



Suzana Pustivšek,
Dejan Kernc, Milan Čoh

Vpliv ravnotežja, hitrosti in moči na agilnost

Izvleček

Agilnost je kompleksna gibalna sposobnost, ki je odvisna od številnih notranjih dejavnikov. Faktorji uspešnosti, ki pogojujejo pravilno izvedbo naloge, so zaznavanje ovir, odločanje in posledično čim hitrejša reakcija, ki je vidna kot sprememba smeri gibanja. Glede na heterogeno sestavo te sposobnosti lahko sklepamo, da je njeno uspešnost moč napovedati skozi nekatere bolj elementarne gibalne sposobnosti, kot so moč, hitrost in ravnotežje. Ugotovili smo, da je z naborom testov, ki smo jih uporabili v tej raziskavi, težko izločiti eno spremenljivko, ki bi značilno napovedovala uspešnost pri testu agilnosti. Prav tako se spremenljivke med spoloma razlikujejo. Iz tega vidika bi bilo v prihodnje smiselno povečati število testov, prav tako pa velikost vzorca.

Ključne besede: agilnost, hitrost, moč, ravnotežje.



<http://www.theage.com>

Relationship between agility, speed, strength and balance

Abstract

Agility is a complex motion capacity, which depends on the number of internal factors. Performance factors, which affect the proper task performance are: obstacles perception, decision-making and consequent fast reaction, which is visible as a change in direction of movement. Given the heterogeneous composition of this capability, we can hypothesize that it is possible to predict agility performance through some other natural physical abilities such as strength, speed and balance. The main findings of our study suggest that among different variables that we used to predict agility it was difficult to highlight only one variable that would significantly predict performance in the agility test. We must also stress that there were gender related differences in the predictors of the agility performance. Based on our findings we suggest that future studies on this issue should address other possible predictors as well as the modification of current test as the sensitivity of the specific test to detect the change in agility performance may be an issue as well. One of the major limitations of our study was also the small sample size.

Keywords: agility, speed, strength, balance.

Uvod

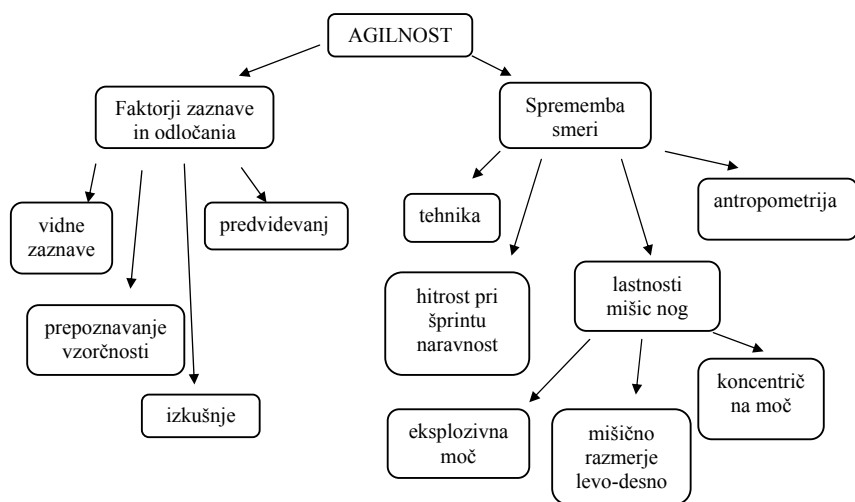
V športni znanosti se pojavljajo različne definicije agilnosti. Klasična definicija jo opisuje kot sposobnost hitre in natančne spremembe smeri (Bloomfield, Ackland in Elliot, 1994), novejša pa kot sposobnost hitre startne akcije in nenadnega zaustavljanja ter hitrega spreminjanja smeri (Little in Williams, 2005) ali kot kontrolo in ohranjanje položaja telesa med hitrim spreminjanjem smeri (Sporis, Jukic, Milanovic in Vucetic, 2010). Zelo pogosto je omenjena tudi kognitivna komponenta, ki pa ima zelo različno vlogo pri tradicionalnih gibalnih zahtevah, kot so sprinterski start, sunek krogle in cik-cak tek. Bistvena razlika te komponente je v negotovosti komponente časa in prostora (npr. reakcija na napadalni udarec pri odbojki, izogibanje nasprotniku pri nogometu) (Sheppard in Young, 2006). Iz te perspektive lahko sposobnosti delimo na zaprte (mogoče jih je vaditi in predhodno načrtovati) ter odprte (odziv na senzorni dražljaj, ki je avtomatski) (Cox, 2002). Torej lahko motorično nalogo obravnavamo kot agilnost (odprta) oziroma v drugem primeru to ni (Sheppard in Young, 2006). Zato Sheppard in Young predlagata spremenjeno definicijo agilnosti: »Hitro premikanje celotnega telesa s spremembo hitrosti ali smeri kot odgovor na stimulus« (Sheppard in Young, 2006). Obširna skica definicije agilnosti, ki so jo pripravili Young in sodelavci, obravnava večplastne vplive na izvajanje agilnosti (Young, James in Montgomery, 2002).

Številne študije preizkušajo preko izboljšanja moči in hitrosti pozitivno vplivati na agilnost (Gabbett, Kelly in Sheppard, 2008; Little in Williams, 2005; Markovic, Sekulic in Markovic, 2007; Nimphius, McGuigan in Newton, 2010). Iz morfoloških in biomehaničnih lastnosti maksimalne hitrosti in agilnosti se sklepa, da sta ti dve lastnosti povezani (Little in Williams, 2005). Tudi v tem primeru so si ugotovitve nasprotujoče. Salaj in Markovič (2011) ugotavljata nizek korelacijski koeficient med hitrostjo in agilnostjo (0,27 do 0,32), višjega pa Pauole s sodelavci (0,52 do 0,73) (Pauole, Madole, Garhammer, Lacourse in Rozenek, 2000a). Ena izmed pomembnejših ugotovitev je, da trening sprinta naravnost ne izboljšuje rezultata v sprintu s spremembami smeri (Young, McDowell in Scarlett, 2001).

