



Milan Čoh¹,
Samo Rauter¹, Jožef Šimenko¹, Krzysztof Maćkala²

Programirana in neprogramirana agilnost

Izvleček

Agilnost je sposobnost hitrih sprememb gibanja v prostoru in času glede na pričakovane ali nepričakovane zunanje dražljaje. Namen študije je bil ugotoviti razlike v testih programirane in neprogramirane agilnosti na vzorcu športnikov moškega in ženskega spola. Pri testih programirane agilnosti (nereaktivne) je bila gibalna naloga vnaprej znana, pri testih neprogramirane (reaktivne) agilnosti je bila gibalna naloga povsem neznana. V eksperimentalnem postopku smo za merjenje časovnih parametrov agilnosti uporabili novo tehnologijo »Fitlight Trainer«. Izvedli smo 8 testov programirane in neprogramirane agilnosti. V vzorec merjencev je bilo vključenih 45 študentov in 31 študentk Fakultete za šport. Ugotovili smo, da obstajajo statistično značilne razlike med programirano in neprogramirano agilnostjo med sub vzorcema. Prav tako obstajajo značilne razlike med testi agilnosti, pri katerih je gibanje je vnaprej znano in pri testih, pri katerih je gibanje neznano. Razlike med testi reaktivne in nereaktivne agilnosti se gibljejo v razponu 9.9 % do 14.0 %. Merska tehnologija, ki smo jo uporabili v pričujoči študiji, je lahko zelo koristno sredstvo diagnostike v procesu treninga športnikov.

Ključne besede: agilnost, reaktivna, nereaktivna, motorika, testi



Programmed and non-programmed agility

Abstract

Agility is the ability to make fast changes of movement in space and time depending on the expected or unexpected external stimuli. The study aimed to establish the differences in programmed and non-programmed agility tests using a sample of male and female athletes. In the programmed (non-reactive) agility tests the motor task was known beforehand, whereas in the non-programmed (reactive) agility tests it was completely unknown. The new "Flight Trainer" technology for measuring the time parameters of agility was applied in the experimental procedure. Eight tests of programmed and non-programmed agility were carried out. The sample of subjects included 45 male and 31 female students of the Faculty of Sport. Statistically significant differences were established between the subsamples in terms of programmed and non-programmed agility. Significant differences were also established between the agility tests where movement was known beforehand and those where movement was unknown. The differences between the reactive and non-reactive agility tests ranged from 9.9% to 14.0%. The measurement technology that was applied in his study can be a very useful diagnostic tool in the athletes' training process.

Key words: agility, reactive, non-reactive, motor abilities, tests

¹ Fakulteta za šport, Univerza v Ljubljani

² University of School of Physical Education, Department of Track and Field, Wrocław, Poland

■ Uvod

Agilnost je kompleksna biomotorična sposobnost, ki je odvisna od številnih zunanjih in notranjih dejavnikov. Glede na različne kriterije obstaja večje število definicij te sposobnosti. Po Bloomfieldu, Acklandu in Elliotu (1994) je agilnost sposobnost hitre in natančne spremembe smeri gibanja. Novejše definicije upoštevajo štartno reakcijo, kontrolo gibanja in ohranjanje ravnotežja telesa pri hitrih spremembah smeri (Little, Williams, 2005; Cronin, Hansen 2005; Marković in sod. 2007; Sporis, Jukic, Milanovic in Vucetic, 2010). Da realizacija hitrih sprememb gibanja ni odvisna samo od biomotoričnih sposobnosti, temveč tudi od kognitivnih faktorjev, ugotavljajo v svojih študijah Cox (2002); Young, James in Montgomery (2002); Sheppard in Young (2006). Največjo povezavo v prostoru kognitivnih faktorjev na agilnost ima tehnika vizualne percepcije, hitrost vizualne percepcije in anticipacija (Little in sod., 2005; Sheppard in Young, 2006, Spasic, 2013). Pomembni kazalci uspešnosti agilnosti so hitrost, hitrostopšeševanja, eksplozivna moč, ravnotežje in morfološke karakteristike (Sekulic in sod., 2012; Miller in sod., 2006; Nimpfius in sod. 2010; Salaj, Marković, 2011). Elatična moč, ki se manifestira zlasti pri globinskih skokih (ang. *drop jump*), je izjemno močan prediktor agilnosti (Sassi, Dardouri, 2009; Salaj, Marković, 2011). Nedvomno je tudi tehnika gibanja (agilnostna gibanja) pomemben dejavnik uspešnosti agilnosti. Pri športniku, ki ima visok nivo motoričnih sposobnosti, učinkovit gibalni transfer in integracijo teh sposobnosti z kognitivnimi funkcijami, lahko pričakujemo visok nivo realizacije agilnosti (Young in sod. 2001; Young in sod. 2002; Enoka, 2002, Gabbet in sod., 2008).

