja	3 B – točka kontakta	0,500	0,000
	4 B – glava in zgornji del telesa	0,3452	0,000

Opomba. R – Spearmanov korelacijski koeficient; p – velikost statistične značilnosti.

na področje vertikalnega leta žogice med drugo fazo servisa ter v tekmečev spodnji del telesa v peti fazi servisa, čeprav nam teh razlik ni uspelo potrditi s post-hoc testi. Pri mladih igralcih smo zaznali večje število področij na serverju, ki so se med različno uspešnimi reterni razlikovala v trajanju usmerjenosti fokalnega vida. Med dobrimi reterni so mladi teniški igralci usmerjali manj pozornosti v področje roke z loparjem v prvi fazi servisa in izmetne roke ter bokov v drugi fazi servisa. Pri vrhunskih teniških igralcih je bila usmerjenost pogleda načeloma krajša kot pri mladih igralcih, vendar je bilo opaziti, da je pri vrhunskih igralcih med dobrimi reterni v povprečju presegala zaznavno mejo 100 ms, med slabšimi reterni pa je bila v povprečju krajša od 100 ms, medtem ko smo pri mladincih zaznali ravno obraten trend veliko daljših fiksacij fokalnega vida med slabšimi reterni. Dodatno smo preverjali povezave med usmerjenostjo fokalnega vida v posamezna področja in naši pomembne pozitiv-

ne povezave med točko, kjer žoga zapusti roko v drugi fazi servisa, in področjem vertikalnega leta žoge ter področjem gibanja loparja v tretji fazi servisa. Pri mladinskih teniških igralcih je bilo več povezav, predvsem med opazovanjem izmetne roke in telesa serverja ter roke z loparjem v prvi fazi servisa, loparja v prvi fazi in področja gibanja loparja v tretji fazi, bokov serverja in trupa v drugi fazi ter področja gibanja loparja in točke stika loparja z žogo v tretji fazi servisa. Omenjene povezave kažejo na strategije usmerjanja vidne pozornosti na telesne predele serverja, ki lahko pomembno pripomorejo k prepoznavanju vzorcev gibanja tekmeča in zato k učinkovitejšemu predvidevanju lastnosti leta žoge.

Ugotovitev, da je usmerjanje vidne pozornosti na področje vertikalnega leta žogice povezano z uspešnostjo reterna, se ujema z ugotovitvami drugih študij (Jackson in Mogan, 2007), vendar smo v naši študiji lahko to delno zaznali le pri vrhunskih igral-

cih. Učinkovito opazovanje vertikalnega gibanja žoge ima za reternerja pomembno funkcijo, saj se prav v tej fazi začne pripravljalni poskok (angl. split-step) in začetek reternerjevega gibanja v smeri, kjer bo udaril žogo (Mecheri idr., 2019). To je torej faza, v kateri mora reterner že imeti osnovne informacije o trajektoriji leta žoge. V tej fazi server izvaja gibanja, ki določajo smer leta žoge, predvsem s pronacijskim gibanjem podlahti in notranjo rotacijo ramenskega sklepa in hitrostjo iztega komolca (Ida idr., 2011; Jackson in Mogan, 2007). Medtem ko je povečana pronacija podlahti povezana z letom žogice v levo stran, je hiter izteg komolca v večji meri povezan z letom žogice v desno stran. Dodatno je hiter izteg komolca negativno povezan s hitrostjo leta žoge (Takahashi idr., 1996). Da v tej fazi verjetno skušajo vrhunski reternerji spremljati večje število navedenih virov informacij, nakazujejo tudi korelacije med opazovanjem vertikalnega leta žoge in področja gibanja loparja v naši študiji. Čeprav nismo