Podobne ugotovitve so raziskovalci navedli za korelacijo med močjo in agilnostjo. Pozitivni povezavi med močjo in sprinterskimi sposobnostmi (Cronin in Hansen, 2005a; Harrison, Keane in Coglán, 2004; Sleivert in Taingahue, 2004) nasprotuje Markovič s sodelavci (Markovic idr., 2007), ki navaja nizko multiplo korelacijo med močjo ekstenzorjev kolena in agilnostjo. Tudi Nimphius poudarja močno povezavo med relativno močjo in zmožnostjo izvajanja spremembe smeri (Nimphius idr., 2010). Pomembne razlike se pojavijo tudi pri neuravnoteženi moči leve in desne noge. Neravnovesje med eksplozivno močjo nog predstavlja nenakomerne izvedbo spremembe smeri (Young idr., 2002). Na povečano zahtevo

po moči med testom agilnosti vpliva tudi telesna teža. Večji odstotek maščobnega tkiva predstavlja večjo zahtevo po produkciji sile glede na enoto puste telesne mase (Enoka, 2002). Požarova je v svoji diplomski nalogi ugotavljala vpliv eksperimentalnega programa na koordinacijo otrok, starih od 6–9 let. Ugotovila je, da je vadba vplivala na razvoj koordinacije celega telesa ter agilnosti. Delni vpliv je viden tudi pri koordinaciji nog, medtem ko pri ravnotežju in preciznosti ni bilo statističnih sprememb. Pri ugotavljanju vplivov vadbe na različne starostne skupine je bilo ugotovljeno (procentualno gledano), da je imela vadba nekoliko večji vpliv na mlajšo starostno skupino (Požar, 2008). Iz tega lahko sklepamo, da je vadba agilnosti in vpliv ostalih motoričnih sposobnosti nanjo povezan tudi s starostjo.

Eden izmed ključnih segmentov, ki lahko vpliva na izboljšanja agilnosti, je tudi ravnotežje. Nekateri avtorji navajajo, da razvijanje ravnotežja in kontrola telesa med kompleksnim gibanjem ključno prispevata k izboljšani agilnosti. Hipoteza temelji na gibalnem vzorcu ustavljanja in pospeševanja, v katerem je ravnotežje pomemben dejavnik za učinkovitost spremembe smeri gibanja (Miller, Herniman, Ricard, Cheatham in Michael, 2006). Ravnotežje zagotavlja stabilnost in pozicioniranje telesnih segmentov med spremembo smeri ter zagotavlja časovno in mišično koordinacijo (Lloyd in Cochrane, 2011). Morfološka konstitucija športnika je pomemben dejavnik, ki vpliva na ravnotežje in agilnost ter tehniko gibanja, vendar je hkrati zelo odvisna od živčno-mišične kontrole. Visok vpliv navaja Sekulič s sodelavci (Sekulic, Spasic, Mirkov, Cavar in Sattler, 2012), kjer so ugotovili, da med t-testom in cik-cak testom merjenci izvajajo lateralno in delno lateralno gibanje. Zaradi rotacije in minimalne lateralne fleksije gležnja in kolena je ravnotežje ključnega pomena. V tovrstnih primerih je ravnotežje veliko bolj izrazito kot v testih, kjer se lahko ravnotežje kompenzira s fleksijo kolena (testi s primarnim vključevanjem gibanja naprej in nazaj). Kljub zavedanju pomembnosti vpliva ravnotežja na agilnost je ravnotežje redko preučevano s tovrstnega vidika (Sporis idr., 2010). Vzrok za pomanjkanje študij Sekulič in sodelavci navajajo v kompleksnosti, visoki ceni in robustnosti naprav za merjenje ravnotežja (Sekulic idr., 2012).



Shema 1: Univerzalne komponente agilnosti (prilagojeno po Young idr., 2002).

Nekateri avtorji so naredili tudi primerjava motoričnih sposobnosti med različno treniranimi športniki. Tako Erčulj v svoji raziskavi, kjer so preučevali motorične sposobnosti 65 košarkaric evropskega prvenstva divizije A, B in C, ugotavlja, da imajo športnice divizije C slabše rezultate v testih motoričnih sposobnosti kot košarkarice divizije A in B. Rezultat je bil značilen tudi, ko so opravili diskriminativno analizo, kjer so odstranili vpliv teže in višine. Iz tega lahko sklepamo, da je uspešnost v posameznih motoričnih testih pogojena z uspešnostjo v igri (Erčulj, Blas in Bracic, 2010).

Glavni namen študije je ugotoviti vpliv hitrosti, moči in ravnotežja na agilnostjo.

Metode

Vzorec merjencev

V raziskavi je bilo vključenih 69 študentov in 26 študentk prvega letnika Fakultete za šport v Ljubljani. Povprečna višina pri moških je znašala 181,3 cm ($\pm 5,35$ cm), pri ženskah pa 170,4 ($\pm 7,61$ cm). Povprečna telesna teža pri moških je znašala 78,6 kg ($\pm 8,95$ kg), pri ženskah pa 60,8 kg ($\pm 4,46$ kg). Starost je bila med spoloma podobna, moški so bili v povprečju stari 20,9 let ($\pm 1,93$), ženske pa 20,7 ($\pm 1,74$). Vsi merjenci so športno aktivni in v času meritev niso imeli svežih poškodb lokomotorne sistema.

Postopek meritev

Meritve so potekale v časovnem razponu enega meseca. V času enega sklopa testiranja (cca. 1 ura) so merjenci lahko izvedli največ 3 teste. Po 15 min ogrevanju so bili merjenci najprej seznanjeni s potekom testiranja in jim je bila prikazana demonstracija. Vsak test je bil izveden dvakrat. V statistično obdelavo je bil izbran boljši rezultat. Med ponovitvami so imeli 2–3 minutni odmor. V primerih, ko smo izvajali več testiranj hkrati, so bili odmori med testi dolgi 5–10 minut. Testiranje smo izvajali v dvorani na parketni (t-test, Kamikaze test) in tartanski podlagi (globinski skoki, Boscov test).