Veliko gibalnih situacij v športu je povezanih s spremembo gibanja na določen signal (ang. *stop'n'go*). Agilnost se tako lahko manifestira preko odprte zanke (ang. *open skill*), kjer je gibanje neznano, nenačrtovano, ali pa preko zaprte zanke, kjer je gibanje vnaprej znano oziroma načrtovano (Sheppard in Young, 2006). Tiste gibalne situacije, ki niso predhodno načrtovane, definiramo kot reaktivno agilnost, tiste gibalne situacije, ki pa so vnaprej znane (predhodno planirana agilnost, ang. *change of direction speed*, CODS), pa kot nereaktivno agilnost (Sheppard in Young, 2006). Zato Sheppard in Young (2006) predlagata spremenjeno definicijo agilnosti: »Agilnost je hitro premikanje celotnega telesa s spremembo hitrosti ali smeri v prostoru in času kot odgovor

na stimulus.« V gibalnih strukturah zlasti kompleksnih športov se neprogramirana (reaktivna agilnost) manifestira mnogo bolj pogosto kot planirana agilnost, ker so »športne situacije« v osnovi nepredvidljive in je na njih potrebno reagirati in jih realizirati v optimalnem času in prostoru.

Namen te študije je bil ugotoviti razlike med motoričnimi nalogami – testi programirane (nereaktivne) agilnosti in testi neprogramirane (reaktivne) agilnosti na vzorcu merjencev športnikov obeh spolov. Do sedaj je bilo opravljenih zelo malo število tovrstnih študij zaradi pomanjkanja ustreznih tehnologij merjenja. Nova tehnologija »FITLIGHT TRAINER« nam omogoča testiranje programiranih in neprogramiranih gibalnih situacij ter njihovo neposredno primerjavo.

Cilj študije je ugotoviti, ali obstajajo statistično značilne razlike med športno populacijo merjencev (moški – ženske) v programirani in neprogramirani agilnosti v izbranih testih.

■ Metode dela

Vzorec merjencev

V raziskavi je bilo vključenih 45 študentov in 31 študentk drugega letnika Fakultete za šport Univerze v Ljubljani. Povprečna višina pri moških je znašala 181,6 cm (± 8.31 cm), pri ženskah pa 167,7 (± 5.03 cm). Povprečna telesna teža pri moških je znašala 78.9 kg (± 11.33 kg), pri ženskah pa 63.3 kg (± 8.65 kg). Moški so bili v povprečju stari 21.2 let ($\pm 1,78$), ženske pa 20,6 ($\pm 1,27$). Vsi merjenci so bili športno aktivni in v času meritev niso imeli poškodb lokomotornega sistema. Merjenci so bili seznanjeni z namenom eksperimenta in merilnimi postopki, strinjali so se z izjavo o sodelovanju v skladu

s Helsinško-tokijsko deklaracijo, da sodelujejo prostovoljno in da lahko sodelovanje kadarkoli tudi prekinajo.

Izvedba eksperimenta

V raziskavi smo uporabili brezžični sistem med seboj povezanih svetlobnih senzorjev proizvajalca »Fitlight Trainer« iz Italije (Slika 1). Sistem se uporablja za merjenje časa reakcije, hitrosti in koordinacije. Sistem je sestavljen iz 8 LED elektrod, ki se upravljajo preko android aplikacije. Prekinjen snop svetlobe elektrode zabeleži časovni parameter. Nastavimo lahko oddaljenost in občutljivost delovanja elektrod. V naši raziskavi oddaljenosti je bila občutljivost nastavljena na srednjo in prekinitvev snopa svetlobe na razdalji 20 cm.

