

**Željka
Nikolašević¹**

**Vojislava
Bugarski-
Ignjatović**

Ilija Milovanović

Sara Raković

Odsek za psihologiju,
Filozofski fakultet,
Univerzitet u Novom Sadu

¹ Adresa autora:
zeljkanikolasevic@gmail.
com

Primljeno: 16. 06. 2014.
Primljena korekcija:
08. 08. 2014.
Prihvaćeno za štampu:
10. 08. 2014.

INTELEGENCIJA I ŠKOLSKO POSTIGNUĆE U SVETLU NASLEDNIH I SREDINSKIH ČINILACA²

Inteligencija i školsko postignuće, kao tesno vezani, ispitivani su zajedno od najranijih empirijskih istraživanja ovih konstrukata. Međutim, tek rezultati bihejvioralno-genetičkih studija pružaju potpunu sliku o faktorima koji utiču na inteligenciju i školski uspeh, specifikujući etiologiju njihovog odnosa. Osnovni cilj ovog istraživanja usmeren je na procenu genetskih i sredinskih faktora koji utiču na kovariranje među merom opšte intelektualne sposobnosti i osnovnoškolskog i srednjoškolskog uspeha. Istraživanje je obuhvatilo 340 parova blizanaca oba pola, od toga 168 monozigotnih i 172 dizigotna blizanca, u starosnoj dobi 18–44 godine. Udeo pojedinih izvora kovariranja između ispitivanih fenotipa testiran je multivarijantnim biometrijskim metodom. Uvid u fenotipske korelacije opšte intelektualne sposobnosti, uspeha u osnovnoj školi i uspeha u srednjoj, ukazuje da je reč o konstruktima koji međusobno umereno koreliraju (.33–.53). Opšti/zajednički genetski uticaj objašnjava najveći deo kovarijanse školskog uspeha (kako u osnovnoj, tako i u srednjoj školi) i opšte intelektualne sposobnosti, što govori u prilog pretpostavci da isti set gena određuje etiologiju individualnih razlika na ispitivanim varijablama. Objasnjenju korelacije između uspeha u osnovnoj i uspeha u srednjoj školi umereno doprinose i mere opšte/zajedničke deljene sredine. Pored nedeljenih sredinskih uticaja, ono što razlikuje ispitivane konstrukte jesu uticaji specifičnih genetskih faktora, koji su jedinstveni za svaki konstrukt.

Ključne reči: multivarijantni biometrijski metod, školski uspeh, opšta intelektualna sposobnost

² Rad je nastao u okviru projekta „Nasledni, sredinski i psihološki činioci mentalnog zdravlja” (ON179006), koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Proučavanju prirode intelektualnog funkcionisanja može se pristupiti sa strukturalističkog ili funkcionalnog stanovišta (Zarevski, 2012). Dok je način odvijanja kognitivnih funkcija u centru istraživačke pažnje pristalica funkcionalnog pristupa, teoretičari strukturalističkog, odnosno, psihometrijskog pristupa izučavanja inteligencije, akcentat stavljaju na sastav intelektualnih sposobnosti i njihov broj. Istorijat izučavanja fenomena inteligencije, u svetlu strukturalističkih teorija, ima svoje korene u Spearmanovoj podeli inteligencije na generalni, g-faktor, koji se u značajnoj meri upotrebljava kod svih intelektualnih zadataka, i na specifične, s-faktore, koji su međusobno nezavisni i koji opisuju bilo koju sposobnost jedinstvenu za izvršavanje određenog zadatka (Spearman, 1904, prema Rathus, 2000). Dalji razvoj proučavanja inteligencije sa strukturalnog aspekta okarakterisan je kroz pojavu teorija koje naglašavaju postojanje grupnih faktora inteligencije, ali i hijerarhijskih modela inteligencije koji nude rešenje o postojanju grupnih faktora inteligencije, ali i njihovih užih, podređenih faktora (Gardner, Kronhaber, & Wake, 1999). Na osnovu teorija inteligencije koje su nastale tokom prošlog veka, konstruisan je veliki broj psiholoških mernih instrumenata za procenu inteligencije sa visokim stepenom pouzdanosti. Međutim, inteligencija nije samo psihometrijski konstrukt koji se ispituje testovima, već je ujedno i biološka varijabla koja je ubrzo kroz istraživanja dovedena u vezu sa heritabilnošću. Postojanje ogromnog korpusa istraživanja ukazuje na to da su od svih oblika ponašanja kod čoveka genetičari verovatno najviše izučavali opštu kognitivnu sposobnost. Savremena bihejvioralna genetika pretpostavlja da su sve kvantitativne karakteristike, među koje spada i većina psiholoških konstrukata, a samim tim i inteligencija, pod uticajem velikog broja gena. Svaki od tih gena ima pojedinačni mali uticaj na datu karakteristiku i uz to je osetljiv na veliki broj sredinskih činilaca. Geni koji kontrolišu ispoljavanje kvantitativnih karakteristika mogu da deluju na dva načina. Aditivni efekti gena postoje onda kada na analiziranu karakteristiku utiče više različitih gena, a njihovi efekti, koji mogu biti različiti po veličini, se sumira. Ne-aditivni efekti gena mogu da budu posledica interakcije između alela istog gena ili između različitih gena (Tucić i Matić, 2002). Specifičnost kvantitativnih genetičkih istraživanja jeste u tome što se ona moraju osloniti na određene slučajeve u kojima genski i sredinski činilci prirodno variraju (Zuckerman, 1991), i u kojima se oni mogu u dovoljnoj meri razdvojiti da bi se zaključilo koliki je njihov relativni značaj. U te svrhe se tradicionalno koriste blizanačke i adoptivne studije i njihova međusobna kombinacija (Smederevac i Mitrović, 2006). Ipak, na polju genetike ponašanja, daleko najčešće korišćen je blizanački dizajn. Monozigotni blizanci dele celokupan nasledni materijal, te se razlike među njima mogu pripisati faktorima njihovog okruženja. Dizigotni blizanci dele samo polovinu genskog materijala, ali, kao i monozigotni, odrastaju u sličnoj životnoj sredini. Mnoge razlike između dizigotnih blizanaca mogu se pripisati razlikama u njihovim genima. Upoređivanjem razlika

i sličnosti između monozigotnih i dizigotnih blizanaca utvrđuje se koliko određeni sredinski i nasledni činioci utiču na ispoljavanje određenih karakteristika (Posthuma et al., 2003), a danas se sve više za procenu genetičkih parametara u kvantitativnoj bihejvoralnoj genetici koriste univarijantni i multivarijantni genetski modeli (Smederevac i Mitrović, 2006).

Gotovo sva istraživanja o genskom uticaju na kognitivne sposobnosti polaze od tzv. psihometrijskog modela koji intelektualne sposobnosti čoveka tretira kao organizovanu hijerarhiju na čijem se vrhu nalazi opšta kognitivna sposobnost. Uprkos delimičnom neslaganju dosadašnjih nalaza istraživanja o genskom doprinosu fenomenu inteligencije, rezultati velikog broja blizanačkih i adoptivnih studija konvergiraju ka zaključku da se oko 50% varijanse opšte intelektualne sposobnosti može pripisati genskim faktorima (Bouchard, Lykken, McGue, Segal, & Tellegen, 1990; Bouchard & McGue, 2003; Chipuer, Rovine, & Plomin, 1990; Loehlin, 1989), ali se u većini studija dobija koeficijent genskog doprinosa između 40% i 80% (Plomin, DeFries, Craig, & McGuffin, 2003; Plomin & Petrill, 1997). Iako je većina blizanačkih studija sprovedena na teritoriji Sjedinjenih Američkih Država i u zemljama zapadne Evrope, slični koeficijenti genskog doprinosa mogu se naći i u bihejvoralno-genetičkim istraživanjima koja su sprovedena u Japanu, Rusiji i Indiji (Plomin et al., 2003). Pri tome, genski doprinos generalnom faktoru inteligencije pokazuje se stabilnim, nezavisno od vrste testa inteligencije kojim se ovaj faktor meri (Rijsdijk, Vernon, & Boomsma, 2002).