Testi

Ravnotežje

Testiranje ravnotežja se je izvajalo na napravi BiodexBalance sistem SD (Slika 1). Splošni stabilnostni indeks (OSI) je pov-

prečni nagib platforme v stopinjah od centralne postavitve, ki ga poda naprava. Večji kot je, večja je nestabilnost in večja je variabilnost od horizontalne postavitve. Obratno velja za nižji OSI. Nižji kot je, večja je stabilnost. Merjenci so najprej poiskali najustreznejši položaj za izvajanje testa na platformi. Položaj je bil zabeležen s pomočjo koordinat na platformi. Navodila so bila, da se test izvaja v optimalno izravnem položaju, z rokami ob telesu in pogledom, usmerjenim v ekran naprave. Merjenci so imeli en poizkus pred testiranjem. Test je trajal trikrat 20 s z 10 s odmorom med serijami. Merjencem ni bilo dovoljeno premikati položaja stojne noge. Test je potekal na 4. stopnji stabilnosti platforme. Lestvica stabilnosti platforme je od 1 (najmanjša stabilnost) do 12 (statično). Test se je izvajal za vsako nogo posebej. Zabeleženi so bili podatki OSI in standardna deviacija za vsako nogo posebej.



Slika 1: Merjenje ravnotežja na napravi BiodexBalanceSystem.

Globinski skok (Dropjump)

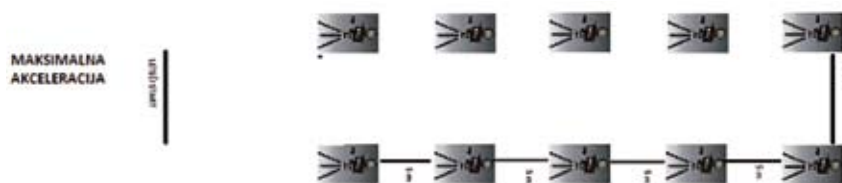
Test se je izvajal na napravi Optojump. Merjenci so sestopili s klopce z višine 20 cm (Slika 2). Dobili so navodila, da je ena noga že pred začetkom akcije v zraku pred klopco in roke v boku. Takoj po seskoku pa izvedejo hiter in maksimalen vertikalni odziv. Vadeči so imeli dva poizkusa z 2–3 min odmorom. Za analizo smo zabeležili boljši rezultat, in sicer višino skoka in kontaktni čas.



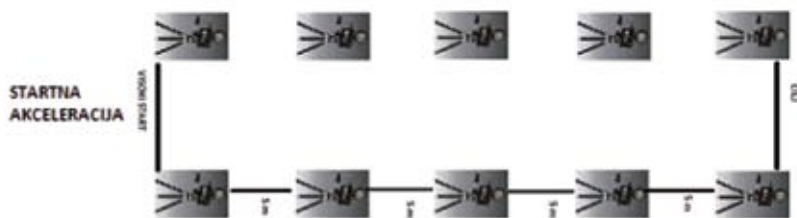
Slika 2: Izvedba globinskega skoka (Dropjump). (<http://www.globuscorporation.com/sporttechnology/eng/4---drop-jump-2112.asp?idPage=2043&id=2112&idSecondLevel=2109>)

Test maksimalne hitrosti – sprint z letečim startom

Pet elektronskih merilnikov časa je bilo postavljeni na vsakih 5 m (Slika 3). Prvi je stal na startu – 0 m, drugi na oddaljenosti 5 m, tretji 10 m, četrti 15 m in zadnji 20 m od prvega. Merili smo čas teka na 20 m z letečim startom. Pri testu so imeli posamezniki na voljo 15 m zaleta, kjer so skušali pridobiti čim večjo hitrost, s katero so nato odtekli vseh 20 m. Startali so za naprej določeno startno črto v položaju visokega starta. Vsak posameznik je imel na voljo 2 poizkusa, med katerima je bilo 3–4 minute odmora. Najboljši poizkus smo upoštevali za nadaljnjo analizo.



Slika 3: Skica postavitve merilnikov časa pri testu maksimalne hitrosti.



Slika 4: Skica postavitev merilnikov časa pri testu maksimalne akceleracije.

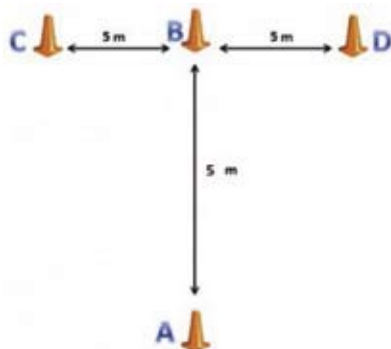
Test startne akceleracije – sprint 20 m z visokim startom

Pri testu z visoki startom so merjenci startali tik za prvimi merilnimi vratci (Slika 4). Cilj je bil preteči 20 m v čim krajšem času. Vsak posameznik je imel na voljo 2 poizkusa, med katerima je bilo 3–4 minute odmora. Najboljši poizkus je bil upoštevan za nadaljnjo analizo.

T-test

Štirje stožci so bili postavljeni v obliki črke T (Slika 5). Vsak stožec je bil od drugega oddaljen 5 m. Vsak posameznik je dobil enaka navodila za izvedbo testa ter vizualni prikaz – demonstracijo. Začetek je bil na točki A. Merjenec je tekel čim hitreje do točke B, se je dotaknil, nato pa se s prisunskimi koraki (ne križnimi ali tekom) pomaknil do točke C, se je dotaknil in šel s prisunskimi koraki do točke D. Nato se je bočno s prisunskimi koraki vračal do točke B in vzvratno ob B do točke A. Po izvedbi prvega poizkusa je imel minimalno 1 minuto časa počitka, nato je test ponovil.