precizno vrednotili mesta usmerjenosti fokalnega vida med njenim vertikalnim letom glede na gibanje žoge in serverja, smo opazili, da usmerjenost fokalnega vida večino časa ni bila na žogi, temveč je bila nekje na razdalji med navzgor gibajočo se žogico in zgornjim delom telesa. To bi lahko nakazovalo, da reternerji uporabljajo fiksacijo fokalnega vida na nespecifičnem mestu, kar jim omogoča izkoriščanje širine pozornostnega polja. To jim omogoča, da pozornost usmerijo na več kot en opazovani predmet ali področje hkrati (Cutrone idr., 2018). Dodatno je lahko v tem primeru izkoriščen tudi periferni vid, ki je sicer neprimeren za prepoznavanje predmetov, omogoča pa dobro prepoznavanje hitrosti gibanja in pospeškov predmetov (Hüttermann in Memmert, 2017), kar bi bilo v primeru opazovanja rotacije loparja in gibanja roke lahko koristno. Te lastnosti pri mladih teniških igralcih ne moremo potrditi. Sklepamo lahko, da ta skupina igralcev ni bila tako učinkovita pri zaznavanju in prepoznavanju tovrstnih informacij. Kot kažejo razlike med večjim številom področij, predvsem v prvi fazi servisa, bi lahko sklepali, da mladi teniški igralci skušajo zaznati večje število informacij, ki pa jim jih še ne uspe tako dobro uporabiti za prepoznavanje gibanja serverja za potrebe predvidevanja smeri, hitrosti in globine leta žoge. S tem se ujema tudi ugotovitev, da so imeli mladi teniški igralci na posameznih področjih serverja daljšo osredotočenost fokalnega vida. To je sicer v nasprotju z drugimi študijami, kjer je bila daljša fiksacija pozitivno povezana z uspešnostjo izvedbe gibalne naloge (Lebeau idr., 2016), vendar bi lahko večje število področij osredotočenosti fokalnega vida pomembno negativno vplivalo na sposobnost zaznave, prepoznavne in predvidevanja.

Ob naštetih je naša študija imela tudi nekatere druge pomembne pomanjkljivosti, zaradi katerih omenjene predpostavke ne moremo dokončno potrditi. Med pomembnejšimi omejitvami je sodelovanje treh različnih serverjev, pri katerih pa nismo spremljali razlike v tehniki in uspešnosti servisa. Uporaba posameznega serverja bi nam omogočila zmanjšanje variabilnosti v strategijah gibanja fokalnega vida, ki izhaja iz morebitnih razlik med serverji. Čeprav je znano, da se med posamezniki pojavljajo velike razlike v vidnem zaznavanju (Dicks idr., 2010), bi bilo treba v prihodnje proučiti tudi, ali se strategije vidnega zaznavanja prilagodijo posameznemu serverju.

Dodatno, sodelovanje različnih serverjev pomeni tveganje za nastanek pomembnih razlik v variabilnosti informacij, ki so povezane s smerjo leta žoge. Ta je povezana z velikim številom stopenj prostosti (številom sklepov in osi), ki jih mora server koordinirati za uspešno izvedbo servisa (Latash, 2018). Veliko stopenj prostosti predstavlja veliko možnosti, kako lahko server to stori. Prepoznane so bile specifične skupine gibov v sklepih zgornjih okončin, ki tvorijo sinergizme, oblikovane z namenom nadzora ter izvedbe servisa (Shafizadeh idr., 2019). Med pomembnejšimi so prav gibanje roke in loparja do točke kontakta z žogo, vendar se močno razlikujejo med različnimi tipi servisov. Variabilnost gibanja posameznih sklepov je visoka prav do trenutka kontakta loparja z žogo, nato se variabilnost gibanja zmanjša. To pomeni višjo zahtevnost za reternerja, saj je težje prepoznati ključne lastnosti gibanja serverja, povezane s smerjo, globino in hitrostjo leta žoge. To kaže na pomen prepoznavanja časovnih in prostorskih vzorcev gibanja, ki pa jih podrobneje tukaj nismo proučevali.