Osim gena koji kontrolišu ispoljavanje kvantitativnih karakteristika, napomenuto je da je svaki pojedinačni uticaj gena osetljiv na dejstvo različitih negenetičkih, odnosno, sredinskih uticaja (Tucić i Matić, 2002). Sredinski činioci koji utiču na varijabilnost neke kvantitativne karakteristike dele se na zajedničku (deljenu) i specifičnu (nedeljenu) sredinu. Nalazi istraživanja o uticaju deljenih i nedeljenih sredinskih okolnosti uglavnom postižu konsenzus o sredinskom doprinosu kada je u pitanju konstrukt inteligencije. Doprinosi deljene sredine generalnom faktoru inteligencije većinom su veoma mali, ili ih čak nema (Bouchard, 2004; Johnson, 2010; McGue & Bouchard, 1998; Pedersen, Plomin, Nesselroade, & McClearn, 1992). Niski koeficijenti doprinosa (oko 25%) pojavljuju se na nižim uzrastima ispitivanih blizanaca (Bouchard & McGue, 2003) i obično se gube tokom odraslog doba (Johnson, 2010). Međutim, nalazi nekih novijih istraživanja ukazuju na relativan pad doprinosa deljene sredine inteligenciji, ali ne i na njegov nestanak (Beauchamp, Cesarini, Johannesson, Erik Lindqvist, & Apicella, 2011; Lyons et al., 2009). Slični nalazi se mogu pronaći u adoptivnim studijama koje pokazuju minimalan uticaj deljene sredine na koeficijent inteligencije (Loehlin, Horn, & Willerman, 1989; Scarr & Weinberg, 1978; Scarr, Weinberg, & Waldman, 1993). Dok efekat deljene sredine opada sa starošću, nedeljena sredina je relativno značajna za inteligenciju tokom čitavog života (Haworth et al., 2010; Plomin, DeFries, McClearn, & McGuffin, 2008; Plomin & Spinath, 2004). Kada se

govori o uticaju nedeljene sredine na inteligenciju, istraživači su se uglavnom bavili varijablom redosleda rođenja, te se u mnogim studijama pokazuje rezultat da prvorođena deca imaju nešto viši koeficijent inteligencije, a kao razlog tome se najčešće navode „favorizovanje” prvorođenog deteta u odnosu na kasnije rođenu decu (Kristensen & Bjerkedal, 2007), kao i posvećivanje veće pažnje prvorođenoj deci od strane roditelja (Zajonc & Sulloway, 2007).

Jedno od ključnih pitanja u vezi sa genskim i sredinskim doprinosom generalnom faktoru inteligencije jeste upravo da li pokazuju stabilnost u doprinosu tokom vremena. Rezultati novijih studija sugerišu da se udeo genske varijanse u objašnjenju individualnih razlika u inteligenciji povećava sa uzrastom (Pedersen et al., 1992; McClearn et al., 1997; Nisbett et al., 2012), stabilizujući se na relativno visokom i konstantnom nivou tokom zrelog doba (Plomin, Pedersen, Lichtenstein, & McClearn, 1994), da bi sa starenjem došlo do njenog pada i povećanja značaja nedeljene sredine (McClearn et al., 1997). Novije studije pokazuju da se procena heritabilnosti menja i sa različitim sredinskim uslovima. Sa povećanjem socioekonomskog statusa (SES) udeo genetskih faktora raste, a deljene sredine opada (Grant et al., 2010; Hanscombe et al., 2012; Kremen et al., 2005; Tucker-Drob, Rhemtulla, Harden, Turkheimer, & Fask, 2011; Turkheimer, Haley, Waldron, D’Onofrio, & Gottesman, 2003). Sa druge strane, noviji nalazi pokazuju da je genetski uticaj na inteligenciju nezavistan od SES, a uticaj sredine značajniji u porodicama nižeg SES (Hanscombe et al., 2012).

Kao u slučaju inteligencije, heritabilnost postignuća se kreće oko 60%, pri čemu raste sa starošću, dok značaj deljene sredine opada (Bartels, Rietveld, Van Baal, & Boomsma, 2002; Johnson, McGue, & Iacono, 2006; van Leeuwen, van den Berg, & Boomsma, 2008; Wainwright, Wright, Geffen, Luciano, & Martin, 2004; Wainwright, Wright, Geffen, Luciano, & Martin, 2005). Značaj porodičnog okruženja za postignuće je višestruko potvrđen (Seginer, 2006; Seung-Hee & Morrison, 2010), naročito nivoa angažovanosti roditelja u akademskom razvoju (Fan & Chen, 2001; Hill & Tyson, 2009). U mnogim studijama je utvrđena korelacija između obrazovanja roditelja i akademskog postignuća dece (Bronstein & Bradley, 2003, prema Karbach, Gottschling, Spengler, Hegewald, & Spinath, 2013; Neisser et al., 1996), ali se ona gubi kada se kontroliše opšta kognitivna sposobnost roditelja (Karbach et al., 2013). Kako istraživanja dosledno pokazuju, prosečna korelacija između inteligencije i postignuća je oko .50 (Bartels et al., 2002; Rinderman & Neubauer, 2004; Sternberg, Grigorenko, & Bundy, 2001). Premda postoje različiti modeli koji objašnjavaju prirodu i poreklo date korelacije (Petrill & Wilkerson, 2000), empirijski nalazi sugerišu da se korelacija između inteligencije i postignuća može pripisati aditivnim genetskim uticajima, dok se razlike među njima objašnjavaju pre svega faktorima nedeljene sredine (Bartels et al., 2002; Johnson et al., 2006). Važno je napomenuti i to da istraživači navode različite ili pak uopšte ne navode pretpostavke o smeru kauzalnosti,

što može dovesti do vrlo različitih rezultata i interpretacija (Deary & Johnson, 2010). Dok neki autori obrazovanje tretiraju kao uzrok inteligencije (Richards & Sacker, 2003), drugi pretpostavljaju obrnuti smer (Batty, Deary, & Macintyre, 2007). Longitudinalne studije u kojima je najpre merena inteligencija, a kasnije i postignuće, ukazuju na umerene do visoke korelacije među ovim konstruktima upućujući na zaključak da pre inteligencija uzrokuje postignuće, nego obrnuto (Deary, Strand, Smith, & Fernandes, 2007). Premda opšta inteligencija objašnjava 50–60% ukupne varijanse postignuća, preostali deo varijanse može se objasniti i drugim, nekognitivnim faktorima, kao što su: angažovanje, savesnost, motivacija, uloženi trud, podrška roditelja i kvalitet nastave (Gottschling, Spengler, Spinath, & Spinath 2012; Johnson, 2008; Petrides, Chamorro-Premuzic, Frederickson, & Furnham, 2005; Spinath & Spinath, 2005; Spinath, Spinath, Harlaar, & Plomin, 2006). Nastavni stilovi i metode donekle mogu promeniti visinu povezanosti inteligencije i postignuća, ali je ne eliminišu (Cronbach & Snow, 1977, prema Neisser et al., 1996). Sa druge strane, pokazano je i da duže školovanje može doprineti višoj inteligenciji (Baltes & Reinert, 1969, prema Deary & Johnson, 2010). Postoje i nalazi koji sugerišu da je odnos između inteligencije i postignuća još kompleksniji, odnosno, da genetski i sredinski doprinosi obrazovnim ishodima mogu varirati na različitim nivoima inteligencije – sredinski faktori su važniji na nižim, a genetski na višim nivoima inteligencije (Johnson, Deary, & Iacono, 2009). Neki, pak, sugerišu da praktična inteligencija može biti relativno nezavisna od školskog uspeha ili od rezultata na psihometrijskim testovima (Neisser et al., 1996).