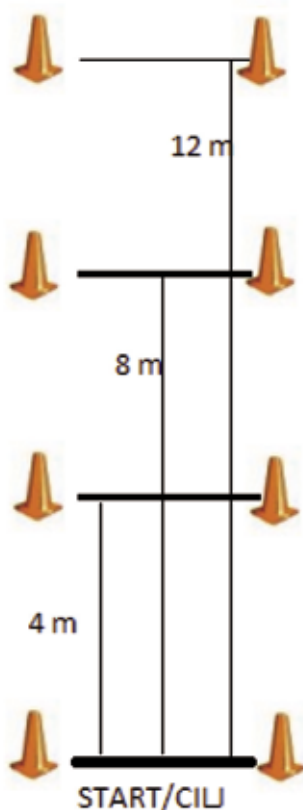
Merjenje časa se je končalo, ko je merjenec prestopil ciljno-startno črto. Vsak merjenec je imel na voljo dva poizkusa. Čas se je meril s štoparico na stotinko sekunde natančno.



Slika 5: T-test.

Kamikaze test (4–8–12 test)

Na razdalji 4 m, 8 m in 12 m od starta so bile črte, označene s stožci (Slika 6). Navodila za merjence so bila, da startajo na signal »na mesta, pozor, zdaj« in v sprintu pridejo čez prvo črto (4 m) ter se vrnejo na start, nadaljujejo do druge (8 m) in se ponovno vrnejo ter še enkrat do tretje (12 m) in nazaj. Na vsaki razdalji je bilo potrebno prestopiti črto, ki je označevala razdaljo, da je bil pravilno izveden poizkus. Vsak merjenec je imel na voljo dva poizkusa. Čas se je meril s štoparico na stotinko sekunde natančno.



Slika 6: Kamikaze test (4–8–12 test).

Bosco test

Test se je izvajal na napravi Optojump (Slika 7) in je bil modificiran s skrajšanim trajanjem na 15 s. Merjenci so pričeli s testom v stoječem položaju z rokami v boku. Navodila so bila opraviti maksimalno število skokov z maksimalno višino pri čim manjšem kontaktnem času. Vadeči so pred testiranjem preizkusili pravilno tehniko. Merjenci so imeli dva poizkusa z 2–3 min odmorom. Za analizo smo zabeležili boljši rezultat, in sicer število skokov, povprečno višino in povprečen kontaktni čas.



Slika 7: Naprava OptoJump (<http://www.opto-jump.com>).

Statistična analiza podatkov

Uporabili smo metodo osnovne statistike (povprečje, standardni odklon, standardna napaka povprečja, minimum in maksimum) za vse izmerjene teste.

Razlike med spoloma so bile pri vseh testih izračunane s pomočjo t-testa za neodvisne spremenljivke.

Linearna korelacija je bila izvedena za ugotovitev povezanosti posameznih testov med seboj ter ugotovitev vpliva hitrosti, moči in ravnotežja na agilnost.

Z multiplo regresijo smo ugotovili multivariatni vpliv hitrosti, moči in ravnotežja na agilnost. Vse analize so bile izvedene ločeno po spolu ter posebej za posamezni test agilnosti (T-test in 4,8,12 test). Pri rezultatih se je upoštevala 5 % stopnja tveganja ($p < 0,05$). Analiza je bila izvedena s pomočjo programa SPSS 17.0.

Rezultati

Opisna statistika parametrov (povprečje, standardni odklon, minimum in maksi-

Tabela 1: Opisna statistika spremenljivk stabilnosti, moči, hitrosti in agilnosti (moški, ženske).

	Spol	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
moški	stabilL	60	1,0	3,0	1,785	,4584
	stabilD	60	1,0	2,8	1,810	,4321
	globS(t)	60	,16	,28	,2021	,02678
	globS(h)	60	21	47	31,93	6,431
	leteci_s	60	2,26	2,76	2,4520	,10520
	visoki_s	60	2,55	3,61	3,1782	,16493
	T-test	60	7,38	9,72	8,5585	,52005
	CamT(4,8,12)	60	10,96	14,00	11,9800	,59530
	BoscoSTskoki	60	18	24	21,08	1,369
	BoscoKont(t)	60	,17	,27	,2014	,02411
ženske	BoscoPop(h)	60	20,8	42,9	31,717	4,9956
	stabilL	23	,9	2,5	1,370	,4318
	stabilD	23	,9	2,7	1,509	,3965
	globS(t)	23	,15	,27	,2114	,03274
	globS(h)	23	19	34	26,09	4,648
	leteci_s	23	2,58	3,07	2,8583	,12052
	visoki_s	23	3,29	3,82	3,5600	,13063
	T-test	23	8,82	10,51	9,6300	,45553
	CamT(4,8,12)	23	12,41	14,18	13,3413	,49328
	BoscoSTskoki	23	19	27	22,43	1,674
BoscoKont(t)	23	,16	,31	,2160	,03898	
BoscoPop(h)	23	17,2	32,1	25,204	4,0139	

1 = moški; 2 = ženske; stabilL = ocena ravnotežja leve noge; stabilD = ocena ravnotežja desne noge; glob(t) = kontaktni čas pri globinskem skoku; glob(h) = višina globinskega skoka; leteci_s = sprint 20 m z letečim startom; visoki_s = sprint na 20 m z visokim startom; T-test = t-test; CamT(4,8,12) = agilnostni test (kamikaze test); BoscoSTskok = povprečno Boskovem testu; BoscoKont(t) = povprečen kontaktni čas pri Boskovem testu; BoscoPop(h) = povprečna višina skokov pri Boskovem testu.