Pri vrhunskih teniških igralcih se je kot pozitivna izkazala daljša osredotočenost fokalnega vida na spodnji del serverja v zadnji fazi serverjevega gibanja. V tej fazi, kjer prihaja do zmanjšane variabilnosti gibanja loparja in sklepov zgornjih okončin (van Soest idr., 2010), bi lahko reterner pridobil dodatne informacije o smeri, globini in hitrosti leta žoge. Vendar bi pričakovali, da je osrednji vid usmerjen v roko in lopar med zaključkom udarca, kar se v naši študiji ni izkazalo. Kot je že bilo opisano, bi lahko sklepali, da vrhunski reternerji v naši študiji izkoriščajo nižjo fiksacijo fokalnega vida, kar so na primeru borilnih športov poimenovali sidrišna tehnika gibanja fokalnega vida (Hausegger idr., 2019). Ta ima ob lažjem koriščenju perifernega vida dodatno pomembno lastnost. Med preskoki fokalnega vida smo ljudje namreč veliko slabše sposobni zaznavati dogajanje na področjih, ki jih fokalni vid ne pokriva (Vickers, 2007). S tega stališča je učinkoviteje, da osrednji vid zasidramo na določen predel tekmeča in za procese zaznave in prepoznavanja izkoriščamo širše pozornostno polje (Hüttermann in Memmert, 2017).

Na rezultate naše študije bi lahko pomembno vplivalo tudi prikrivanje namere serverjev, česar nismo nadzorovali. Namera smeri, globine in hitrosti servisa se lahko prikriva vse do trenutka kontakta loparja z žogico. Prav v zadnji fazi servisa, ki se je pri

vrhunskih teniških igralcih pokazala kot potencialno povezana z uspešnostjo reterna, bi lahko bila v teh primerih pomembnejša. Sklepamo lahko, da odsotnost teh trendov pri mladih igralcih tenisa kaže na slabšo sposobnost izkoriščanja zadnjih, veliko bolj zanesljivih gibov serverja v primeru prikrivanja namere servisa. To bi lahko bila strategija vidnega zaznavanja, ki je verjetno še niso usvojili in bi lahko bila pomembno vodilo za nadaljnje snovanje trenajžnih pristopov za razvoj reterna.

Pomembna omejitev naše študije – in tudi vzrok za slabši prenos ugotovitev v praksi – je majhen vzorec vključenih teniških igralcev, predvsem vrhunskih. Dejstvo, da so vrhunski teniški igralci vključeni v red in sistematičen proces treninga in tekem zmanjša možnost za njihovo sodelovanje v tovrstnih študijah. V prihodnje bi bilo treba študijo nadgraditi z večjim vzorcem vrhunskih teniških igralcev, saj bi s tem lažje potrdili prepoznane trende in razlike v strategijah vidnega zaznavanja. Dodatno bi s tem zmanjšali vpliv velikih razlik v strategijah vidnega zaznavanja med posamezniki ali pa iskali skupine vzorcev v različno kakovostnih skupinah teniških igralcev (Dicks idr., 2010).

■ Zaključek

Sposobnost zaznavanja, prepoznavanja ter predvidevanja smeri, globine in hitrosti leta žoge so veščine, ki jih lahko teniški igralci pridobijo z vadbo in so bolj razvite pri vrhunsko treniranih igralcih. Pri teh so strategije vidnega zaznavanja predvsem bolj ekonomične in se usmerjajo na ključne predele tekmečevega gibanja, kar pomembno pripomore k pripravi učinkovitejšega gibalnega odziva (začetka in smeri gibanja). Sodobna teniška igra že v mladinski kategoriji zahteva dobro obvladovanje reterna, saj se večina izmenjav odvije v prvih štirih udarcih (Grambow idr., 2019). Retern torej predstavlja četrtno udarcev, ki lahko prinesejo točko. Ugotovitve naše in sorodnih študij pomembno prispevajo k razumevanju razlik med različnimi ravnmi teniških igralcev in odpirajo možnosti za razmislek o pripravi učinkovitejših trenajžnih pristopov za razvoj reterna. Glede na to, da je retern odvisen od servisa, je treba razmišljati o prepletanju vadbe servisa in reterna ter predvsem mladim teniškim igralcem zagotoviti možnost, da razvijajo tudi spretnosti zaznave, prepoznavne in predvidevanja. Dodatno se nakazuje potreba po premisleku o ustrezni

izbiri partnerjev za trening ter podlage, na kateri se igra, saj moramo igralcem zagotoviti trenajno okolje, ki predstavlja ustrezne zahteve za razvoj našteti spretnosti.

