

Uloga dobi, spola i obrazovanja u brzini procesiranja informacija

Martina Knežević, Božidar Nikša Tarabić, Patricia Tomac,
Andreja Vincek, Lucija Ivanda

Odjel za psihologiju, Hrvatski studiji, Sveučilište u Zagrebu, Hrvatska

Sažetak

Test zamjene slova brojevima (TZSB) najnovija je adaptacija podljestvice Wechslerova testa inteligencije pod nazivom Šifriranje, kojim se ispituje brzina procesiranja informacija. Prednost je ovog testa u tome što upotrebljava dobro poznata i dobro naučena slova abecede umjesto apstraktnih oblika, što znači da za uspješno rješavanje testa sudionik mora zapamtiti jedino asocijaciju već dobro poznatog slova i broja. Učinak ovisi o različitim kognitivnim procesima, uključujući kognitivnu i psihomotornu brzinu, motoričku upornost, pažnju, agilnost i brzinu odgovaranja, vizualno pretraživanje i okulomotoričku koordinaciju. Istraživanja su pokazala kako je dob glavni prediktor uspješnosti na ovom testu, a značajni su i spol, vlastiti stupanj obrazovanja te stupanj obrazovanja roditelja. Stoga je glavni cilj ovog istraživanja bio ispitati ulogu dobi, spola, vlastite razine obrazovanja i razine obrazovanja roditelja na brzinu procesiranja informacija pomoću TZSB. Sudjelovalo je ukupno 334 sudionika, od čega je 143 muškog i 191 ženskog spola u dobi od 18 do 25 godina. Ženski sudionici i osobe s visokom stručnom spremom postigle su više rezultate na TZSB u usporedbi s muškarcima i osobama sa srednjom stručnom spremom. Stupanj stručne spreme roditelja posredno je povezan s TZSB i to putem stručne spreme sudionika. Do sada su poznati podaci za školsku djecu od 8 do 16 godina te odrasle osobe od 24 do 81 godine starosti. Stoga su izračunate i norme u percentilima i z-vrijednostima za raspon dobi od 18 do 25 godina, a podijeljene su prema spolu i stručnoj spremi sudionika te kao takve dopunjuju prethodna istraživanja.

Ključne riječi: brzina procesiranja informacija, odraslost u nastajanju, spol, obrazovanje, norme

Uvod

Za ispitivanje brzine procesiranja informacija pri neuropsihologijskoj i kliničkoj procjeni te u istraživačke svrhe najčešće se koriste testovi zamjene simbola (Galić, 2009). U ovakvim se testovima od sudionika traži uparivanje simbola (npr. oblika, slova ili brojeva) s drugim odgovarajućim simbolima u točno određenom, često vrlo kratkom, vremenskom periodu. Zadaci u testovima brzine

✉ Martina Knežević, Odjel za psihologiju, Hrvatski studiji, Sveučilište u Zagrebu, Borongajska 83d, 10000 Zagreb, Hrvatska. E-pošta: martina.knezevich@gmail.com

procesiranja informacija moraju biti dovoljno jednostavni kako razlike u postignuću ne bi bile rezultat razlike u, na primjer, semantičkom znanju ili u kognitivnim strategijama, ali i dovoljno složeni kako bi zahtijevali više od jednostavnih senzomotoričkih operacija. Takvi testovi ovise o složenim neuropsihološkim procesima koji uključuju kognitivnu i psihomotornu brzinu, motoričku upornost, pažnju, agilnost i brzinu odgovaranja, vizualno pretraživanje i okulomotoričku koordinaciju (Galić, 2009; Lezak, Howieson i Loring, 2004). Pri tome bi učenje i pamćenje trebali imati relativno malu ili nikakvu ulogu u uspješnosti (Lezak i sur., 2004; Van der Elst, Van Boxtel, Van Breukelen i Jolles, 2006). Testovi zamjene simbola osjetljivi su na cerebralna oštećenja i disfunkcije upravo iz razloga što uključuju brojne i složene neuropsihološke procese. Osjetljivi su i na brojna druga klinička stanja u djece i odraslih, primjerice na poremećaj hiperaktivnosti i deficit pažnje, depresiju, shizofreniju, kronični alkoholizam, demenciju, Huntingtonovu bolest, hipertenziju, kranio cerebralne traume, tumore i slično (Andreasen i sur., 2011; Galić, 2009; Gonzalez-Gadea i sur., 2013; Lezak i sur., 2004).