Tabela 2: Razlika v povprečjih izmerjenih testov med moškimi in ženskami.

	t-test for Equality of Means				
	t	df	Sig.	Mean Diff.	Std. Err. Diff
stabilL	3,750	81	,000	,4150	,1107
stabilD	2,907	81	,005	,3013	,1037
globS(t)	-1,324	81	,189	-,00926	,00699
globS(h)	4,575	55,081	,000	5,838	1,276
leteci_s	-15,118	81	,000	-,40626	,02687
visoki_s	-9,958	81	,000	-,38183	,03835
T-test	-8,680	81	,000	-1,07150	,12344
CamT(4,8,12)	-9,749	81	,000	-1,36130	,13964
BoscoSTskoki	-3,779	81	,000	-1,351	,358
BoscoKont(t)	-1,686	28,696	,103	-,01468	,00870
BoscoPop(h)	5,592	81	,000	6,5123	1,1647

mum) je izračunana za vse izvedene teste in je prikazana v Tabeli 2.

Iz Tabele 1 je razvidno, da so moški dosegli boljše rezultate v vseh testih, razen pri

stabilnosti. Ženske so dosegle 23 % boljši rezultat na levi nogi in 16,6 % na desni.

Analiza s t-testom prikazuje, da so testi med spoloma statistično razlikujejo, razen pri globS(t) in BoscoKont(t) ($p > 0,05$).

Korelacijska analiza pri moških je pokazala šibko do zmerno korelacijo med leteci_s, visoki_s in globS(h) ter pričakovano zmerno povezavo med testoma agilnosti (T-test in CamT(4,8,12)) ($p < 0,05$; $r = 0,607$). CamT(4,8,12) tudi signifikantno korelira s testoma hitrosti ($p < 0,05$; $r_{\text{leteci}_s} = 0,357$, $r_{\text{visoki}_s} = 358$). Najštevilčnejšo korelacijo ima BoscoSTskoki, ki korelira z obema spremenljivkama globinskih skokov in hitrosti.

Pri ženskah je korelacij manj. Signifikantna korelacija tako kot pri moških je med globS(h) in leteci_s in visoki_s. T-test in CamT(4,8,12) srednje korelirata ($p < 0,01$; $r = 0,610$), pri čemer T-test korelira tudi z leteci_s. Najštevilčnejšo korelacijo ima BoscoPop(h) z testoma hitrosti, globS(h) in BoscoSTskoki.

Multipla regresija za T-test pri moških ni značilna ($p > 0,05$), medtem ko za ženske je ($p < 0,05$) in parametri pojasnjujejo 65,6 % rezultatov. Vpliv blizu statistične značilnosti ima ($p = 0,55$) stabilD.

Za test kamikaze za ženske multipla regresija ni pokazala statistične značilnosti ($p > 0,05$). Pri moških pa ima statistično značilen vpliv globS(t) ($p < 0,05$), ki pojasni 28,4 % variance.

Razprava

Rezultati študije kažejo, da so motorične sposobnosti, ki se pogosto pojavljajo kot kombinacija v številnih športnih situacijah, močno povezane med seboj in vplivajo druga na drugo tako pri moških kot pri ženskah (Tabela 4 in 5). Do značilnih korelacij je prišlo predvsem med testi hitrosti in agilnosti, medtem ko ravnotežje in globinski skok nimata značilne povezave. Dosedanje raziskave sicer redko preučujejo ravnotežje v povezavi z agilnostjo, vendar ugotovitve kažejo, da izboljšanje ravnotežja vpliva tudi na izboljšanje agilnosti (Miller idr., 2006) oziroma obratno (Little in Williams, 2005). Prav tako so dobili Sekulic in sodelavci nasprotno rezultate našim v povezavi z ravnotežjem in agilnostjo. Navajajo značilen parcialni vpliv ravnotežja na agilnost. Ugotovili so tudi, da je bila povezava med agilnostjo in ravnotežjem večja pri moških, kot je bila pri ženskah. Raziskave navajajo, da je boljše ravnotežje pri ženskah posledica večjega obsega gibanja skočnega sklepa kot pri moških, kar sovпада tudi z našimi rezultati (Little in Williams, 2005).

Tabela 3: Korelacija med posameznimi spremenljivkami – moški.

		Correlationsa										
		stabilL	stabilD	globS (t)	globS (h)	leteci_s	visoki_s	T-test	CamT (4,8,12)	BoscoST-skoki	BoscoKont(t)	Bosco Pop(h)
stabilL	Pear. Corr.	1										
	Sig.											
stabilD	Pear. Corr.	,440**	1									
	Sig.	,000										
globS(t)	Pear. Corr.	,078	,043	1								
	Sig.	,553	,742									
globS(h)	Pear. Corr.	,001	,182	,282*	1							
	Sig.	,994	,163	,029								
leteci_s	Pear. Corr.	-,065	-,146	,009	-,508**	1						
	Sig.	,623	,267	,947	,000							
visoki_s	Pear. Corr.	,005	,049	,026	-,459**	,726**	1					
	Sig.	,968	,713	,842	,000	,000						
T-test	Pear. Corr.	-,018	-,020	,122	-,280*	,179	,280*	1				
	Sig.	,893	,882	,352	,030	,171	,030					
CamT (4,8,12)	Pear. Corr.	-,005	,102	,203	-,221	,357**	,358**	,607**	1			
	Sig.	,969	,439	,120	,089	,005	,005	,000				
BoscoSTskoki	Pear. Corr.	-,084	-,130	-,380**	-,644**	,358**	,254	,130	,177	1		
	Sig.	,521	,321	,003	,000	,005	,051	,321	,177			
BoscoKont(t)	Pear. Corr.	,104	,053	,569**	-,039	,267*	,221	-,054	,037	-,413**	1	
	Sig.	,429	,685	,000	,769	,039	,089	,684	,778	,001		
Bosco Pop(h)	Pear. Corr.	,048	,102	,076	,763**	-,548**	-,408**	-,169	-,247	-,841**	-,092	1
	Sig.	,715	,436	,563	,000	,000	,001	,196	,057	,000	,485	

** Korelacija je značilna (p = 0.01).

* Korelacija je značilna (p = 0.05).

Tabela 4: Korelacija med posameznimi spremenljivkami – ženske.