Budući da se inteligencija u brojnim istraživanjima pokazala kao pouzdan prediktor i značajna determinanta akademskog (kao i profesionalnog) postignuća (Deary et al., 2007; Laidra, Pullmann, & Allik, 2007; Rhode & Thompson, 2007), čini se da je razumevanje etiologije i prirode odnosa datih konstrukata od suštinske važnosti za oblast obrazovanja. Osnovni cilj ovog istraživanja usmeren je na procenu genetskih i sredinskih faktora koji utiču na kovariranje među merom opšte intelektualne sposobnosti i osnovnoškolskog i srednjoškolskog uspeha. Udeo pojedinih izvora varijanse fenotipa testiran je multivarijantnim biometrijskim metodom (Neale & Maes, 2004).

Metod

Uzorak

U istraživanju je učestvovalo 340 blizanaca (168 monozigotnih i 172 dizigotnih) koji su odrasli zajedno. Obuhvaćeni su ispitanici u starosnoj dobi od 18 do 44 godine. Prosečna starosna dob ispitanika iznosila je 25.10 godina ($SD = 7.67$). Muškog pola je bilo 18 parova monozigotnih i 13 parova dizigotnih

blizanaca, 68 parova monozigotnih i 44 para dizigotnih blizanaca ženskog pola, i 27 dizigotnih parova blizanaca različitog pola. Zigotnost je utvrđena pomoću upitnika za procenu zigotnosti (Oniszczenko, Angleitner, Strelau, & Angeri, 1993). U upitniku se od blizanaca tražilo da opišu i uporede sebe sa njihovim blizancem na brojnim fizičkim karakteristikama (npr. težina, visina, boja i tip kose, boja očiju), kao i da procene stepen u kome su ih roditelji, rođaci, vršnjaci i stranci međusobno mešali. Upotreba upitnika za određivanje zigotnosti se pokazala kao pouzdan pokazatelj zigotnosti (tačnost procene oko 95%) u velikom broju studija (Reed et al., 2005; Spitz et al., 1996). Ispitivanjem su obuhvaćeni blizanci sa cele teritorije Srbije, ali sa nešto većom zastupljenošću blizanaca iz Vojvodine i Beograda u ukupnom uzorku.

Instrumenti i varijable

Progresivne matrice za napredne (APM: Raven, Raven, & Court, 1998) – Serija II. Opšta intelektualna sposobnost je mrena preko APM – Serije II koja se sastoji od 36 zadataka, sa vremenom za rešavanje u trajanju od 40 minuta. Ravenove progresivne matrice su test neverbalnog tipa sa ponuđenim odgovorima. Sastoji se od 48 pitanja višestrukog izbora, navedenih po redosledu težine. Ovaj format je dizajniran da meri sposobnost rasuđivanja, koja je komponenta Spearmanovog G faktora, često nazvanu opšta inteligencija. Prilikom rešavanja zadatka od ispitanika se traži da identifikuje nedostajući element koji upotpunjuje obrazac. Ukupan skor na Ravenovim matricama dobijen je sabiranjem svih tačnih odgovora na svakom zadatku i predstavlja meru opšteg intelektualnog funkcionisanja.

Školsko postignuće. Školsko postignuće blizanaca je izraženo preko školskog uspeha u osnovnoj i u srednjoj školi posebno. Školski uspeh na oba nivoa školovanja je izražen kao prosečan uspeh na kraju svih školskih godina datog nivoa (8 godina za osnovnu i 4 godine za srednju školu). Podaci o uspehu su dobijeni na osnovu usmenog iskaza blizanaca. Ove kategorijalne varijable sadrže pet nivoa merenja. U ukupnom uzorku blizanaca oko 20% ispitanika još uvek pohađa srednju školu, dok preostalih oko 80% ima završenu srednju školu. Samo jedan ispitanik je imao završenu osnovnu školu.

Procedura

Ispitanici su regrutovani u sklopu projekta „Nasledni, sredinski i psihološki činoci mentalnog zdravlja”. Poziv za učešće u istraživanju objavljen je putem medija i štampe, te izradom veb sajta na kome se nalaze sve relevantne informacije vezane za istraživanje i putem koga su blizanci mogli da se prijave za učešće u istraživanju. Prijava za učešće bila je omogućena i putem telefona. Prikupljanje

podataka je obavljeno na Filozofskom fakultetu u Novom Sadu, Nišu i Beogradu. Učešće blizanaca je bilo dobrovoljno, a od sredstava projekta im je isplaćena nadoknada za učešće u istraživanju (putni trošak).

Rezultati

U genetici ponašanja najčešće korišćen nacrt zasniva se na ispitivanju fenotipske sličnosti između monozigotnih i dizigotnih blizanaca odraslih zajedno. Blizanački dizajn razlaže fenotipsku varijansu osobine na genetsku i sredinsku komponentu varijanse. Postoje dva izvora genetske varijanse koji se mogu procenjivati: aditivni (A) i neaditivni (D) genetski uticaj. Kada je reč o aditivnom genetskom uticaju, MZ blizanci koreliraju 1 budući da dele 100% svojih gena, dok DZ blizanci koreliraju .50 pošto dele, u proseku, 50% svojih gena. Nasuprot tome, neaditivni efekti gena mogu da budu posledica interakcije između alela istog gena (dominantnost), ili interakcije između različitih gena tj. alela, sa različitih lokusa koji čine jedan poligenski sistem (epistaza). Prema modelu dominacije, MZ blizanci koreliraju 1.0, dok DZ blizanci koreliraju .25 jer dele u proseku 25% ove vrste genetskih efekata. Indeks heritabilnosti upućuje na proporciju fenotipske varijanse koja se može pripisati genotipskoj varijansi i obuhvata oba, gore opisana, genetska uticaja. Sredinska varijansa deli se na zajedničku (deljenu) sredinu i nedeljenu (specifičnu) sredinu. Pod deljenom sredinom podrazumevaju se različiti činioci životne sredine koji su zajednički za grupu individua, kao što su članovi iste porodice. Na osnovu standardnih pretpostavki blizanačkog modela, MZ i DZ blizanci dele 100% zajedničkog sredinskog efekta (C). U nedeljene sredinske uticaje se između ostalog ubrajaju nesrećni slučajevi, različiti roditeljski tretman, različite vršnjačke grupe itd. Parametar E uključuje i greške merenja. Po definiciji, ovaj efekat ne korelira ni između MZ ni između DZ blizanaca.

Tabela 1

Deskriptivna statistika u grupi MZ i DZ blizanaca i fenotipske korelacije između inteligencije i školskog uspeha

Varijabla	MZ	DZ	Fenotipske korelacije		
	AS (SD)	AS (SD)	APM	Uspeh OŠ	Uspeh SS
APM	21.35 (5.71)	21.37 (6.42)	1	.35**	.25
Uspeh u osnovnoj školi	4.70 (0.55)	4.70 (0.53)		1	.47**
Uspeh u srednjoj školi	4.53 (0.61)	4.53 (0.63)			1

Napomena. APM = Ravenove progresivne matrice za napredne (Opšta intelektualna sposobnost); MZ = monozigotni blizanci; DZ = dizigotni blizanci.