Vjerojatno je najpoznatija inačica testa zamjene simbola podljestvica Wechslerova testa inteligencije pod nazivom Šifriranje (Anderson, Anderson, Northam, Jacobs i Catroppa, 2001; Barbey i sur., 2012; Lezak i sur., 2004; Wechsler, 1955, 1997). Zadatak je sudionika upisati odgovarajuće simbole ispod brojeva prema zadanoj legendi koja se nalazi na vrhu testa, uz ograničeno vrijeme trajanja od dvije minute (Greenblatt, Gan, Harmatz i Shader, 2005). Postoji nekoliko adaptacija ovog testa, od kojih se najčešće koristi Test zamjene simbola brojevima (Smith, 1982). U ovom testu se zamjena simbola izvodi obrnutim smjerom u odnosu na Wechslerovu podljestvicu, odnosno dane se simbole zamjenjuje brojevima (Smith, 1982). Međutim, problem u ovakvih vrsta testova leži u činjenici da sudionici prvo moraju naučiti apstraktno simbole kako bi ih mogli pravilno upariti, pa se postavlja pitanje predstavlja li konačan rezultat brzinu procesiranja informacija, sposobnost učenja i pamćenja ili neku drugu kognitivnu vještinu (Van der Elst, Dekker, Hurks i Jolles, 2012; Van der Elst i sur., 2006; Van der Elst, Van Boxtel, Van Breukelen i Jolles, 2008).

Najnovija je adaptacija Test zamjene slova brojevima (TZSB; engl. *Letter Digit Substitution Test*; Jolles, van Boxtel, Ponds, Metsemakers i Houx, 1998). Kao što i samo ime govori, u testu su ponuđena slova koja se uparuju s brojevima. Ovaj se test razlikuje od Wechslerove podljestvice i Testa zamjene simbola brojevima po tome što rabi dobro poznata i dobro naučena slova abecede umjesto apstraktnih oblika. Na ovaj način, kako bi uspješno riješio test, sudionik mora zapamtiti jedino asocijaciju već dobro poznatog slova i broja (npr. slovo B uparuje se s brojem 2). Upravo je to najveća prednost ovog testa. TZSB razvijen je s namjerom dobivanja točnije i specifičnije mjere brzine procesiranja informacija, a može se primijeniti u pismenoj i usmenoj formi (Jolles i sur., 1998; Van der Elst i sur., 2006).

Dosadašnja su istraživanja (Van der Elst i sur., 2006, 2008, 2012) pokazala kako je dob najvažniji prediktor izvedbe na TZSB, a nije zanemariv ni utjecaj spola i stupnja obrazovanja (Van der Elst i sur., 2006, 2008, 2012). Evidentan je i interakcijski učinak dobi i spola na način da se s godinama povećavaju spolne razlike, odnosno ženski sudionici su uspješniji od muških kod kojih dolazi do izraženijeg pada na uspješnosti (Van der Elst i sur., 2006). Također, visokoobrazovani (visoka i viša stručna sprema) uspješniji su od osoba nižeg stupnja obrazovanja (srednja i niža stručna sprema) (Van der Elst i sur., 2006). Pokazano je i kako na rezultate mlađih ispitanika može utjecati obrazovanje roditelja. Istraživanje Van der Elsta i suradnika (2012) pokazalo je kako djeca u dobi od 8 do 16 godina čiji su roditelji visokoobrazovni postižu bolje rezultate na testu od djece čiji su roditelji nižeg stupnja obrazovanja. Cilj je ovog istraživanja bio ispitati ulogu dobi, spola, vlastite razine obrazovanja i razine obrazovanja roditelja na brzinu procesiranja informacija pomoću TZSB. Upravo ova starosna dob u posljednje vrijeme privlači sve veću pažnju istraživača do te mjere da neki istraživači ovo razdoblje tretiraju kao zasebno razvojno razdoblje između adolescencije i mlade odrasle dobi, pod nazivom *odraslost u nastajanju* (Arnett, 2000; Hendry i Kloep, 2007; Schwartz, Cote i Arnett, 2005; Tanner, Arnett i Leis, 2009).

Prvotna su istraživanja bila usredotočena na određivanje dimenzija ovog razvojnog razdoblja kao i njihovih kriterija. Nakon prihvaćanja poslijeadolescencije ili odraslosti u nastajanju kao nove razvojne faze koja se razlikuje od adolescencije i mlade odrasle dobi, istraživanja su se počela okretati širokom spektru psiholoških varijabli kod osoba u ovom životnom razdoblju. U pozadini su povećanog interesa za ovu dob i rezultati funkcionalnih i strukturalnih istraživanja odrasloga ljudskog mozga, koji upućuju na zaključak kako se razvoj ljudskog mozga nastavlja i nakon adolescencije te značajno utječe na kognitivno funkcioniranje (Crone i Dahl, 2012; Crone i Ridderinkhof, 2011). S obzirom na strukturalne i funkcionalne promjene čeonog režnja koje se nastavljaju tijekom 20-ih godina života može očekivati kako će se kognitivne sposobnosti koje se oslanjaju na funkcioniranje čeonih režnjeva, poput brzine procesiranja informacija, također promijeniti upravo u ovom razdoblju (Bramen i sur., 2012; Brown i sur., 2012; Luna, Padmanabhan i O'Hearn, 2010; Tamnes i sur., 2013).

Poznati su normativni podaci TZSB za školsku djecu u dobi od 8 do 16 godina (Van der Elst i sur., 2012) te odrasle osobe u dobi od 25 do 81 godine (Van der Elst i sur., 2006). Međutim, nedostaju normativni podaci za dobnu skupinu od 18 do 25 godina. Imajući u vidu nedostatak normativnih podataka za razdoblje odraslosti u nastajanju, definirali smo i norme za Test zamjene slova brojevima (Jolles i sur., 1998) za dob od 18 do 25 godina, s obzirom na spol i razinu obrazovanja sudionika.