		Correlationsa										
		stabilL	stabilD	globS (t)	globS(h)	leteci_s	visoki_s	T-test	CamT (4,8,12)	BoscoST-skoki	BoscoKont(t)	Bosco Pop(h)
stabilL	Pear. Corr.	1										
	Sig.											
stabilD	Pear. Corr.	,632**	1									
	Sig.	,001										
globS(t)	Pear. Corr.	,223	-,120	1								
	Sig.	,306	,587									
globS(h)	Pear. Corr.	-,094	-,289	-,080	1							
	Sig.	,671	,182	,716								
leteci_s	Pear. Corr.	,178	,090	,126	-,791**	1						
	Sig.	,417	,684	,567	,000							
visoki_s	Pear. Corr.	,059	,110	-,007	-,704**	,820**	1					
	Sig.	,791	,618	,974	,000	,000						
T-test	Pear. Corr.	,200	-,196	,254	-,098	,451*	,397	1				
	Sig.	,361	,369	,242	,657	,031	,061					
CamT (4,8,12)	Pear. Corr.	,354	,154	,223	-,201	,348	,243	,610**	1			
	Sig.	,097	,482	,305	,358	,104	,264	,002				
BoscoSTskoki	Pear. Corr.	,057	,110	-,444*	-,392	,385	,297	-,058	,026	1		
	Sig.	,795	,616	,034	,064	,070	,168	,791	,905			
BoscoKont(t)	Pear. Corr.	,279	,210	,727**	,034	-,001	-,063	,278	,193	-,631**	1	
	Sig.	,198	,337	,000	,876	,998	,776	,199	,377	,001		
Bosco Pop(h)	Pear. Corr.	-,359	-,341	-,184	,589**	-,604**	-,448*	-,282	-,321	-,652**	-,134	1
	Sig.	,093	,112	,402	,003	,002	,032	,192	,136	,001	,542	

** Korelacija je značilna (p = 0.01)

* Korelacija je značilna (p = 0.05)

Tabela 5: Regresijska analiza T-testa – moški.

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	F	Sig.
1	,498a	,248	,112	,48994	1,831	,086a

Tabela 6: Regresijska analiza T-testa – ženske.

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	F	Sig.
1	,810a	,656	,418	,34740	2,758	,047a

Tabela 7: Vpliv posameznih spremenljivk na rezultat T-testa – ženske.

Coefficients ^{a,b}						
Model		B	Std. Error	Beta	t	Sig.
1	(Constant)	17,720	11,134		1,592	,136
	stabilL	,434	,292	,412	1,488	,161
	stabilD	-7,790	,375	-6,688	-2,106	,055
	globS(t)	-7,541	4,633	-,542	-1,628	,128
	globS(h)	,040	,035	,403	1,139	,275
	leteci_s	1,485	1,531	,393	,970	,350
	visoki_s	,681	1,079	,195	,631	,539
	BoscoSTskoki	-,389	,242	-1,430	-1,607	,132
	BoscoKont(t)	-4,492	7,683	-,384	-,585	,569
	BoscoPop(h)	-,155	,088	-1,364	-1,754	,103

Tabela 8: Regresijska analiza za test kamikaze – moški.

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	F	Sig.
1	,533a	,284	,155	,54724	2,202	,037a

Tabela 9: Vpliv posameznih spremenljivk na rezultat testa kamikaze – moški.

Coefficients ^{a,b}						
Model		B	Std. Error	Beta	t	Sig.
1	(Constant)	7,902	8,717		,907	,369
	stabilL	-,106	,178	-,082	-,595	,555
	stabilD	,291	,199	,211	1,459	,151
	globS(t)	9,743	3,725	,438	2,616	,012
	globS(h)	-,022	,021	-,243	-1,092	,280
	leteci_s	1,712	1,132	,303	1,512	,137
	visoki_s	,373	,671	,103	,557	,580
	BoscoSTskoki	-,045	,244	-,103	-,184	,855
	BoscoKont(t)	-9,215	7,424	-,373	-1,241	,220
	BoscoPop(h)	-,003	,067	-,026	-,045	,964

Tabela 10: Regresijska analiza za test kamikaze – ženske.

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	F	Sig.
1	,570a	,325	-,142	,52719	,696	,703a

Kratki sprinti so prisotni v vseh ekipnih športih, prav tako pa pri številnih individualnih. Posameznik med igro običajno preide v sprint iz počasnejšega gibanja (hoje, lahkotnega teka) (Aagaard, Simonsen, Trolle, Bangsbo in Klausen, 1994). Zaradi tega je bilo smiselno izmeriti maksimalno hitrost iz statičnega (visoki start) in dinamičnega (leteči start) startnega položaja. Kot pričakovano so bile korelacije med testoma visoke tako pri moških

(0,726; $p \leq 0,01$) kot pri ženskah (0,82; $p \leq 0,01$). Visoke korelacije različnih testov hitrosti sovpadajo z rezultati raziskave, ki so jo naredili Janson in sodelavci (2008) na srednješolcih in študentih, ki igrajo lacrosster nogomet. Športnike so izmerili v štirih različno dolgih sprintih (9,1 m; 18,3 m; 27,4 m in 36,6 m). Visoki deretminacijski koeficienti (32 %–58 %) kažejo, da ti testi merijo izrazito sprinterske sposobnosti. Prav tako Little in Williams (2005)

poročata o determinacijskem koeficientu med sprintom na 10 m in 20 m z letečim startom, ki v skupini profesionalnih igralcev nogometa znaša $r^2 = 39\%$. Na podlagi rezultatov te raziskave lahko ugotovimo, da sprint z letečim startom vpliva na druge spremenljivke kot sprint z visokim startom glede na spol. Sprint z letečim startom korelira s T-testom pri ženskah (0,451; $p \leq 0,05$), medtem ko s T-testom pri moških korelira sprint z visokim startom (0,28; $p \leq 0,05$).