Literatura

1. Avilés, C., Navia, J. A., Ruiz, L. M., & de Quel, Ó. M. (2019). Do expert tennis players actually demonstrate anticipatory behavior when returning a first serve under representative conditions? A systematic review including quality assessment and methodological recommendations. *Psychology of Sport and Exercise*, 43, 16–26. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2018.12.015>
2. Ceyte, H., Lion, A., Caudron, S., Perrin, P., & Gauthard, G. C. (2017). Visuo-oculomotor skills related to the visual demands of sporting environments. *Experimental Brain Research*, 235(1), 269–277. <https://doi.org/10.1007/s00221-016-4793-3>
3. Cutrone, E. K., Heeger, D. J., & Carrasco, M. (2018). On spatial attention and its field size on the repulsion effect. *Journal of Vision*, 18(6), 8. <https://doi.org/10.1167/18.6.8>
4. Dicks, M., Button, C., & Davids, K. (2010). Examination of gaze behaviors under in situ and video simulation task constraints reveals differences in information pickup for perception and action. *Attention, Perception & Psychophysics*, 72(3), 706–720. <https://doi.org/10.3758/APP.72.3.706>
5. Duchowski, A. T. (2017). Head-Mounted System Hardware Installation. V A. T. Duchowski (Ur.), *Eye Tracking Methodology: Theory and Practice* (str. 59–66). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-57883-5_6
6. Gonzalez, C. C., Causer, J., Miall, R. C., Grey, M. J., Humphreys, G., & Williams, A. M. (2017). Identifying the causal mechanisms of the quiet eye. *European Journal of Sport Science*, 17(1), 74–84. <https://doi.org/10.1080/17461391.2015.1075595>
7. Grambow, R., O'Shannessy, C., Born, P., Mefert, D., & Vogt, T. (2019). Serve efficiency developments at Wimbledon between 2002 and 2015: A longitudinal approach to impact tomorrow's tennis practice. *Human Movement*, 21(1), 65–72. <https://doi.org/10.5114/hm.2020.88155>
8. Hausegger, T., Vater, C., & Hossner, E.-J. (2019). Peripheral Vision in Martial Arts Experts: The Cost-Dependent Anchoring of Gaze. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 41(3), 137–145. <https://doi.org/10.1123/jsep.2018-0091>
9. Hüttermann, S., & Memmert, D. (2017). The Attention Window: A Narrative Review of Limitations and Opportunities Influencing the Focus of Attention. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 88(2), 169–183. <https://doi.org/10.1080/02701367.2017.1293228>
10. Ida, H., Fukuhara, K., Ishii, M., & Inoue, T. (2019). Anticipatory judgements associated with vision of an opponent's end-effector: An approach by motion perturbation and spatial occlusion. *Quarterly Journal of Experimental Psychology* (2006), 72(5), 1131–1140. <https://doi.org/10.1177/1747021818782419>
11. Ida, H., Fukuhara, K., Kusubori, S., & Ishii, M. (2011). A study of kinematic cues and anticipatory performance in tennis using computational manipulation and computer graphics. *Behavior Research Methods*, 43(3), 781–790. <https://doi.org/10.3758/s13428-011-0084-x>
12. Jackson, R. C., & Mogan, P. (2007). Advance visual information, awareness, and anticipation skill. *Journal of Motor Behavior*, 39(5), 341–351. <https://doi.org/10.3200/JMBR.39.5.341-352>
13. Latash, M. L. (2018). Muscle coactivation: Definitions, mechanisms, and functions. *Journal of Neurophysiology*, 120(1), 88–104. <https://doi.org/10.1152/jn.00084.2018>
14. Lebeau, J.-C., Liu, S., Sáenz-Moncaleano, C., Sanduvete-Chaves, S., Chacón-Moscoso, S., Becker, B. J., & Tenenbaum, G. (2016). Quiet Eye and Performance in Sport: A Meta-Analysis. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 38(5), 441–457. <https://doi.org/10.1123/jsep.2015-0123>
15. Lu, Y., Yang, T., Hatfield, B. D., Cong, F., & Zhou, C. (2020). Influence of cognitive-motor expertise on brain dynamics of anticipatory-based outcome processing. *Psychophysiology*, 57(2), e13477. <https://doi.org/10.1111/psyp.13477>