Metoda

Sudionici

U istraživanju je sudjelovalo ukupno 334 sudionika, od čega je 143 muškog i 191 ženskog spola, u rasponu od 18 do 25 godina ($M=20.2$; $SD=1.4$). Istraživanje je provedeno na Medicinskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, Hrvatskim studijima Sveučilišta u Zagrebu, Ekonomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu i Gimnaziji "Antun Vrančić" u Šibeniku. Ukupno 140 sudionika posjeduje srednju stručnu spremu, 18 višu i 174 visoku stručnu spremu. U nekih su sudionika nedostajali podaci vezani uz stupanj stručne spreme roditelja, zbog čega je uzorak za regresijsku analizu smanjen na 317 sudionika.

Instrumenti

Kognitivni neverbalni test (KNT; Sučević, Momirović, Fruk i Auguštin, 2004) je neverbalni g-faktorski test za ispitivanje inteligencije, preciznije logičkog zaključivanja. Ukupno sadrži 40 zadataka. Svaki se zadatak sastoji od četiri crteža geometrijskih oblika od kojih tri slijede određenu logiku, dok se četvrti bitno razlikuje od ostalih. Zadatak je sudionika između četiri ponuđena oblika odlučiti koji znatno odudara od ostalih te ga prekriziti. Zadaci se ne moraju rješavati po redu i moguća je korekcija odgovora. Test se može primjenjivati individualno i grupno, a vrijeme rješavanja je ograničeno na 15 minuta. Primjena je testa prikladna za sudionike od 11 godina nadalje. Prednosti su testa laka i brza uputa, objektivno i brzo ocjenjivanje (pomoću ključa za ocjenjivanje) te vrlo dobre metrijske karakteristike. Norme su dobivene na hrvatskom uzorku većem od 30 000 sudionika u dobi između 11 i 80 godina. Pouzdanost je visoka (koeficijent unutarnje konzistencije iznosi $r_{tt}=.928$), uz visoku homogenost i reprezentativnost (Sučević i sur., 2004).

Test zamjene slova brojevima (Jolles i sur., 1998) test je brzine procesiranja informacija. Na vrhu testa nalazi se ključ s 9 slova abecede i pripadajućim brojevima od 1 do 9. Ispod ključa nalazi se tablica nasumično poredanih slova, a zadatak ispitanika je ispod svakog slova upisati odgovarajući broj prema ključu. Prvih 10 mjesta u tablici koristi se za vježbu, kako bi osigurali razumijevanje uputa i pravilno rješavanje testa. Nakon popunjavanja prvih 10 brojeva sudionicima se daje uputa da zamijene ostatak praznih kvadratića u tablici odgovarajućim brojevima u što kraćem vremenu, po redu, bez preskakanja kvadratića. Zavisna varijabla predstavlja broj točno popunjenih kvadratića unutar 60 sekundi. Pouzdanost testa je visoka (test-retest korelacija iznosi $r=.88$) i test je kulturalno nepristran (Houx i sur., 2002).

Postupak

Sudionici su zamoljeni za sudjelovanje u istraživanju koje se provodi u sklopu prikupljanja normi za mjerni instrument iz područja psihologije. Naglašeno im je kako je sudjelovanje u istraživanju anonimno i dragovoljno te su slobodni odustati u bilo kojem trenutku, bez ikakvih posljedica. Istraživanje se provodilo individualno i grupno, a postupak je bio isti u oba slučaja. Prilikom obrade podataka pokazalo se kako način provođenja istraživanja nije utjecao na rezultate testova, stoga je ova varijabla (način provođenja istraživanja) isključena iz daljnje analize.

Sudionicima su na početku ispitivanja podijeljene koverta koje su sadržavale Upitnik o osnovnim podacima (dob, spol, stupanj obrazovanja, stupanja obrazovanja roditelja), KNT i TZSB. Svaka koverta i pripadajući testovi bili su unaprijed šifrirani, čime je zajamčena potpuna anonimnost sudionika u istraživanju. Sudionici su prvo popunili Upitnik o osnovnim podacima, a nakon toga im je dana uputa za rješavanje KNT-a. Ispitivač je na temelju triju ponuđenih primjera objasnio sudionicima način rješavanja testa, a nakon što su sudionici potvrdili razumijevanje primjera počeli su s rješavanjem. Istekom je 15 minuta rješavanje KNT-a završeno, a sudionicima je dana precizna uputa za rješavanje TZSB-a. Nakon popunjavanja prvih 10 brojeva za vježbu, sudionicima je dana uputa da samostalno zamijene ostatak praznih kvadratića u tablici odgovarajućim brojevima što brže mogu, po redu i bez preskakanja kvadratića. Nakon 60 sekundi sudionici su zamoljeni da prekinu ispunjavati TZSB i da vrate testove u kovertu. Testiranje, uključujući davanje uputa i rješavanje zadataka za vježbu, trajalo je ukupno 30 minuta. Istraživanje je završeno zahvalom sudionicima u ovom istraživanju.