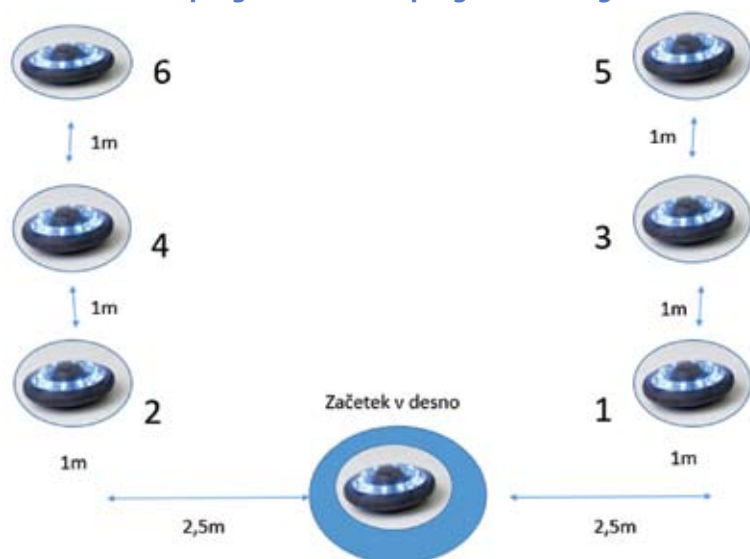
Meritve so potekale v časovnem razponu enega meseca v atletski dvorani Fakultete za šport. Podlaga v dvorani je bila tartan, ki omogoča optimalno realizacijo eksperimenta. V času enega sklopa testiranja (60 min) so merjenci lahko izvedli največ 2 testa. Po 15 min ogrevanju so bili merjenci najprej seznanjeni s potekom testiranja, nato je sledila demonstracija testov. Vsak test so izvedli dvakrat. V statistično obdelavo je bil izbran boljši rezultat. Med ponovitvami so imeli 3–5 minutni odmor. Izvedba reaktivne agilnosti pri vseh testih je bila povsem neznan, saj je bila kombinacija izvedb računalniško naključno programirana. Izbrani so bili 4 testi programirane in 4 testi neprogramirane agilnosti:

1. test – SMREKA (Slika 2)
2. test – ZVEZDA (Slika 3)
3. test – PAHLJAČA (Slika 4)
4. test – YTEST (Slika 5)

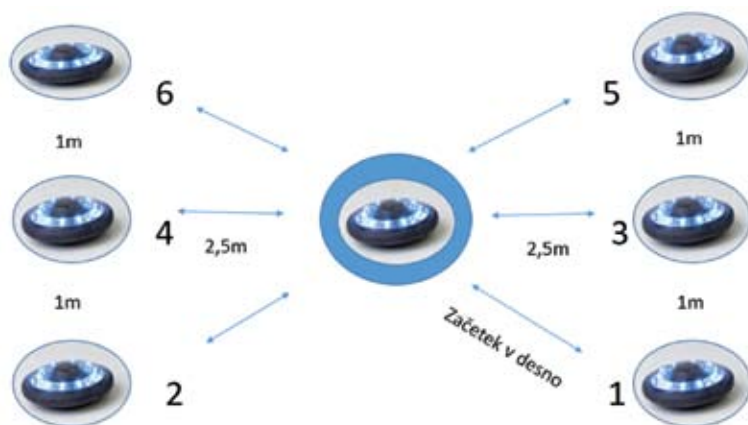


Slika 1: Merski instrumentarij fit Light TRAINER za testiranje reaktivne in nereaktivne agilnosti.

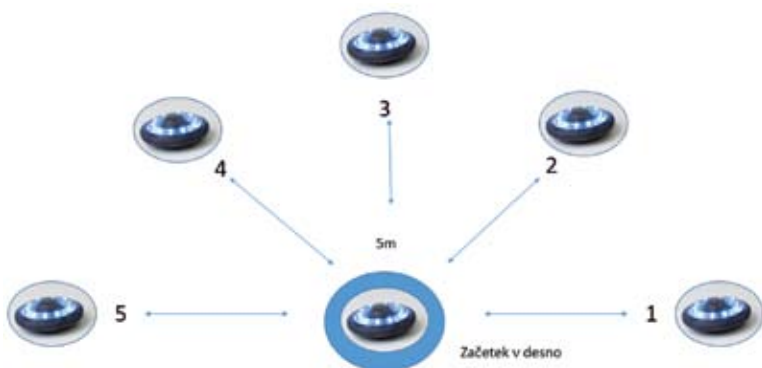
Izbrani testi programirane – neprogramirane agilnosti



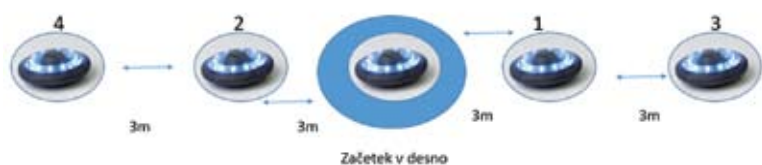
Slika 2: Postavitev senzorjev pri testu SMREKA.