** $p < .01$.

Pre računanja multivarijantnog genetskog modela, sprovedena je priprema podatka za obradu. Ova preliminarna analiza podrazumevala je parcijalizovanje efekta pola, kao i linearno i kvadratno parcijalizovanje efekta starosti. Za sve korišćene mere izvršena je parcijalizacija polnih i starosnih efekata korišćenjem regresivnih postupaka koji su predložili McGue i Bouchard (McGue & Bouchard, 1984). U Tabeli 1 prikazana je deskriptivna statistika, aritmetička sredina i standardne devijacije, kao i fenotipska korelacija među korišćenim varijablama. Korelacija se kretala u rasponu od .25-.47, pri čemu najviše koreliraju uspeh u osnovnoj i uspeh u srednjoj školi (.47).

U Tabeli 2 predstavljeni su koeficijenti intraklasnih korelacija, kao i unakrsne korelacije osobina između blizanaca (eng. *cross twin-cross trait correlations*). Obe vrste koeficijenata korelacije računati su posebno za grupu MZ, a posebno za grupu DZ blizanaca. Intraklasna korelacija predstavlja adekvatniju meru sličnosti među blizancima nego obične Pearsonove korelacije (Rijsdijk & Sham, 2002). Obrazac MZ-DZ korelacija ukazuje na relativan udeo različitih izvora varijanse oblikovanju ispitivanih konstrukata. Tako na primer, kada je za ispitivanu karakteristiku korelacija među MZ blizancima dva puta veća nego korelacija među DZ blizancima, onda je uticaj genetike presudniji za formiranje date karakteristike. I verovatno obe vrste genetskih uticaja oblikuju ispitivani konstrukt. Isto tako, unakrsne korelacije osobina između blizanaca (eng. *cross twin-cross trait correlations*) u grupi MZ bile su dosledno veće od unakrsne korelacije osobina između blizanaca u grupi DZ (Tabela 2). Ovakav obrazac korelacija pruža dokaz da genetski faktori značajno doprinose kovarijansi između opšte intelektualne sposobnosti, uspeha u osnovnoj školi i uspeha u srednjoj školi. Primer unakrsne korelacije osobina između blizanaca bila bi korelacija postignuća prvog blizanca na opštoj kognitivnoj sposobnosti sa uspehom u osnovnoj školi koji postiže drugi blizanac.

Tabela 2

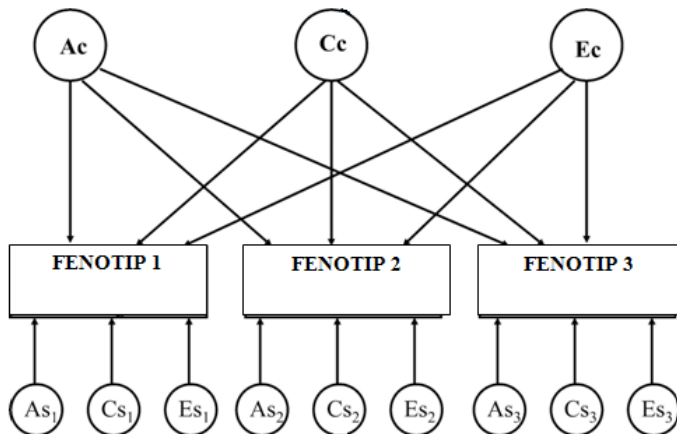
Koeficijenti intraklasnih korelacija i unakrsne korelacije osobina između blizanaca (cross twin-cross trait correlations)

Varijable	APM		Uspeh u OŠ		Uspeh u SS	
	MZ	DZ	MZ	DZ	MZ	DZ
APM	.72	.51				
Uspeh u osnovnoj školi	.24*	.19	.69	.36		
Uspeh u srednjoj školi	.27**	.15**	.23*	.37**	.71	.55

Napomena. APM = Ravenove progresivne matrice za napredne (Opšta intelektualna sposobnost); MZ = monozigotni blizanci; DZ = dizigotni blizanci. Boldovane cifre predstavljaju koeficijente intraklasne korelacije, dok su preostale cifre unakrsne korelacije osobina između blizanaca.

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

Genetsko strukturalno modelovanje sprovedeno je biometrijskim metodom u statističkom programskom paketu Amos. Ovaj postupak pruža podatke kako o fitu (kongruencija modela i empirijskih podataka) celokupnog modela, tako i o doprinosu pojedinačnih latentnih izvora varijanse. U cilju procene preklapanja genetskih i sredinskih uticaja između mere opšte intelektualne sposobnosti, osnovnoškolskog i srednjoškolskog uspeha, sprovedena je multivarijantna genetska analiza. Multivarijantna genetska analiza u genetici ponašanja se koristi da ispita prirodu odnosa između različitih konstrukata specifikujući u kojoj meri oni dele genetske i sredinske uticaje, a u kojoj meri ih ovi uticaji (genetski i/ ili sredinski) razlikuju. Kao i univarijantna, i ova analiza dekomponuje kovarijansu među merama na: aditivnu genetsku komponentu, neaditivnu genetsku komponentu, uticaje deljene sredine i nedeljeni sredinski efekat. Kada se u istraživanju koristi više od tri varijable po blizancu, najčešće korišten je multivarijantni biometrijski model imenovan kao Model nezavisne putanje – eng. *Independent pathway model* (Rijsdijk & Sham, 2002). Termin „nezavisno” u nazivu modela upućuje da genetski i sredinski izvori varijanse nezavisno utiču na posmatrane varijable, iako za svaki izvor varijanse (genetski ili sredinski) postoji jedan opšti (zajednički) faktor koji utiče na sve ispitivane varijable. Kao što se vidi na slici 1, svaki ispitivani fenotip (varijablu) mogu oblikovati i specifični genetski i sredinski faktori koji su jedinstveni za svaki ispitivani fenotip.



Slika 1. Model nezavisne putanje: A = aditivni genetski efekti, C = efekti zajedničke sredine koju dele blizanci i E = nedeljena sredina i greška merenja. Donje c se odnosi na opšti/zajednički efekat, a donje s na specifičan/jedinstveni efekat. *Napomena.* Ac i As efekti su u korelaciji 1 kod MZ blizanaca i .50 za DZ blizance; Cc je korelaciji 1 i za MZ i DZ blizance, a Ec i Es ne koreliraju među blizanačkim parovima.

Testirani multivarijantni model nezavisne putanje je imao zadovoljavajuće indikatore fita $\chi^2(24) = 0.09$, $p = .47$, RMSEA = .05, AIC = 69.82.

Tabela 3

Model nezavisne putanje – procena parametara modela

Izvori varijanse	APM	Uspeh u OŠ	Uspeh u SS
Ac (Ac ²)	.31 (.23–.86)	.25 (.16–.76)	.26 (.20–.81)
As (As ²)	.14 (.00–.80)	.37 (.29–.79)	.00 (-.28–.80)
Ukupna genetska varijansa (h ²)	.46	.62	.26
Cc (Cc ²)	.002 (-.59–.46)	.05 (-.48–.61)	.34 (-.05–.81)
Cs (Cs ²)	.26 (.00–.76)	.00 (-.57–.28)	.10 (.00–.74)
Ukupna varijansa deljene sredine (c ²)	.26	.05	.44
Ec (Ec ²)	.004 (-.17–.19)	.33 (.32–.71)	.06 (.11–.51)
Es (Es ²)	.27 (.44–.61)	.00 (.00–.57)	.24 (-.62–.37)
Ukupna varijansa nedeljene sredine (e ²)	.27	.33	.30

Napomena. A = aditivni genetski efekti, C = efekti zajedničke sredine koju dele blizanci i E = nedeljena sredina i greška merenja. Donje c se odnosi na opšti/zajednički efekat, a donje s na specifičan/jedinstveni efekat. 95% intervali pouzdanosti prikazani su u zagradama.