Rezultati

Zbog sistematske tendencije pogreške tipa I statističkih postupaka temeljenih na Hi-kvadratu poput Kolmogorov-Smirnova i Shapiro-Wilksonova testa normalnosti distribucija na uzorcima većih od 200 ispitanika (Razali i Wah, 2011) normalnost distribucije TZSB utvrđena je vizualnom inspekcijom, jednako kao i linearan odnos kontinuiranih varijabli KNT i TZSB. Varijable koje se odnose na razinu stručne sprema oca, majke i sudionika dihotomizirane su na način da završena osnovna i srednja škola čine jednu kategoriju (kategorija: Osnovna i srednja škola), dok završena viša škola i fakultet čine drugu kategoriju (kategorija: Visoko obrazovanje). Nezavisnost su pogreški prognoze utvrđene Durbin-Watsonovim testom koji iznosi 2.03. Uvidom je u visine korelacija utvrđeno da nije došlo do multikolinearnosti, odnosno prediktori su u međusobno niskim korelacijama. Na temelju predanalize podataka možemo zaključiti kako su zadovoljeni svi uvjeti za provedbu hijerarhijske regresijske analize.

U Tablici 1. prikazani su Pearsonovi koeficijenti povezanosti za cjelokupni set varijabli korištenih u istraživanju. Svi su prediktori statistički značajno povezani s TZSB, a međusobno su u nultim, niskim i umjerenim korelacijama.

Tablica 1. *Pearsonovi koeficijenti korelacije kriterijske varijable TZSB i svih prediktorskih varijabli*

	Spol	Dob	Stručna sprema majke	Stručna sprema oca	Stručna sprema sudionika	KNT
TZSB	-.25**	-.19**	.22**	.17**	.26**	.22**
Spol	-	.16**	-.06	.01	-.02	.13*
Dob		-	-.15*	-.10	.03	.08
Stručna sprema majke			-	.40**	.14**	.12*
Stručna sprema oca				-	.27**	.16**
Stručna sprema sudionika					-	.18**
KNT						-

* $p < .05$; ** $p < .01$.

Provedena je hijerarhijska regresijska analiza s rezultatima na TZSB kao zavisnom varijablom i prediktorima: spol, dob, stupanj stručne spreme oca, stupanj stručne spreme majke, stupanj stručne spreme sudionika te rezultat na KNT (Tablica 2.). Analiza je provedena na četiri grupe prediktora. U prvom se bloku prediktora nalaze varijable spola i dobi sudionika. Zajedno objašnjavaju 8.7% varijance TZSB, pri čemu je spol bolji prediktor od varijable dobi. U drugom su koraku dodane prediktorske varijable stupnja stručne spreme oca i majke. Kako se vidi iz Tablice 1., stupanj stručne spreme oca i stupanj stručne spreme majke statistički su značajno pozitivno povezani $r = .40$, $p < .01$ te imaju približno sličnu povezanost s kriterijem. Zbog njihove međusobne povezanosti varijabla stupnja stručne spreme majke objasnila je udio varijance koji je objašnjen stupnjem stručne spreme oca. Drugim riječima, stupanj stručne spreme majke je statistički značajan prediktor rezultata na TZSB, dok stupanj stručne spreme oca nije značajan prediktor uz kontrolu stupnja stručne spremnosti majke. Zajedno s varijablama spola i dobi objašnjavaju dodatnih 4.1% varijance rezultata na TZSB, što čini ukupno 12.7% objašnjene varijance. U trećem je bloku dodana varijabla stupnja stručne spreme sudionika. Kao što se vidi iz Tablice 2., stupanj stručne spreme sudionika statistički je značajan prediktor rezultata na TZSB, dok stupanj stručne spreme oca i majke više nisu statistički značajni prediktori. Drugim riječima, dogodila se medijacija koja bi se mogla objasniti na način da stupanj stručne spreme oca i majke pridonosi većem stupnju stručne spreme sudionika. Dakle, stupanj stručne spreme roditelja je samo posredno povezan s TZSB i to putem stručne spreme sudionika. Treći blok prediktora objašnjava dodatnih 4.5% varijance kriterija, što čini ukupno 17.2% objašnjene varijance rezultata na TZSB. Konačno, neverbalni test inteligencije je dodan u posljednjem bloku prediktora.

Posljednji blok prediktora objasnio je dodatnih 4.2% varijance što čini ukupno 21.4% objašnjene varijance rezultata na TZSB.