Glede na dosedanje študije je moč redko dokazana kot pomemben prediktor sposobnosti hitre spremembe smeri pri treniranih moških (Markovic idr., 2007). Celo raziskave, kjer so bili kot merjenci športniki, ki jim je primarno gibanje sprint s hitrimi spremembami smeri, podpirajo hipoteze o relativno nizkem vplivu moči na agilnost (Young idr., 2002). Te rezultate smo delno potrdili tudi z našo raziskavo, saj se pri ženskah povezava ni pokazala, pri moških pa je korelacija s T-testom vidna (-0,28; $p \leq 0,05$). Del dobljenih rezultatov je moč pojasniti s tezo, ki so jo razvili Young in sodelavci (2002) v svoji raziskavi, kjer ugotavljajo, da je reakcijska moč pri globinskem skoku, ki je posledica *stretch-shortening* cikla, pomemben prediktor hitre sposobnosti spremembe smeri (Young idr., 2002). Vzrok šibkim povezavam med močjo in agilnostjo v dosedanjih študijah lahko pripišemo specifični testov, ki se uporabljajo. V večini primerov se uporabljajo relativno standardne oblike skokov (skok iz počepa, skok z nasprotnim gibanjem). V nasprotju s testi agilnosti, ki so kompleksni in zahtevajo koordinirano izraženo silo, ki je kombinacija mišic spodnjih udov, trupa ter zgornjih udov (Colby idr., 2000).

Mnogi v svojih raziskavah za primerjavo s testi agilnosti in sprinti namesto globinskega skoka uporabljajo skok z nasprotnim gibanjem (Canavan in Vescovi, 2004; Markovic, Dizdar, Jukic in Cardinale, 2004). Tako tudi Vescovi ugotavlja močno povezavo med skokom z nasprotnim gibanjem in rezultatom sprinta, ki se povečuje s podaljševanjem razdalje teka (Vescovi in McGuigan, 2008). V nasprotju s tem pa so ugotovitve nekaterih drugih avtorjev, ki poročajo o šibki povezanosti med skokom z nasprotnim gibanjem in sprinti na različne razdalje (Cronin in Hansen, 2005b; Hennessy in Kilty, 2001).

Agilnost je sposobnost, ki v večini športnih panog pogojuje uspešnost. Do se-

daj je nekaj avtorjev preučevalo odnos med sprinti in agilnostjo (Little in Williams, 2005; Pauole idr., 2000a). Pauole in sodelavci (2000) poročajo o zmerni korelaciji med T-testom in sprintom na 40 yardov (36,4 m). V nasprotju s tem Litte in Williams (2005) ugotavljata šibko povezanost med pospeškom na 10 m in cik-cak testom agilnosti. Močne korelacije so se pokazale med testi agilnosti in testi hitrosti ter nekaterimi elementi testov odzivne moči nog. Številni avtorji (Little in Williams, 2005; Sheppard in Young, 2006) verjamejo v močno povezavo med hitrostjo in spremembo smeri, ki je lahko posledica sklepanja podobnih morfoloških in biokemičnih determinant teh dveh sposobnosti (Little in Williams, 2005; Sheppard in Young, 2006). Tako znaša korelacija med T-testom in sprintom z visokim startom pri moških 0,28 ($p \leq 0,05$), med testom kamikaze in sprintom z visokim startom 0,358 ter testom kamikaze in sprintom z letečim startom 0,357. Medtem ko pri ženskah prihaja samo do korelacije med T-testom in sprintom z letečim startom (0,451; $p \leq 0,05$). V do sedaj znanih raziskavah avtorji niso potrdili tovrstne povezave in se korelacijski koeficienti gibljejo od nizkih (0,27–0,32) (Salaj in Markovic, 2011) do zmernih (0,52–0,58) (Gabbett idr., 2008; Pauole, Madole, Garhammer, Lacourse in Rozenek, 2000b). Vescovi je v svoji raziskavi gledal povezanost agilnosti z različno dolgimi sprinti in ugotovil, da dosejajo testi agilnosti višji determinacijski koeficient v povezavi s sprinti na daljše razdalje (274 m in 36,6 m) (Vescovi in McGuigan, 2008).

Determinacijski koeficienti, ki smo jih dobili z multiplo regresijo (r^2) in so bili izračunani za oba testa agilnosti, ločeno po spolu, kažejo veliko količino pojasnjene variance pri T-testu pri ženskah ($r^2 = 0,656$) in pri testu kamikaze pri moških ($r^2 = 0,284$). Pri ženskah se je kot najboljši napovedni rezultat T-testa pokazalo ravnotežje desne noge ($\beta = -0,688$; $p = 0,055$), pri moških pa kontaktni čas pri globinskem skoku ($\beta = 0,438$; $p = 0,012$). Razliko med spoloma lahko pojasnimo z dejstvom, da ženske vključujejo v gibanje večji delež kognitivnih sposobnosti kor moški, medtem ko je pri moških veliko bolj izražena energijska komponenta.

Sklep

Na podlagi dobljenih rezultatov in sedanjih raziskav lahko zaključimo, da

testi hitrosti korelirajo s posameznimi testi agilnosti. Korelacija pa je odvisna od energijske komponente, ki je bistvenega pomena za uspešno izvedbo posameznega testa. Ravnotežje ni koreliralo z nobenim od testov agilnosti. Statistično značilni vpliv na rezultat testa agilnosti je imel le kontaktni čas pri globinskem skoku pri moških, ki je bil v povezavi s testom kamikaze. Slednji rezultat lahko razlagamo kot sposobnost učinkovitega preklopa iz ekscentrične v koncentrično fazo in s tem *stretch-shortening* cikla, ki je pri testu kamikaze zaradi hitrih sprememb smeri gibanja ključnega pomena (Hennessy in Kilty, 2001).

Ponovno smo ugotovili, da je agilnost kompleksna sposobnost, na katero vplivajo številni dejavniki. V prihodnje bi bilo smiselno izvesti podobno raziskavo na športnikih različnega kakovostnega razreda ter starostnih skupin z nekoliko večjo baterijo testov. S tem bi lahko ugotovili, ali obstajajo razlike med vplivi motoričnih sposobnosti glede na starost in stopnjo treniranosti.