Kao što se može videti iz Tabele 3, procena heritabilnosti za opštu intelektualnu sposobnost, procenjivanu Ravenovim progresivnim matricama, umerena je (prosečna do visoka) $h^2 = [(.56)^2 + (.38)^2] = .46$. Procena heritabilnosti za uspeh u osnovnoj školi je visoka $h^2 = [(.50)^2 + (.61)^2] = .62$, dok je za srednjoškolski uspeh niska $h^2 = [(.51)^2 + (.00)^2] = .26$. Opšti/zajednički genetski faktor je odgovoran za kovarijansu između ispitivanih konstrukata. Značajan procenat ukupne heritabilnosti objašnjen je opštim/zajedničkim genetskim faktorom. Tako je za opštu intelektualnu sposobnost 69% $[(.31/.46)*100]$ ukupne heritabilnosti objašnjeno opštim genetskim faktorom, 40% uspeha u osnovnoj školi, a čak 100% uspeha u srednjoj školi. Dakle, dok je u slučaju uspeha u srednjoj školi celokupan hereditet objašnjen ovim, opštim genetskim faktorom, u slučaju opšte intelektualne sposobnosti (31%), a pre svega uspeha u osnovnoj školi (60%), značajan udeo ukupne genetske varijanse objašnjavaju jedinstveni/specifični genetski efekti koji nisu deljeni među ispitivanim konstruktima. Kada su u pitanju sredinski faktori, kao što se vidi iz Tabele 3, faktor opšte/zajedničke deljene sredine pokazao se značajnim jedino u slučaju varijable uspeh u srednjoj školi (.34), dok se u slučaju uspeha u osnovnoj školi (.05) i opšte intelektualne sposobnosti (.002) pokazao kao zanemarljiv. Nizak, ali ipak značajan, uticaj jedinstvenog/specifičnog faktora deljene sredine zabeležen je kod opšte intelektualne sposobnosti (.26). Opšti/zajednički faktor nedeljene sredine

pokazao se kao umereno značajan (.33) jedino u objašnjenju varijanse uspeha u osnovnoj školi. S druge strane, u objašnjenju varijanse opšte intelektualne sposobnosti i uspeha u srednjoj školi, beleži se umereno značajan doprinos jedinstvenih/specifičnih faktora nedeljene sredine.

Tabela 4

Genetski (A), deljeno sredinski (C) i nedeljeno sredinski (E) doprinosi fenotipskoj korelaciji između mera Opšte intelektualne sposobnosti, uspeha u osnovnoj i srednjoj školi, izračunato na osnovu Modela nezavisne putanje

Izvor varijanse	r_c	Ac	Cc	Ec
APM x Uspeh u osnovnoj školi	.33	86%	3.6%	10.4%
APM x Uspeh u srednjoj školi	.33	87%	8.8%	4.2%
Uspeh u osnovnoj x uspeh u srednjoj školi	.53	49%	25%	26%

Napomena. APM = Ravenove progresivne matrice za napredne (Opšta intelektualna sposobnost).

Kao što se može videti iz Tabele 4, najveći udeo fenotipske korelacije među ispitivanim merama objašnjen je opštim/zajedničkim genetskim faktorom (49%–87%). Objašnjenju korelacije između uspeha u osnovnoj i uspeha u srednjoj školi umereno doprinose i mere opšte deljene i nedeljene sredine (25% i 26%).

Diskusija

U pokušaju da objasne etiologiju veze između ispitivanih ponašanja, kao i samu prirodu konstrukata, istraživači na polju bihevioralne genetike pribegavaju primeni multivarijantne genetske analize. Po mišljenju eminentnih istraživača (Plomin, DeFries, McClearn, & McGuffin, 2005), razvoj multivarijantnog genetskog modelovanja, jedno je od najznačajnijih uspeha u oblasti genetike ponašanja u protekle dve decenije, i sada već uhodana istraživačka tradicija u psihologiji individualnih razlika. S namerom da ispita, specifikuje prirodu odnosa između opšte intelektualne sposobnosti i školskog postignuća (izraženog kao uspeh u osnovnoj i uspeh u srednjoj školi), i u ovom istraživanju je sprovedena multivarijantna genetska analiza.

Procena opšte intelektualne sposobnosti vršena je putem Ravenovih progresivnih matrica za napredne. Primenom bihevioralnog genetskog modelovanja ustanovljeno je da na datom testu uticaj genetskih faktora objašnjava blizu polovine ukupne varijanse opšte intelektualne sposobnosti (oko 46%). Opštim genetskim uticajem se objašnjava 69% ukupne genetske varijanse opšte intelektualne sposobnosti, dok se jedinstvenim genetskim faktorom objašnjava preostalih 31% iste. Dobijeni nalazi su u skladu sa rezultatima većine ranijih studija (Bouchard & McGue, 1981; Bouchard et al., 1990; Chipuer et al., 1990; Loehlin, 1989; Plomin et al., 2008), koje ukazuju da genetski faktor u značajnoj meri

određuje postignuće na testovima opšte intelektualne sposobnosti. S obzirom na to da Ravenove progresivne matrice predstavljaju meru fluidne inteligencije, dobijeni procenat je nešto niži od očekivanog, ali se i dalje kreće u intervalu koji je sugerisan nalazima prethodnih istraživanja. Iako je opšta intelektualna sposobnost od svih oblika ponašanja najčešće bila u fokusu pažnje genetičara, čini se da se još uvek nedovoljno zna o tome kako neurološki i psihološki mehanizmi utiču na razvoj opšte kognitivne sposobnosti. Utvrđivanje asocijacije između opšte intelektualne sposobnosti i različitih genetičkih markera do danas nije bilo dovoljno uspešno (Plomin et al., 2008).

Osnovnoškolsko postignuće je izraženo kao jedinstvena mera opšteg uspeha tokom osmogodišnjeg školovanja i kretalo se na skali od jedan do pet. Dato postignuće je u najvećoj meri objašnjeno genetskim faktorom (oko 62%). Od toga opšti/zajednički genetski faktor objašnjava 40% dok jedinstveni genetski uticaj objašnjava 60% ukupne genetske varijanse date varijable. Dobijeni rezultat gotovo u potpunosti zadovoljava očekivanja definisana rezultatima ranijih istraživanja u kojima se uticaj genetike na školsko postignuće kretao oko 60% (Bartels et al., 2002; Johnson et al., 2006; Wainwright et al., 2004).