Tablica 2. *Rezultati hijerarhijske regresijske analize s TZSB kao kriterijskom varijablom*

Prediktori	Nestandardizirani B-ponderi	Standardna pogreška	Standardizirani B-ponderi	ΔR^2	R^2
1 Konstanta	66.19	6.21		.09**	.09
Spol	-3.59	0.85	-.23		
Dob	-0.85	0.31	-.15		
2 Konstanta	56.96	6.56		.04**	.13
Spol	-3.54	0.84	-.23		
Dob	-0.68	0.31	-.12		
Stručna sprema majke	2.23	0.90	.14		
Stručna sprema oca	1.51	0.89	.10		
3 Konstanta	55.29	6.41		.05**	.17
Spol	-3.47	0.82	-.22		
Dob	-0.78	0.30	-.14		
Stručna sprema majke	1.65	0.89	.11		
Stručna sprema oca	0.78	0.89	.05		
Stručna sprema sudionika	3.50	0.85	.22		
4 Konstanta	50.05	6.39		.04	.21
Spol	-3.87	0.80	-.25		
Dob	-0.87	0.30	-.15		
Stručna sprema majke	1.44	0.87	.09		
Stručna sprema oca	0.43	0.87	.03		
Stručna sprema sudionika	3.05	0.84	.20		
Kognitivni neverbalni test	0.29	0.07	.21		

Napomena. ΔR^2 =doprinos pojedine grupe prediktora objašnjenj varijanci; R^2 =ukupni doprinos prediktora objašnjenj varijanci.

** $p < .01$.

Iz rezultata hijerarhijske regresijske analize možemo zaključiti kako su varijable spol, dob, stručna sprema sudionika te rezultat na neverbalnom testu inteligencije statistički značajni prediktori koji su povezani s rezultatom na TZSB. Sudionici su u prosjeku postigli blago povišen rezultat na neverbalnom testu inteligencije ($M=32$, $SD=6$) koji odgovara 82. centilu, odnosno devijacijskom IQ od 110 po Wechsleru (Sučević i sur., 2004). Na temelju ovih rezultata utvrdili smo potrebu za kreiranjem normi prema spolu i stupnju stručne spreme sudionika. Iako je dob statistički značajan prediktor, dobni raspon sudionika odgovara jednom razvojnom razdoblju, stoga se pri kreiranju normi neće raditi uža kategorizacija sudionika prema dobi od raspona između 18 i 25 godina.

Tablica 3. Norme za TZSB prema spolu i prema stupnju stručne spreme sudionika na uzorku od $N=322$ u dobi od 18 do 25 godina

z-vrijednost	percentil	Osnovna i srednja škola		Visoko obrazovanje	
		Ženski	Muški	Ženski	Muški
-2.33	1	18	28	16	15
-2.05	2	22	28	27	15
-1.88	3	26	28	31	19
-1.75	4	28	29	34	25
-1.64	5	28	30	35	28
-1.28	10	34	30	39	35
-0.84	20	38	34	42	37
-0.52	30	40	36	44	39
-0.25	40	41	37	46	41
0	50	42	38	48	43
0.25	60	45	40	50	44
0.52	70	47	42	50	46
0.84	80	50	44	51	48
1.28	90	51	50	57	55
1.64	95	57	51	58	57
1.75	96	58	52	58	58
1.88	97	59	53	58	59
2.05	98	62	58	61	60
2.33	99	66	60	64	60
	<i>N</i>	80	60	111	81

Rasprava

Glavni je cilj ovog istraživanja bio ispitati ulogu dobi, spola, vlastite razine obrazovanja i razine obrazovanja roditelja na brzinu procesiranja informacija pomoću TZSB. Istraživanje koje su proveli Van der Elst i sur. (2006) pokazalo je kako je upravo dob najvažniji prediktor uspješnosti na TZSB. Njihovo je istraživanje provedeno na velikom uzorku od 1857 kognitivno zdravih odraslih osoba u dobi od 25 do 81 godine. Autori su naknadno izradili i norme za školsku djecu u dobi od 8 do 16 godina ($N=296$; Van der Elst i sur., 2012), gdje su također pokazali kako s dobi raste i uspješnost na TZSB. Stoga smo u provedenom istraživanju prikazali i norme za ovaj test za dob od 18 do 25 godina u percentilima i z-vrijednostima te ih podijelili prema spolu i stručnoj spremi sudionika, koje su kao takve usporedive sa spomenutim istraživanjima i nadopunjavaju ih.

Na važnost istraživanja ovog razvojnog razdoblja pokazuju rezultati istraživanja razvoja strukture i funkcije mozga. Naime, povećanje brzine procesiranja informacija s dobi pripisuje se velikom broju neuropsiholoških procesa, kao na primjer povećanju brzine prepoznavanja podražaja i brzine kodiranja, bržem odabiru odgovora i smanjenju vremena donošenja odluke

(Anderson, Northam, Hendy i Wrenall, 2002; Best i Miller, 2010; Brown i Jernigan, 2012; Davidson, Amso, Anderson i Diamond, 2006). Na neurološkoj se razini povećanje brzine procesiranja informacija s dobi pripisuje mijelinizaciji aksona i povećanju broja neuronskih veza unutar središnjega živčanog sustava tijekom djetinjstva i adolescencije (Brown i Jernigan, 2012; Brown i sur., 2012). Ovi se razvojni događaji nastavljaju i tijekom poslije-adolescentnog razdoblja odnosno razdoblja mladosti u nastajanju (Choudhury, Charman i Blakemore, 2008; Crone i Ridderinkhof, 2011). Štoviše, pokazano je kako brzina procesiranja informacija počinje opadati početkom srednje odrasle dobi, u kojoj se smatra da je sazrijevanje mozga u potpunosti završeno (Baltes, Staudinger i Lindenberger, 1999; Fjell i sur., 2012; Gogtay i sur., 2004; Li i sur., 2004; Shaw i sur., 2006; Tamnes i sur., 2013).