Literatura

1. Aagaard, P., Simonsen, E. B., Trolle, M., Bangsbo, J. in Klausen, K. (1994). Moment and power generation during maximal knee extensions performed at low and high speeds. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 69(5), 376–381.
2. Bloomfield, J., Ackland, T. R. in Elliot, B. C. (1994). Applied anatomy and biomechanics in sport. *Blackwell Scientific*.
3. Canavan, P. K. in Vescovi, J. D. (2004). Evaluation of power prediction equations: peak vertical jumping power in women. *Med Sci Sports Exerc*, 36(9), 1589–1593. doi: 00005768-200409000-00019 [pii]
4. Colby, S., Francisco, A., Yu, B., Kirkendall, D., Finch, M. in Garrett, W., Jr. (2000). Electromyographic and kinematic analysis of cutting maneuvers. Implications for anterior cruciate ligament injury. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *The American journal of sports medicine*, 28(2), 234–240.
5. Cox, R. H. (2002). Sport psychology: Concepts and applications. *Journal of sports sciences*, 5th edn.
6. Cronin, J. B. in Hansen, K. T. (2005a). Strength and power predictors of sports speed. [Clinical Trial]. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*, 19(2), 349–357. doi: 10.1519/14323.1
7. Cronin, J. B. in Hansen, K. T. (2005b). Strength and power predictors of sports speed. *J Strength Cond Res*, 19(2), 349–357. doi: 14323 [pii]10.1519/14323.1
8. Enoka, R. (2002). Neuromechanics of human movement *Human Kinetics 3rd edn*.
9. Erculj, F., Blas, M. in Bracic, M. (2010). Physical demands on young elite European female basketball players with special reference to speed, agility, explosive strength, and take-off power. *J Strength Cond Res*, 24(11), 2970–2978. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181e38107
10. Gabbett, T. J., Kelly, J. N. in Sheppard, J. M. (2008). Speed, change of direction speed, and reactive agility of rugby league players. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*, 22(1), 174–181. doi: 10.1519/JSC.0b013e31815ef700
11. Harrison, A. J., Keane, S. P. in Cogan, J. (2004). Force-velocity relationship and stretch-shortening cycle function in sprint and endurance athletes. [Clinical Trial Comparative Study]. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*, 18(3), 473–479. doi: 10.1519/13163.1
12. Hennessy, L. in Kilty, J. (2001). Relationship of the stretch-shortening cycle to sprint performance in trained female athletes. *J Strength Cond Res*, 15(3), 326–331.
13. Little, T. in Williams, A. G. (2005). Specificity of acceleration, maximum speed, and agility in professional soccer players. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*, 19(1), 76–78. doi: 10.1519/14253.1
14. Lloyd, A. in Cochrane, e. (2011). Applied anatomy and biomechanics in sport. *Human Kinetics*.
15. Markovic, G., Dizdar, D., Jukic, I., & Cardinale, M. (2004). Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *J Strength Cond Res*, 18(3), 551–555. doi: 10.1519/1533-4287(2004)18<551:RAVOS>2.0.CO;2
16. Markovic, G., Sekulic, D., & Markovic, M. (2007). Is agility related to strength qualities? -Analysis in latent space. [Evaluation Studies-Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Collegium antropologicum*, 31(3), 787–793.
17. Miller, M., Herniman, J., Ricard, M., Cheatham, C., & Michael, T. (2006). The effects of a 6-week plyometric training program on agility. *Journal of sports sciences*, 5, 459–465.
18. Nimphius, S., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2010). Relationship between strength, power, speed, and change of direction performance of female softball players. [Comparative Study Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*, 24(4), 885–895. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181d4d41d
19. Pauole, K., Madole, K., Garhammer, J., Lacourse, M., & Rozenek, R. (2000a). Reliability and validity of the T-test as a measure of agility,

- leg power, and leg speed in college-aged men and women. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*, 14(4), 443-450.
20. Pauole, K., Madole, K., Garhammer, J., Lacourse, M., & Rozenek, R. (2000b). Reliability and validity of the T-test as a measure of agility, leg power, and leg speed in college-aged men and women. *J Strength Cond Res* 14, 443-450.
21. Požar, P. (2008). Vpliv eksperimentalnega programa na koordinacijo otrok straih od 6 do 9 let. *Diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport*.
22. Salaj, S. in Markovic, G. (2011). Specificity of jumping, sprinting, and quick change-of-direction motor abilities. [Comparative Study Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*, 25(5), 1249-1255. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181da77df
23. Sekulic, D., Spasic, M., Mirkov, D., Cavar, M. in Sattler, T. (2012). Gender-specific influences of balance, speed and power on agility performance. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*.
24. Sheppard, J. M. in Young, W. B. (2006). Agility literature review: classifications, training and testing. [Review]. *Journal of sports sciences*, 24(9), 919-932. doi: 10.1080/02640410500457109
25. Sleivert, G. in Taingahue, M. (2004). The relationship between maximal jump-squat power and sprint acceleration in athletes. *European journal of applied physiology*, 91(1), 46-52. doi: 10.1007/s00421-003-0941-0
26. Sporis, G., Jukic, I., Milanovic, L. in Vucetic, V. (2010). Reliability and factorial validity of agility tests for soccer players. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*, 24(3), 679-686. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181c4d324
27. Vescovi, J. D. in McGuigan, M. R. (2008). Relationships between sprinting, agility, and jump ability in female athletes. *J Sports Sci*, 26(1), 97-107. doi: 781804769 [pii]10.1080/02640410701348644
28. Young, W. B., James, R. in Montgomery, I. (2002). Is muscle power related to running speed with changes of direction? *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 42(3), 282-288.
29. Young, W. B., McDowell, M. H. in Scarlett, B. J. (2001). Specificity of sprint and agility training methods. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*, 15(3), 315-319.

Suzana Pustivšek
e-naslov: suza.pustivsek@gmail.com