Sa druge strane, srednjoškolsko postignuće je u manjoj meri objašnjeno genetskim faktorom (26.31%), pri čemu se navedeni genetski doprinos svodi isključivo na opšti genetski uticaj. Jedinstveni genetski uticaj, specifičan samo za ovu vrstu postignuća i nezavisan od opšte intelektualne sposobnosti i uspeha u osnovnoj školi, nije registrovan. Nizak postotak genetske varijanse u ukupnoj varijansi srednjoškolskog uspeha nije u saglasnosti sa uobičajenim nalazima blizanačkih studija školskog uspeha (Bartels et al., 2002; Johnson et al., 2006). Na našem podneblju operacionalizacija školskog uspeha se najčešće vrši preko zvanično važećih ocena koje učenici postižu, što je slučaj i sa ovim istraživanjem. Čini se da ova, prilično gruba, mera nije dovoljno precizan pokazatelj školskog postignuća kao standardizovani testovi školskog postignuća na kraju završenog određenog nivoa školovanja, a koji su najčešće korišćene mere u blizanačkim studijama zemalja zapada (Deary et al., 2007; Wainwright et al., 2004, 2005). Takođe, vrsta srednje škole nije kontrolisana, tako da školske ocene iz različitih škola, kao i u različitim vremenima, donekle mogu otežavati preciznu procenu parametara. Stoga, korišćenje različitih mera postignuća može donekle objasniti dobijenu diskrepancu u nalazima. S druge strane, ovaj rezultat ne znači nužno da genetski činioci nisu bitni u oblikovanju uspeha na ovom nivou školovanja, već da se individualne razlike u postignuću mogu u većoj meri objasniti sredinskim faktorima. Uticaj deljene sredine se pokazao značajnim u slučaju srednjoškolskog postignuća, što se može tumačiti posledicom završenog procesa kognitivnog razvoja, koji omogućava bolje razumevanje socijalnog konteksta i socijalne interakcije, zatim razvijanje socijalnih veština i socijalne participacije, što sve zajedno stvara adekvatan preduslov za veći uticaj sredinskih činilaca u

oblikovanju školskog postignuća. Uticaj deljene sredine, kao što je intelektualna klima u porodici, vaspitni stil roditelja i socioekonomski status, mogu značajno doprineti školskom postignuću dece u datom uzrastu. S druge strane, rezultat da zanemarljiv procenat deljene sredine utiče na osnovnoškolsko postignuće ukazuje da je verovatno uspeh u osnovnoj školi primarno determinisan genuinim biološkim faktorima (opšta intelektualna sposobnost, osobine ličnosti), a u manjoj meri uticajem sredinskih činilaca. Kognitivni razvoj dece je dinamičan i veoma varijabilan. Neujednačen razvoj kognitivnih sposobnosti u datom periodu doprinosi većem genetskom, a manjem sredinskom uticaju. S druge strane, odsustvo ili mali procenat uticaja deljene sredine na postignuće u osnovnoj školi ne treba jednačiti sa nebitnošću porodičnih uticaja, kao što su stil roditeljstva ili uključivanje roditelja u školska pitanja na ovom uzrastu. Moguće je da deca upravo te uticaje doživljavaju, percipiraju na različite načine, te se taj uticaj onda shvata kao efekat nedeljene sredine (Harris, 1995).

Uvid u fenotipske korelacije opšte intelektualne sposobnosti, uspeha u osnovnoj školi i uspeha u srednjoj, ukazuje da je reč o konstruktima koji međusobno umereno koreliraju (.33–.53). Multivarijantna genetska analiza sprovedena je s namerom da objasni prirodu tih veza. Opšti/zajednički genetski uticaj objašnjava najveći postotak kovariranja školskog uspeha (kako u osnovnoj, tako i srednjoj školi) i opšte intelektualne sposobnosti. Ovaj rezultat multivarijantne genetske analize govori u prilog zajedničkoj genetskoj osnovi ispitivanih konstrukata, odnosno, pretpostavci da isti set gena određuje etiologiju individualnih razlika na ispitivanim varijablama. Dati fenomen u genetici ponašanja poznat je pod nazivom pleotropija, gde jedan gen istovremeno utiče na obrazovanje različitih obeležja nekog organizma (Tucić & Matić, 2002). Ovaj rezultat je u skladu s brojnim empirijskim nalazima (Bartels et al., 2002; Greven, Harlaar, Kovas, Chamorro-Premuzic, & Plomin, 2009; Wainwright et al., 2005). Međutim, važno je napomenuti da i dalje postoje izvesne dileme u vezi sa odnosom, tačnije, smerom kauzalnosti postignuća i intelektualne sposobnosti. Dok neki autori obrazovanje tretiraju kao uzrok inteligencije (Richards & Sacker, 2003), drugi pretpostavljaju obrnuti smer (Batty et al., 2007). Svakako treba imati na umu da je opšta intelektualna sposobnost merena sada, a školski uspeh u prošlosti. Sve te varijable mogu se razvojno menjati i to može delimično smanjivati njihove korelacije.

Iako opšta intelektualna sposobnost objašnjava značajan udeo ukupne varijanse školskog postignuća, preostali deo varijanse u postignuću može se objasniti i drugim, nekognitivnim faktorima, kao što su: angažovanje, savesnost, motivacija, uloženi trud, podrška roditelja i kvalitet nastave (Gottschling et al., 2012; Johnson, 2008; Petrides et al., 2005; Spinath & Spinath, 2005; Spinath et al., 2006). Tako, školski uspeh meri kako potencijal dece da uče (IQ), tako i nivo savladanosti nastavnog gradiva.

Rezultati multivarijantne genetske analize upućuju da efekat opšte/zajedničke deljene sredine objašnjava mali, ali ipak značajan, procenat kovarijanse između uspeha u osnovnoj i uspeha u srednjoj školi. Roditeljski uticaji, kakvi su na primer navike čitanja, nivo obrazovanja, odnos roditelja prema postignuću i vaspitni stil, stvaraju određenu intelektualnu klimu porodice i itekako determinišu postignuće dece na oba nivo školovanja. Uticaj nedeljene sredine za sve tri ispitivane varijable sledi nalaze ranijih studija, a odnosi se na to da specifična iskustva u vidu odnosa sa vršnjacima i nastavnim osobljem, te incidenti kao što su bolesti i nesrećni događaji, mogu u izvesnoj meri oblikovati školsko postignuće i opštu intelektualnu efikasnost. Pored nedeljenih sredinskih uticaja, ono što razlikuje ispitivane konstrukte jesu uticaji specifičnih genetskih faktora, koji su jedinstveni za svaki konstrukt. Kod osnovnoškolskog postignuća ustanovljeno je da jedinstven genetski doprinos u značajnoj meri oblikuje dato postignuće. Potencijalno objašnjenje za dati rezultat se može potražiti u personološkim faktorima i/ili konativnim činiocima, koji u značajnoj meri oblikuju uspeh u školi, a koji su i sami u velikoj meri genetski uslovljeni.

Dobijeni rezultati sugerišu određenu vrstu pretpostavke koja se može razmatrati u vidu potencijalno značajnijeg vaspitno-obrazovnog uticaja u periodu rane i srednje adolescencije u poređenju sa preadolescentnim periodom. Intervencije koje dolaze iz porodičnog i školskog okruženja u značajnoj meri mogu doprineti korekciji neadekvatnih obrazaca ponašanja i podsticanju maksimalnih kognitivnih potencijala. S druge strane, neka naredna istraživanja mogla bi da nastave započet posao na ovom podneblju i naprave verifikaciju ovih rezultata koristeći veći uzorak ispitanika, korišćenjem drugih mera ispitivanih konstukata, ili pak uvođenjem drugačijeg bihejvioralno-genetičkog nacрта, jer dokazi za genetski udeo u nekoj osobini nisu iscrpljeni studijama blizanaca.