U provedenom su istraživanju žene i osobe s visokom stručnom spremom postigle više rezultate na TZSB u usporedbi s muškarcima i osobama sa srednjom stručnom spremom. Isti su rezultat na ispitanicima srednje i starije odrasle dobi pokazali i Van der Elst i sur. (2006). Lezak, Howieson, Bigler i Tranel (2012) nude moguća objašnjenja za navedene spolne razlike. Naime, promjene u mozgu povezane sa starenjem veće su u muškaraca nego u žena. Van der Elst i sur. (2012) objašnjavaju kako se uspješnost djevojčica u testovima zamjene slova i brojeva pripisuje boljim verbalnim sposobnostima djevojčica u odnosu na dječake, što se na neurološkoj razini odražava kao veća obostrana aktivnosti u čeonim i sljepoočnim dijelovima mozga u djevojčica u odnosu na dječake.

U našem se istraživanju dogodila medijacija stupnja obrazovanja roditelja i postignutih rezultata, koja bi se mogla objasniti na način da stupanj stručne spreme roditelja pridonosi većem stupnju stručne spreme sudionika, koji onda postižu i više rezultate na ovom testu. Prema tome, stupanj stručne spreme roditelja samo je posredno povezan s rezultatima na TZSB i to putem stručne spreme sudionika. Van der Elst i sur. (2012) pokazali su kako djeca čiji su roditelji visokoobrazovani postižu više rezultate na TZSB od djece čiji su roditelji nižeg stupnja obrazovanja. Postavlja se pitanje što točno utječe na brzinu procesiranja informacija – obrazovanje roditelja ili obrazovanje sudionika. Međutim, s obzirom na to da se radi korelacijskom istraživanju, nije moguće zaključivati o uzrocima i učincima ovih rezultata, pa će ovo pitanje morati pričekati daljnja istraživanja.

Jedna je od kritika TZSB, koju su uputili i sami autori testa, kulturalna odnosno jezična pristranost koja bi mogla utjecati na uspješnost. Na primjer, slovo "W" koje se upotrebljava u kombinaciji s brojem "1" u TZSB nije dio hrvatskog jezika (Babić, Finka i Moguš, 2000), za razliku od engleskog jezika (Soanes i Stevenson, 2004). Ipak, istraživanja su pokazala kako je TZSB kulturalno nepristran test. Na primjer, Houx i sur. (2002) koristili su TZSB na velikom uzorku od 5804 sudionika u Velikoj Britaniji, Irskoj i Nizozemskoj i utvrdili visoku pouzdanost TZSB test-retest metodom ($r=.88$) i vrlo nisku razliku između navedenih zemalja. U budućim bi istraživanjima trebalo uključiti osobe od 18 do 25

godina koji nisu upisale fakultet, već su se na drugačiji način posvetili profesionalnoj karijeri, kako bi osigurali jasniji uvid u brzinu procesiranja informacija tijekom ovoga razvojnog razdoblja.

Literatura

- Anderson, V.A., Anderson, P., Northam, E., Jacobs, R. i Catroppa, C. (2001). Development of executive functions through late childhood and adolescence in an Australian sample. *Developmental Neuropsychology*, 20(1), 385-406.
- Anderson, V.A., Northam, E., Hendy, J. i Wrenall, J. (2002). *Executive functions after frontal lobe injury: A developmental perspective*. New York: Oxford University Press.
- Andreasen, N.C., Nopoulos, P., Magnotta, V., Pierson, R., Ziebell, S. i Ho, B. (2011). Progressive brain change in schizophrenia: A prospective longitudinal study of first-episode schizophrenia. *Biological Psychiatry*, 70(7), 672-679.
- Arnett, J.J. (2000). Emerging adulthood – A theory of development from the late teens through the twenties. *American Psychologist*, 55(5), 469-480.
- Babić, S., Finka, B. i Mogoš, M. (2000). *Hrvatski pravopis*. Zagreb: Školska knjiga.
- Baltes, P.B., Staudinger, U.M. i Lindenberger, U. (1999). Lifespan psychology: Theory and application to intellectual functioning. *Annual Review of Psychology*, 50, 471-507.
- Barbey, A.K., Colom, R., Solomon, J., Krueger, F., Forbes, C. i Grafman, J. (2012). An integrative architecture for general intelligence and executive function revealed by lesion mapping. *Brain*, 135, 1154-1164.
- Best, J.R. i Miller, P.H. (2010). A developmental perspective on executive function. *Child Development*, 81(6), 1641-1660.
- Bramen, J.E., Hranilovich, J.A., Dahl, R.E., Chen, J., Rosso, C., Forbes, E.E. i Sowell, E.R. (2012). Sex matters during adolescence: Testosterone-related cortical thickness maturation differs between boys and girls. *Plos One*, 7(3).
- Brown, T.T. i Jernigan, T.L. (2012). Brain development during the preschool years. *Neuropsychology Review*, 22(4), 313-333.
- Brown, T.T., Kuperman, J.M., Chung, Y.H., Erhart, M., McCabe, C., Hagler, D.J. i Dale, A.M. (2012). Neuroanatomical assessment of biological maturity. *Current Biology*, 22(18), 1693-1698.
- Choudhury, S., Charman, T. i Blakemore, S.J. (2008). Development of the teenage brain. *Mind, Brain and Education*, 2(3), 142-147.
- Crone, E.A. i Dahl, R.E. (2012). Understanding adolescence as a period of social-affective engagement and goal flexibility. *Nature Reviews Neuroscience*, 13(9), 636-650.
- Crone, E.A. i Ridderinkhof, K.R. (2011). The developing brain: From theory to neuroimaging and back. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 1(2), 101-109.