Slika 3: Postavitev senzorjev pri testu ZVEZDA.



Slika 4: Postavitev senzorjev pri testu PAHLJAČA.



Slika 5: Postavitev senzorjev pri testu YTEST.

Vse štiri teste smo izvajali v enakih pogojih na način programirane in neprogramirane izvedbe. Pri vseh testih je glede na strukturo gibanja prisotna frontalna agilnost, lateralna agilnost, krožna agilnost in agilnost s spremembami gibanja za 180 stopinj. Statistika rezultatov je bila v nadaljevanju obdelana z računalniškim paketom SPSS. Za vse teste smo izračunali osnove deskriptivne statistične parametre (povprečno vrednost, standardni odklon, minimum, maksimum). Razlike med programirano in neprogramirano izvedbo posameznega testa smo ugotovili s pomočjo t- testa za neodvisne vzorce. Da bi analizirali povezanost programirane in neprogramirane agilnosti v izbranih testih, smo uporabili korelacijsko analizo.

■ Rezultati in razprava

Na podlagi osnovne statistike rezultatov (Tabela 1) in t-testa lahko ugotovimo, da se sub vzorca merjencev razlikujeta v vseh izbranih testih programirane in neprogramirane agilnosti. Boljše rezultate dosegajo merjenci moškega spola, razen v testu ZVEZDA – programirana izvedba, kjer ne moremo ugotoviti statistično značilnih razlik. Celo več, to je edini test, kjer v povprečju dosegajo boljše rezultate ženske. Največja razlika med vzorcem moških in žensk je v testu frontalne agilnosti SMREKA – neprogramirana izvedba ($D = 2.82$ sek), sledi test SMREKA – programirana izvedba ($D = 2.43$ sek), temu sledi test krožne agilnosti PAHLJAČA – programirana izvedba ($D = 2.10$ sek). Relativno majhne razlike, vendar statistično značilne med sub vzorcema lahko ugotovimo pri testu lateralne programirane in neprogramirane agilnosti – YTEST-u ($D = 1.55$ sek, $D = 1.32$ sek). Razlike med spoloma merjencev generirajo poleg kognitivnih in perceptivnih dejavnikov še v večji meri motorične sposobnosti, zlasti hitrost pospeševanja, hitrost zaustavljanja (deceleracija), eksplozivna in elastična moč. Moški v prostoru »agilnostne motorike« (Cronin in Hansen, 2005; Miller in sod., 2006) izrazito dominirajo glede na ženske.

Glede na Tabela 2 lahko ugotovimo statistično značilne razlike znotraj testov programirane in neprogramirane agilnosti pri sub vzorcu moških. Reaktivna in nereaktivna agilnost sta absolutno različni kategoriji. Podobne rezultate so ugotovili v svojih študijah tudi drugi avtorji (Sheppard in Young, 2006; Sporiš in sod., 2010; Sekulić in sod., 2014). Gibalne situacije so podobne,

Tabela 1: Osnovne statistične značilnosti testov programirane in neprogramirane agilnosti ter primerjava med spoloma

		N	Mean	SD	Minimum	Maximum	F	Sig.
SMREKA_ZNANA	MOŠKI	49	15,59	1,48	13,59	21,69	54,585	,000
	ŽENSKKE	31	18,02	1,35	15,98	21,55		
	skupaj	80	16,54	1,86	13,59	21,69		
SMREKA_NEZNANA	MOŠKI	47	17,77	1,38	14,38	21,85	86,642	,000
	ŽENSKKE	31	20,59	1,19	18,78	23,31		
	skupaj	78	18,89	1,90	14,38	23,31		
ZVEZDA_ZNANA	MOŠKI	43	13,35	1,38	10,75	16,02	3,017	,087
	ŽENSKKE	28	12,78	1,31	11,01	15,33		
	skupaj	71	13,13	1,37	10,75	16,02		
ZVEZDA_NEZNANA	MOŠKI	42	15,86	1,49	13,45	19,56	19,945	,000
	ŽENSKKE	28	17,58	1,71	14,50	22,97		
	skupaj	70	16,55	1,78	13,45	22,97		
PAHLJAČA_ZNANA	MOŠKI	39	15,70	1,08	14,25	20,13	59,027	,000
	ŽENSKKE	27	17,80	1,11	15,13	19,96		
	skupaj	66	16,56	1,50	14,25	20,13		
PAHLJAČA_NEZNANA	MOŠKI	36	18,22	1,51	15,92	21,43	13,420	,001
	ŽENSKKE	25	19,56	1,25	16,79	21,81		
	skupaj	61	18,77	1,55	15,92	21,81		
Y_ZNANA	MOŠKI	32	12,00	1,33	10,25	15,74	16,564	,000
	ŽENSKKE	19	13,56	1,30	11,45	16,48		
	skupaj	51	12,58	1,51	10,25	16,48		
Y_NEZNANA	MOŠKI	31	13,60	1,39	11,91	17,18	13,265	,001
	ŽENSKKE	18	14,93	0,87	13,51	16,74		
	skupaj	49	14,09	1,38	11,91	17,18		