Reference

- Bartels, M., Rietveld, M. J. H., Van Baal, G. C. M., & Boomsma, D. I. (2002). Genetic and environmental influences on the development of intelligence. *Behavior Genetics*, 32, 237.
- Batty, G., Deary I. J., & Macintyre, S. (2007). Childhood IQ in relation to risk factors for premature mortality in middle-aged persons: The Aberdeen Children of the 1950s study. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 61, 241–247.
- Beauchamp, J. P., Cesarini, D., Johannesson, M., Erik Lindqvist, E., & Apicella, C. (2011). On the sources of the height–intelligence correlation: New insights from a bivariate ACE model with assortative mating. *Behavioral Genetics*, 41, 242–252.
- Bouchard T. J., Lykken D. T., McGue M., Segal N. L., & Tellegen A. (1990). Sources of human psychological differences: The minnesota study of twins reared apart.

- Science*, 250, 223–228.
- Bouchard, T. J. (2004). Genetic influence on human psychological traits. *Current Directions in Psychological Science*, 13, 148–151.
- Bouchard, T. J., & McGue, M. (2003). Genetic and environmental influences on human psychological differences. *Journal of Neurobiology*, 54, 4–45.
- Chipuer, H. M., Rovine, M., & Plomin, R. (1990). LISREL modelling: Genetic and environmental influences on IQ revisited. *Intelligence*, 14, 11–29.
- Deary, I. J., & Johnson W. (2010). Intelligence and education: Causal perceptions drive analytic processes and therefore conclusions. *International Journal of Epidemiology*, 39, 1362–1369.
- Deary, I. J., Strand S., Smith P., & Fernandes C. (2007). Intelligence and educational achievement. *Intelligence*, 35, 13–21.
- Fan, X., & Chen, M. (2001). Parental involvement and students' academic achievement: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 13(1), 1–22.
- Gardner, H., Kornhaber, M. L., & Wake, W. K. (1999). *Inteligencija: različita gledišta*. Jastrebarsko: Naklada Slap.
- Gottschling, J., Spengler, M., Spinath, B., & Spinath, F. M. (2012). The prediction of school achievement from a behavior genetic perspective: Results from the German twin study on cognitive ability, self-reported motivation, and school achievement (CoSMoS). *Personality and Individual Differences*, 53, 381–386.
- Grant, M. D., Kremen, W. S., Jacobson, K. C., Franz, C., Hong, X., Eisen, S. A., . . . Lyons, M. J. (2010). Does parental education have a moderating effect on the genetic and environmental influences of general cognitive ability in early adulthood? *Behavior Genetics*, 40, 438–446.
- Greven, C. U., Harlaar, N., Kovas, Y., Chamorro-Premuzic, T., & Plomin, R. (2009). More than just IQ: School achievement is predicted by self-perceived abilities – but for genetic rather than environmental reasons. *Psychological Science*, 20, 753–762.
- Hanscombe, K. B., Trzaskowski, M., Haworth, C. A., Davis, O. P., Dale, P. S., & Plomin, R. (2012). Socioeconomic status (SES) and children's intelligence: In a UK-representative sample SES moderates the environmental, not genetic effect on IQ. *Plos ONE*, 7(2), 1–16.
- Harris, J. R. (1995). Where is the child's environment? A group socialization theory of development. *Psychological Review*, 102, 458–489.
- Haworth, C. A., Wright, M. J., Luciano, M. M., Martin, N. G., de Geus, E. C., van Beijsterveldt, C. M., . . . Thompson, L. A. (2010). The heritability of general cognitive ability increases linearly from childhood to young adulthood. *Molecular Psychiatry*, 15, 1112–1120.
- Hill, N. E., & Tyson, D. F. (2009). Parental involvement in middle school: A meta-analytic assessment of the strategies that promote achievement. *Developmental Psychology*, 45, 740–763.

- Johnson, W. (2008). Beyond conscientiousness: A personality perspective on the widening sex difference in school performance. *European Journal of Personality, 22*(3), 163–166.
- Johnson, W. (2010). Understanding the genetics of intelligence: Can height help? Can corn oil? *Current Directions in Psychological Science, 19*, 177–182.
- Johnson, W., Deary, I. J., & Iacono, W. G. (2009). Genetic and environmental transactions underlying educational attainment. *Intelligence, 37*, 466–478.
- Johnson, W., McGue, M., & Iacono, W. G. (2006). Genetic and environmental influences on academic achievement trajectories during adolescence. *Developmental Psychology, 42*, 514–532.
- Karbach, J., Gottschling, J., Spengler, M., Hegewald, K., & Spinath, F. M. (2013). Parental involvement and general cognitive ability as predictors of domain-specific academic achievement in early adolescence. *Learning & Instruction, 23*43–2351.
- Kremen, W. S., Jacobson, K. C., Xian, H., Eisen, S. A., Waterman, B., Toomey, R., . . . Lyons, M. J. (2005). Heritability of word recognition in middle-aged men varies as a function of parental education. *Behavior Genetics, 35*, 417–433.
- Kristensen, P., & Bjerkedal, T. (2007). Explaining the relation between birth order and intelligence. *Science, 316*, 1717.
- Laidra, K., Pullmann, H., & Allik, J. (2007). Personality and intelligence as predictors of academic achievement: A cross-sectional study from elementary to secondary school. *Personality & Individual Differences, 42*, 441–451.
- Loehlin, J. C. (1989). Partitioning environmental and genetic contributions to behavioral development. *American Psychologist, 44*, 1285–1292.
- Loehlin, J. C., Horn, J. M., & Willerman, L. (1989). Modeling IQ change: Evidence from the Texas Adoption Project. *Child Development, 60*, 993–1004.
- Lyons, M. J., York, T. P., Franz, C. E., Grant, M. D., Eaves, L. J., Jacobson, K. C., . . . Kremen, W. S. (2009). Genes determine stability and the environment determines change in cognitive ability during 35 years of adulthood. *Psychological Science, 20*, 1146–1152.
- McClearn, G. E., Ahern, F., Berg, S., Johansson, B., Pedersen, N., Petrill, S.A., & Plomin, R. (1997). Substantial genetic influence on cognitive abilities in twins 80 or more years old. *Science, 276*, 1560–1563.
- McGue, M., & Bouchard, T. J. (1998). Genetic and environmental influences on human behavioral differences. *Annual Review of Neuroscience, 21*, 1–24.
- McGue, M., & Bouchard, T. J., Jr. (1984). Adjustment of twin data for the effects of age and sex. *Behavior Genetics, 14*, 325–343.
- Neale, M. C., & Maes, H. M. H. (2004). *Methodology for genetic studies of twins and families*. Dordrecht: Kluwer.
- Neisser, U., Boodoo, G., Bouchard, T. J., Boykin, A. W., Brody, N., Ceci, S. J., . . . Urbina, S. (1996). Intelligence: Knowns and unknowns. *American Psychologist, 51*,

77-101.