- Davidson, M.C., Amso, D., Anderson, L.C. i Diamond, A. (2006). Development of cognitive control and executive functions from 4 to 13 years: Evidence from manipulations of memory, inhibition, and task switching. *Neuropsychologia*, 44(11), 2037-2078.
- Fjell, A.M., Walhovd, K.B., Brown, T.T., Kuperman, J.M., Chung, Y., Hagler, D.J. i Gene, P.I.N. (2012). Multimodal imaging of the self-regulating developing brain. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109(48), 19620-19625.
- Galić, S. (2009). *Neuropsihologijska procjena*. Jastrebarsko: Naklada Slap.
- Gogtay, N., Giedd, J.N., Lusk, L., Hayashi, K.M., Greenstein, D., Vaituzis, A.C. i Thompson, P.M. (2004). Dynamic mapping of human cortical development during childhood through early adulthood. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101(21), 8174-8179.
- Gonzalez-Gadea, M.L., Baez, S., Torralva, T., Castellanos, F.X., Rattazzi, A., Bein, V. i Ibanez, A. (2013). Cognitive variability in adults with ADHD and AS: Disentangling the roles of executive functions and social cognition. *Research in Developmental Disabilities*, 34(2), 817-830.
- Greenblatt, D.J., Gan, L., Harmatz, J.S. i Shader, R.I. (2005). Pharmacokinetics and pharmacodynamics of single-dose triazolam: Electroencephalography compared with the Digit-Symbol Substitution Test. *British Journal of Clinical Pharmacology*, 60(3), 244-248.
- Hendry, L.B. i Kloep, M. (2007). Conceptualizing emerging adulthood: Inspecting the emperor's new clothes? *Child Development Perspectives*, 1(2), 74-79.
- Houx, P.J., Shepherd, J., Blauw, G.J., Murphy, M.B., Ford, I., Bollen, E.L. i Westendorp, R.G. (2002). Testing cognitive function in elderly populations: The PROSPER study. PROspective study of pravastatin in the elderly at risk. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 73(4), 385-389.
- Jolles, J., van Boxtel, M.P., Ponds, R.W., Metsemakers, J.F. i Houx, P.J. (1998). The Maastricht aging study (MAAS). The longitudinal perspective of cognitive aging. *Tijdschr Gerontol Geriatr*, 29(3), 120-129.
- Lezak, M.D., Howieson, D.B., Bigler, E.D. i Tranel, D. (2012). *Neuropsychological assessment* (5th ed.). New York: Oxford University Press.
- Lezak, M.D., Howieson, D.B. i Loring, D.W. (2004). *Neuropsychological assessment* (4th ed.). New York: Oxford University Press.
- Li, S.C., Lindenberger, U., Hommel, B., Aschersleben, G., Prinz, W. i Baltes, P.B. (2004). Transformations in the couplings among intellectual abilities and constituent cognitive processes across the life span. *Psychological Science*, 15(3), 155-163.
- Luna, B., Padmanabhan, A. i O'Hearn, K. (2010). What has fMRI told us about the development of cognitive control through adolescence? *Brain and Cognition*, 72(1), 101-113.