Tabela 2: T-test, razlike med testi planirane in neplanirane agilnosti – moški

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	SMREKA_ZNANA - SMREKA_NEZNANA	-2362,000	1450,899	211,635	-2788,000	-1936,000	-11,161	46	,000
Pair 2	ZVEZDA_ZNANA - ZVEZDA_NEZNANA	-2590,244	1995,432	311,634	-3220,080	-1960,408	-8,312	40	,000
Pair 3	PAHLJAČA_ZNANA - PAHLJAČA_NEZNANA	-2500,444	1286,937	214,490	-2935,881	-2065,008	-11,658	35	,000
Pair 4	Y_ZNANA - Y_NEZNANA	-1646,548	1125,758	202,192	-2059,480	-1233,617	-8,143	30	,000

Tabela 3: Korelacije med testi planirane in neplanirane agilnosti – moški

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	SMREKA_ZNANA & SMREKA_NEZNANA	47	,352	,015
Pair 2	ZVEZDA_ZNANA & ZVEZDA_NEZNANA	41	,037	,819
Pair 3	PAHLJAČA_ZNANA & PAHLJAČA_NEZNANA	36	,553	,000
Pair 4	Y_ZNANA & Y_NEZNANA	31	,658	,000

Tabela 4: T-test, razlike med testi planirane in neplanirane agilnosti – ženske

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	SMREKA_ZNANA - SMREKA_NEZNANA	-2567,742	1458,411	261,938	-3102,691	-2032,792	-9,803	30	,000
Pair 2	ZVEZDA_ZNANA - ZVEZDA_NEZNANA	-4800,393	2380,197	449,815	-5723,337	-3877,449	-10,672	27	,000
Pair 3	PAHLJAČA_ZNANA - PAHLJAČA_NEZNANA	-1759,240	1174,214	234,843	-2243,932	-1274,548	-7,491	24	,000
Pair 4	Y_ZNANA - Y_NEZNANA	-1329,556	1144,729	269,815	-1898,816	-760,295	-4,928	17	,000

Tabela 5: Korelacije med testi planirane in neplanirane agilnosti – ženske

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	SMREKA_ZNANA & SMREKA_NEZNANA	31	,349	,055
Pair 2	ZVEZDA_ZNANA & ZVEZDA_NEZNANA	28	-,227	,246
Pair 3	PAHLJAČA_ZNANA & PAHLJAČA_NEZNANA	25	,526	,007
Pair 4	Y_ZNANA & Y_NEZNANA	18	,520	,027



Slika 6. Izvajanje »Y-testa«.



Slika 7. Izvajanje testa »zvezdak«.



razlika je v hitrosti reagiranja, sposobnosti anticipacije in skeniranja prostora. Neprogramirana agilnost zahteva visoko stopnjo koncentracije, optimalno reakcijo na kompleksen dražljaj in koordinirano gibalno izvedbo. Največja razlika med reaktivno in nereaktivno agilnostjo je razvidna pri testu SMREKA (test frontalne agilnosti) ter znaša 14 %.

Pri pregledu korelacijskih koeficientov (Tabela 3) je razvidna najvišja korelacija med programirano in neprogramirano izvedbo testa lateralne agilnosti YTEST. Korelacija je visoka $R = 0.66$. Očitno na realizacijo obeh testov vplivajo podobni dejavniki v prostoru dinamičnega ravnotežja, vizualizacije in lateralne hitrosti.