- Nisbett, R. E., Aronson, J., Blair, C., Dickens, W., Flynn, J., Halpern, D. F., & Turkheimer, E. (2012). Intelligence: New findings and theoretical developments. *American Psychologist*, *67*, 130-159.
- Oniszczenko, W., Angleitner, A., Strelau, J., & Angert, T. (1993). *The questionnaire of twins' physical resemblance*. Unpublished questionnaire. Department of Psychology, University of Warsaw and University of Bielefeld.
- Pedersen, N. L., Plomin, R., Nesselroade, J. R., & McClearn, G. E. (1992). A quantitative genetic analysis of cognitive abilities during the second half of the life span. *Psychological Science*, *3*, 346-353.
- Petrides, K. V., Chamorro-Premuzic, T., Frederickson, N., & Furnham, A. (2005). Explaining individual differences in scholastic behaviour and achievement. *British Journal of Educational Psychology*, *75*, 239-255.
- Petrill, S. A., & Wilkerson, B. (2000). Intelligence and achievement: A behavioral genetic perspective. *Educational Psychology Review*, *12*(2), 185-199.
- Plomin R., Pedersen N. L., Lichtenstein P., & McClearn G. E. (1994). Variability and stability in cognitive abilities are largely genetic later in life. *Behavioral Genetics*, *24*, 207-215.
- Plomin, R., & Petrill, S. A. (1997). Genetics and intelligence: What's new?. *Intelligence*, *24*(1), 53-78.
- Plomin, R., & Spinath, F. M. (2004). Intelligence: Genetics, genes, and genomics. *Journal of Personality & Social Psychology*, *86*(1), 112-129.
- Plomin, R., DeFries, J. C., Craig, I. W., & McGuffin, P. (2003). *Behavioral genetics in the postgenomic era*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Plomin, R., DeFries, J. C., McClearn, G. E., & McGuffin, P. (2008). *Behavioral genetics* (5th ed.). New York: Worth Publishers.
- Posthuma, D., Beem, A. L., de Geus, E. J. C., van Baal, G. C. M., von Hjelmberg, J. B. Iachine, I., & Boomsma, D. I. (2003). Theory and practice in quantitative genetics. *Twin Research*, *6*, 361-376.
- Rathus, S. (2000). *Temelji psihologije*. Jastrebarsko: Naklada Slap.
- Raven, J., Raven, J. C., & Court, J. H. (1998). *Raven manual: Section 1, general overview, 1998 edition*. Oxford, UK: Oxford Psychologists Press Ltd.
- Reed, T., Plassman, B. L., Tanner, C. M., Dick, D. M., Rinehart, S. A., & Nichols, W. C. (2005). Verification of self-report of zygosity determined via DNA testing in a subset of the NAS-NRC Twin Registry 40 years later. *Twin Research and Human Genetics*, *8*, 362-367.
- Rhode, T. E., & Thompson, L. A. (2007). Predicting academic achievement with cognitive ability. *Intelligence*, *35*(1), 83-92.
- Richards, M., & Sacker, A. (2003). Lifetime antecedents of cognitive reserve. *Journal Of Clinical & Experimental Neuropsychology*, *25*(5), 614.
- Rijsdijk F. V., & Sham P. C. (2002). Analytic approaches to twin data using structural

- equation models. *Brief Bioinform*, 3, 119–133.
- Rijsdijk, F. V., Vernon, P. A., & Boomsma, D. (2002). Application of hierarchical genetic models to Raven and WAIS subtests: A Dutch twin study. *Behavioral genetics*, 32, 199–210.
- Rinderman, H. H., & Neubauer, A. C. (2004). Processing speed, intelligence, creativity, and school performance: Testing of causal hypotheses using structural equation models. *Intelligence*, 32, 573–589.
- Scarr, S., & Weinberg, R. A. (1978). The influence of “family background” on intellectual attainment. *American Sociological Review*, 43, 674–692.
- Scarr, S., Weinberg, R. A., & Waldman, I. D. (1993). IQ correlations in transracial adoptive families. *Intelligence*, 17, 541–555.
- Seginer, R. (2006). Parents’ educational involvement: A developmental ecological perspective. *Parenting: Science & Practice*, 6, 1–48.
- Seung-Hee, S., & Morrison, F. J. (2010). The nature and impact of changes in home learning environment on development of language and academic skills in preschool children. *Developmental Psychology*, 46, 1103–1118.
- Smederevac, S. i Mitrović, D. (2006). *Ličnost – metodi i modeli*. Beograd: Centar za primenjenu psihologiju.
- Spinath, B., & Spinath, F. M. (2005). Development of self-perceived ability in elementary school: The role of parents’ perceptions, teacher evaluations, and intelligence. *Cognitive Development*, 20, 190–204.
- Spinath, B., Spinath, F. M., Harlaar, N., & Plomin, R. (2006). Predicting school achievement from general cognitive ability, self-perceived ability, and intrinsic value. *Intelligence*, 34, 363–374.
- Spitz, E., Moutier, R., Reed, T., Busnel, M. C., Marchaland, C., Roubertoux, P. L., & Carlier, M. (1996). Comparative diagnoses of twin zygosity by SSLP variant analysis, questionnaire, and dermatoglyphic analysis. *Behavior Genetics*, 26, 55–63.
- Sternberg, R. J., Grigorenko, E. L., & Bundy, D. A. (2001). The predictive value of IQ. *Merrill-Palmer Quarterly*, 47(1), 1–41.
- Tucić, N. i Matić, G. (2002). *O genima i ljudima*. Beograd. Centar za primenjenu psihologiju.
- Tucker-Drob, E. M., Rhemtulla, M., Harden, K., Turkheimer, E., & Fask, D. (2011). Emergence of a gene × socioeconomic status interaction on infant mental ability between 10 months and 2 years. *Psychological Science (Sage Publications Inc.)*, 22 (1), 125–133.
- Turkheimer, E., Haley, A., Waldron, M., D’Onofrio, B., & Gottesman, I. I. (2003). Socioeconomic status modifies heritability of IQ in young children. *Psychological Science*, 14, 623–628.
- Van Leeuwen, M., van den Berg, S. M., & Boomsma, D. I. (2008). A twin-family study of general IQ. *Learning & Individual Differences*, 18, 76–88.

- Wainwright, M., Wright, M. J., Geffen, G. M. Geffen, L. B., Luciano, M., & Martin, N. G. (2004). Genetic and environmental sources of covariance between reading tests used in neuropsychological assessment and IQ subtests. *Behavior Genetics, 34*, 365–376.
- Wainwright, M., Wright, M. J., Geffen, G. M. Geffen, L. B., Luciano, M., & Martin, N. G. (2005). The genetic basis of academic achievement on the queensland core skills test and its shared genetic variance with IQ. *Behavior Genetics, 35*, 133–145.
- Zajonc, R. B., & Sulloway, F. J. (2007). The confluence model: Birth order as a within-family or between-family dynamic? *Personality and Social Psychology Bulletin, 33*, 1187–1194.
- Zarevski, P. (2012). *Struktura i priroda inteligencije*. Jastrebarsko: Naklada Slap.
- Zuckerman, M. (1991). *Psychobiology of personality*. Cambridge: Cambridge University press.

Željka Nikolašević

**Vojislava
Bugarski-
Ignjatović**

Ilija Milovanović

Sara Raković

Department of
Psychology, Faculty of
Philosophy, University of
Novi Sad

INTELLIGENCE AND SCHOOL ACHIEVEMENT IN LIGHT OF THE GENETIC AND ENVIROMENTAL FACTORS

The main goal of this research was to examine influence of genetical and enviromental factors on the covariation between a measure of general intellectual ability and elementary and high school achievement. The research involved 340 male and female twins (168 monozygotic twins and 172 dizygotic twins) aged from 18 to 44 years. Multivariate biometric method was employed. Our findings confirmed positive phenotypic correlations between the general intellectual ability and elementary and high school achievement (.33–.53). General genetic factor explains most of the achievement covariance (both in primary and secondary school) and general intellectual ability, which supports the assumption that the same set of genes determines the etiology of individual differences in the studied variables. Influence of a common shared enviroment explains the correlation between elementary school achievement and high school achievement. In addition, impacts of specific genetic factors that are unique to each construct also distinguish the tested variables.

Keywords: multivariate biometric method, school achievement, general intellectual ability