- Razali, N.M. i Wah, Y.B. (2011). Power comparisons of Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors and Anderson-Darling tests *Journal of Statistical Modeling and Analytics*, 2(2), 21-33.
- Schwartz, S.J., Cote, J.E. i Arnett, J.J. (2005). Identity and agency in emerging adulthood: Two development routes in the individualization process. *Youth & Society*, 37(2), 201-229.
- Shaw, P., Greenstein, D., Lerch, J., Clasen, L., Lenroot, R., Gogtay, N. i Giedd, J. (2006). Intellectual ability and cortical development in children and adolescents. *Nature*, 440(7084), 676-679.
- Smith, A. (1982). *Symbol Digit Modalities Test, manual*. Los Angeles: Wester Psychological Services.
- Soanes, C. i Stevenson, A. (2004). *Concise Oxford English dictionary*. New York: Oxford University Press.
- Sučević, D., Momirović, A., Fruk, G. i Auguštin, B. (2004). *Kognitivni neverbalni test – KNT*. Jastrebarsko: Naklada Slap.
- Tamnes, C.K., Walhovd, K.B., Dale, A.M., Ostby, Y., Grydeland, H., Richardson, G. i Initia, A.D.N. (2013). Brain development and aging: Overlapping and unique patterns of change. *Neuroimage*, 68, 63-74.
- Tanner, J.L., Arnett, J.J. i Leis, J.A. (2009). Emerging adulthood: Learning and development during the first stage of adulthood. U: M.C. Smith i N. DeFrates-Densch (Ur.), *Handbook of research on adult development and learning* (str. 34-67). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Van der Elst, W., Dekker, S., Hurks, P. i Jolles, J. (2012). The letter digit substitution test: Demographic influences and regression-based normative data for school-aged children. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 27(4), 433-439.
- Van der Elst, W., Van Boxtel, M.P., Van Breukelen, G.J. i Jolles, J. (2006). The Letter Digit Substitution Test: Normative data for 1,858 healthy participants aged 24-81 from the Maastricht Aging Study (MAAS): Influence of age, education, and sex. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 28(6), 998-1009.
- Van der Elst, W., Van Boxtel, M.P., Van Breukelen, G.J. i Jolles, J. (2008). Detecting the significance of changes in performance on the Stroop Color-Word Test, Rey's Verbal Learning Test, and the Letter Digit Substitution Test: The regression-based change approach. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 14(1), 71-80.
- Wechsler, D. (1955). *Manual for the Wechsler Adult Intelligence Scale*. New York: The Psychological Corporation.
- Wechsler, D. (1997). *Wechsler Adult Intelligence Scale* (3rd Edition ed.). San Antonio, TX Harcourt Assessment.

Role of Age, Gender and Education in Information Processing Speed

Abstract

Letter Digit Substitution Test (LDST) is based on earlier developed substitution tests – the Wechsler's Digit Symbol Substitution Test (DSST) and the Symbol Digit Modalities Test (SDMT). The performance on these tests depends on many different cognitive processes, including visual scanning, mental flexibility, sustained attention, psychomotor speed, and the speed of information processing. The LDST consists of "over-learned" signs – letters and digits – and participants only have to learn the letter-digit association, which makes performance relatively less dependent on memory and complex visual processes than it is in the DSST or SDMT. The aim of this study was to investigate to what extent age, sex, level of education of the participants and level of education of their parents influence LDST performance. A total of 334 participants (191 females) aged 18-25 years were included in the study. Females and higher-level educated participants outperformed males and lower-level educated participants. Parents educational level only indirectly influenced the performance on the LDST, possibly through the participants level of education. Additionally, we derived normative data for the LDST for the ages between 18 and 25 years. Normative data in percentiles and z-values for the ages 18 to 25 years are presented, according to sex and level of education, which is compatible with and supplements the previously reported norms in other studies.

Keywords: Letter Digit Substitution Test, postadolescents, sex, level of education, normative data

El papel de la edad, el sexo y la educación en la velocidad de procesamiento de la información

Resumen

El test de sustitución de letras por números es la adaptación más reciente de la subescala del test de inteligencia de Wechsler llamado "Codificación", con el que se evalúa la velocidad de procesamiento de la información. La ventaja de este test es el uso de las letras del alfabeto bien conocidas y bien aprendidas en vez de las formas abstractas, lo que significa que para solucionarlo bien el participante tiene que memorizar sólo la asociación de una letra y número bien conocidos. El efecto depende de diferentes procesos cognitivos, incluidos la velocidad cognitiva y psicomotora, perseverancia motora, atención, agilidad y velocidad de la respuesta, búsqueda visual y coordinación oculomotora. Las investigaciones demostraron que la edad es el predictor principal de la eficacia en este test, y también son significativos el sexo, nivel de educación propia y nivel de educación de los padres. Por eso el objetivo principal de este estudio fue investigar el papel de la edad, el sexo, el nivel de educación propia y el nivel de educación de los padres en la velocidad de procesamiento de la información usando el test de sustitución de letras por números. Participaron 334 personas en total (143 hombres y 191 mujeres) a la edad entre 18 y 25 años. Las mujeres y las personas con título universitario tuvieron mejores resultados que los hombres y las personas con educación secundaria. El nivel de la educación de los padres está relacionado indirectamente con el test, a través de la educación de los participantes. Hasta ahora se saben los resultados para los alumnos entre 8 y 16 años y los adultos entre 24 y 81 años de edad. Por eso se calcularon también las normas en percentiles y z-valores para el lapso de edad entre 18 y 24 años, y están divididos según el sexo y la educación de los participantes, y así completan las investigaciones precedentes.

Palabras claves: velocidad de procesamiento de la información, adultez en curso, sexo, educación, normas

Primljeno: 09.04.2014.