Statistično neznačilna korelacija je med reaktivno in nereaktivno izvedbo testa kompleksne agilnosti ZVEZDA. Medtem ko je gibalna struktura pri programirani – nereaktivni varianti tega testa znana, je pri neprogramirani reaktivni varianti gibalna izvedba povsem »odprta«. Izvedba gibanja je zelo kompleksna, kontrola gibanja je ote-

žena, merjenec mora reševati več dimenzijski prostori. Senzorji se vključujejo zunaj vidnega polja v smeri naprej, vstran in v smeri nazaj. Pri testu je očitno v večji meri prisotna kognitivna in senzorična komponenta gibanja (Cox, 2002) in v manjši meri energetska komponenta. To je tudi edini reaktivni test agilnosti, kjer so merjenke v povprečju boljše od merjenecv.

Pri vzorcu merjenk so razlike znotraj testov programirane in neprogramirane agilnosti statistično značilne (Tabela 4). Gibanje, ki ni vnaprej definirano, očitno zahteva drugačne biomotorične in senzo-motorične sposobnosti kot pri gibalnih strukturah, kjer je vzorec gibanja vnaprej znan. Razlike so pričakovane, diferenciacija tipa programirane in neprogramirane agilnosti kaže na potrebo konstruiranja novih agilnostnih testov, ki bodo imeli visoko predikcijo z specifično športno panogo.

Neodvisnost testov agilnosti programiranega in ne programiranega tipa se kaže v nizkih korelacijah (Tabela 5). Najvišji korelacijski koeficient ima programirana in

neprogramirana PAHLJAČA ($R = 0.53$). Povezanost temelji na relativno enostavnem vzorcu gibanja z možnostjo vizualne kontrole senzorjev in optimalnega timinga.

Zaključek

Agilnost kot kompleksna biomotorična sposobnost je pomemben dejavnik uspeha v mnogih športnih panogah. Glede na to, ali je gibalni vzorec vnaprej znan ali neznan, lahko agilnost definiramo kot programirano ali neprogramirano. V konkretnih športnih situacijah se pogosteje pojavlja tip neprogramirane – reaktivne agilnosti. Razvoj sodobnih tehnologij nam danes omogoča konstruiranje testov in poligonov za razvoj neprogramirane agilnosti, katerih realizacija je odvisna tako od energetskih, kognitivnih in senzomotoričnih dejavnikov. Rezultati študije so pokazali statistično značilne razlike v testih programirane – nereaktivne in neprogramirane – reaktivne agilnosti med sub vzorcema. Prav tako obstajajo značilne razlike znotraj

testov reaktivne in nereaktivne agilnosti tako moških kot pri ženskah.

Literatura

1. Cox, R. H. (2002). Sport psychology: Concepts and applications. *Journal of sports sciences, 5th edn.*
2. Cronin, J. B. in Hansen, K. T. (2005). Strength and power predictors of sports speed. [Clinical Trial]. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association, 19(2)*, 349–357.
3. Enoka, R. (2002). Neuromechanics of human movement *Human Kinetics 3rd edn.*
4. 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
5. 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.
6. Markovic, G., Sekulic, D. Markovic, M. (2007). Is agility related to strength qualities? -Analysis in latent space. *Evaluation Studies.*
7. Miller, M., Herniman, J., Ricard, M., Cheatham, C. in Michael, T. (2006). The effects of a 6-week plyometric training program on agility. *Journal of sports sciences, 5*, 459–465.
8. Nimphius, S., McGuigan, M. R. in Newton, R. U. (2010). Relationship between strength, power, speed, and change of direction performance of female softball players. *Comparative Study.*
9. Salaj, S. in Markovic, G. (2011). Specificity of jumping, sprinting, and quick change-of-direction motor abilities. *Comparative Study.*
10. 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.*
11. Sheppard, J. M. in Young, W. B. (2006). Agility literature review: classifications, training and testing. [Review]. *Journal of sports sciences, 24(9)*, 919–932.
12. 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.
13. Spasić, M. (2013). Morfološki i biomotorički prediktori agilnosti u pubertetu. Doktorska disertacija, Kineziološki fakultet Split.
14. Sassi, R. H. in W. Dardouri. (2009). Relative and Absolute Reliability of a Modified Agility T- Test and Its Relationship with Vertical Jump and Straight Sprint." *Journal of Strength and Conditioning Research 23(6)*: 1644–1651.
15. 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.
16. 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.

Prof. dr. Milan Čoh, prof. šp. vzg.
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport
milan.coh@fsp.uni-lj.si