16. Mecheri, S., Laffaye, G., Triolet, C., Leroy, D., Dicks, M., Choukou, M. A., & Benguigui, N. (2019). Relationship between split-step timing and leg stiffness in world-class tennis players when returning fast serves. *Journal of Sports Sciences*, 37(17), 1962–1971. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1609392>
17. Müller, S., & Abernethy, B. (2012). Expert anticipatory skill in striking sports: A review and a model. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 83(2), 175–187. <https://doi.org/10.1080/02701367.2012.10599848>
18. Murray, N. P., & Hunfalvay, M. (2017). A comparison of visual search strategies of elite and non-elite tennis players through cluster analysis. *Journal of Sports Sciences*, 35(3), 241–246. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1161215>
19. Navia, J. A., Dicks, M., van der Kamp, J., & Ruiz, L. M. (2017). Gaze control during interceptive actions with different spatiotemporal demands. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 43(4), 783–793. <https://doi.org/10.1037/xhp0000347>
20. Panchuk, D., & Vickers, J. N. (2006). Gaze behaviors of goaltenders under spatial-temporal constraints. *Human Movement Science*, 25(6), 733–752. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2006.07.001>
21. Sáenz-Moncaleano, C., Basevitch, I., & Tenenbaum, G. (2018). Gaze Behaviors During Serve Returns in Tennis: A Comparison Between Intermediate- and High-Skill Players. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 40(2), 49–59. <https://doi.org/10.1123/jsep.2017-0253>
22. Shafizadeh, M., Bonner, S., Fraser, J., & Barnes, A. (2019). Effect of environmental constraints on multi-segment coordination patterns during the tennis service in expert performers. *Journal of Sports Sciences*, 37(9), 1011–1020. <https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1538691>
23. Takahashi, K., Elliott, B., & Noffal, G. (1996). The role of upper limb segment rotations in the development of spin in the tennis forehand. *Australian Journal of Science and Medicine in Sport*, 28(4), 106–113.
24. Taya, S., Windridge, D., & Osman, M. (2013). Trained eyes: Experience promotes adaptive gaze control in dynamic and uncertain visual environments. *PLoS One*, 8(8), e71371. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0071371>
25. Torquato, A. S., Carneiro, Cardoso do Lago, O. in Schor, P. (2016). *Analysis of gaze patterns for understanding behaviour of professional tennis players*. Pridobljeno 20. 4. 2020 s https://www.researchgate.net/profile/Olival_Do_Lago2/publication/315717920_Analysis_of_Gaze_Patterns_for_Understanding_Behaviour_of_Professional_Tennis_Players/links/58de71bea6fdcc1772e1df30/Analysis-of-Gaze-Patterns-for-Understanding-Behaviour-of-Professional-Tennis-Players.pdf
26. Triolet, C., Benguigui, N., Le Runigo, C., & Williams, A. M. (2013). Quantifying the nature of anticipation in professional tennis. *Journal of Sports Sciences*, 31(8), 820–830. <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.759658>
27. van Soest, A. J. K., Casius, L. J. R., de Kok, W., Krijger, M., Meeder, M., & Beek, P. J. (2010). Are fast interceptive actions continuously guided by vision? Revisiting Bootsma and van Wieringen (1990). *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 36(4), 1040–1055. <https://doi.org/10.1037/a0016890>
28. Vickers, J. (2007). *Perception, Cognition, and Decision Training: The Quiet Eye in Action* (First edition). Human Kinetics.
29. Williams, A. M. (2009). Perceiving the intentions of others: How do skilled performers make anticipation judgments? *Progress in Brain Research*, 174, 73–83. [https://doi.org/10.1016/S0079-6123\(09\)01307-7](https://doi.org/10.1016/S0079-6123(09)01307-7)

doc. dr. Jernej Rošker, prof. šp. vzg.
jernej.rosker@upr.fvz.si