

Učinkovitost kognitivnega treninga z zbirko Misleca pri otrocih v srednjem otroštvu

Zala Strojnik in Anja Podlesek*

Oddelek za psihologijo, Filozofska Fakulteta, Univerza v Ljubljani

Povzetek: Študije na področju učinkovitosti kognitivnega treninga ne kažejo enotnih rezultatov. Medtem ko so se v nekaterih pokazali pozitivni učinki treninga na fluidno inteligentnost ter druge kognitivne sposobnosti, se v drugih niso. Študij, ki bi preverjale učinkovitost kognitivnega treninga pri normativnih otrocih, je malo. Prav tako so redke študije, ki vključujejo večpodročni kognitivni trening. Namen naše raziskave je bil ugotoviti, kakšen je vpliv kognitivnega treninga v obliki rednega reševanja miselnih nalog iz zbirke Misleca na kognitivne sposobnosti v obdobju srednjega otroštva. V raziskavi je sodelovalo 38 otrok povprečne starosti 8 let in 5 mesecev ($SD = 3$ mesece), ki so bili po naključju razdeljeni na polovici, v eksperimentalno in kontrolno skupino. Po začetnih testiranjih fluidne inteligentnosti, verbalne fluentnosti, delovnega spomina, sposobnosti preklapljanja, inhibicije in vidno-prostorskega načrtovanja so se za eksperimentalno skupino pričeli treningi, ki so potekali v obdobju šestih tednov po trikrat na teden. Otroci so po vsakem posameznem treningu poročali o motivaciji za trening. Kontrolna skupina je bila pasivna. Po šestih tednih so sledila ponovna testiranja s kognitivnimi testi. Rezultati so pokazali pozitiven vpliv treninga na dosežke na Ravenovih Barvnih progresivnih matrikah kot meri fluidne inteligentnosti, medtem ko se učinek treninga na ostale kognitivne sposobnosti ni pokazal. Rezultati so prav tako pokazali, da se je zdel otrokom trening zanimiv in so bili večinoma motivirani pri reševanju nalog.

Ključne besede: kognitivni trening, fluidna inteligentnost, izvršilne funkcije, otroci

Effectiveness of cognitive training with the “Misleca” exercise book in middle childhood

Zala Strojnik and Anja Podlesek*

Department of Psychology, Faculty of Arts, University of Ljubljana, Slovenia

Abstract: Studies on the effectiveness of cognitive training do not show consistent results. While some have shown positive effects of the training on fluid intelligence and other cognitive abilities, others have not. Studies of the effectiveness of cognitive training in normative middle childhood children and studies on multicomponent cognitive training are rare. The aim of our study was to investigate the effect of cognitive training in the form of regular solving of mental tasks from the “Misleca” manual on cognitive abilities in middle childhood. Thirty-eight children with a mean age of 8 years 5 months ($SD = 3$ months) were randomly divided into two halves, forming an experimental and a control group. After the pre-tests to measure fluid intelligence, verbal fluency, working memory, switching ability, inhibition and visuo-spatial planning, the experimental group participated in the training, which was conducted three times a week over a period of six weeks. After each session the children reported on their motivation for the training. The control group was passive. After six weeks, cognitive tests were carried out again. The results showed a positive effect of the training on the Raven’s Coloured Progressive Matrices score as a measure of fluid intelligence, while no effect on other cognitive abilities was observed. The results also showed that the children found the training interesting and that the majority were motivated to solve the tasks.

Keywords: cognitive training, fluid intelligence, executive functions, children

*Naslov/Address: dr. Anja Podlesek, Oddelek za psihologijo, Filozofska fakulteta, Univerza v Ljubljani, Aškerčeva 2, 1000 Ljubljana, e-mail: anja.podlesek@ff.uni-lj.si

Kognitivni trening, ki temelji na predpostavki o nevroplastičnosti, postaja vse bolj priljubljen. Uporablja se pri različnih skupinah posameznikov in se običajno osredotoča na izboljšanje kognitivnih sposobnosti, kot so spomin, izvršilne funkcije, pozornost, sklepanje in procesiranje informacij. Glede učinkovitosti takšnega treninga pa študije ne kažejo enoznačnih rezultatov, zaradi česar je področje kognitivnega treninga kljub velikemu številu raziskav še vedno zelo kontroveržno (Heugten idr., 2016). V večini raziskav se je pokazal zgolj bližnji transfer na sposobnosti, ki so bile s treningom trenirane (Simons idr., 2016), le malo pa je raziskav, ki bi uspele potrditi daljni transfer treninga na sposobnosti, ki s trenirano nalogo niso povezane, na vsakodnevno kognitivno delovanje. V primerjavi s treningi, ki se osredotočajo zgolj na eno kognitivno sposobnost oz. področje, večpodročni kognitivni trening predstavlja možnost za močnejši transfer na netrenirane aktivnosti in celo vsakdanje funkcioniranje, saj vključuje več različnih področij (Wild-Wall idr., 2012). Raziskave kažejo obetaven transfer učinkov takšnega treninga na različne kognitivne sposobnosti (Binder idr., 2015) in daljše vzdrževanje učinkov v primerjavi z enopodročnim treningom (Cheng idr., 2012). Velika heterogenosti takšnih programov predstavlja oviro pri izpeljavi sistematičnih zaključkov o tem, kakšne vrste programi so najbolj učinkoviti (Binder idr., 2015).

Učinek kognitivnega treninga na fluidno inteligentnost. Fluidna inteligentnost se nanaša na sposobnost reševanja novih problemov (Primi idr., 2010) in je pomembna pri reševanju nalog, ki zahtevajo prilagoditev na situacijo, ki je za posameznika nova (Cattell, 1963). Pri tem je potrebna namerna in nadzorovana uporaba miselnih operacij, kot so sklepanje, oblikovanje konceptov, klasifikacija informacij, generiranje in testiranje hipotez, prepoznavanje odnosov med stvarmi, razumevanje posledic, reševanje problemov ter induktivno in deduktivno sklepanje (McGrew, 2009). Fluidna inteligentnost visoko korelira z g-faktorjem (Gottfredson, 1997), za katerega se je pokazalo, da je pod velikim vplivom dednosti. Prav zaradi tega je dolgo veljalo, da na inteligentnost ne moremo vplivati (Sternberg, 2008). Kljub temu pa so nekatere raziskave pokazale pozitiven vpliv treninga delovnega spomina na splošno kognitivno sposobnost, merjeno s testom fluidne inteligentnosti (Jaeggi idr., 2008, 2010; Rudebeck idr., 2012). Učinek treninga je sicer večji pri posameznikih z nižjimi intelektualnimi sposobnostmi ter se večja z večanjem števila treningov (Jaeggi idr., 2008) in napredka na trenirani nalogi (Jaeggi idr., 2011). V nekaterih drugih raziskavah se učinek treninga delovnega spomina na fluidno inteligentnost ni pokazal (Chooi in Thompson, 2012; Harrison idr., 2013) ali pa se je pokazal pozitiven vpliv treninga na izboljšanje sposobnosti, povezanih s treniranimi nalogami, ne pa tudi ostalih kognitivnih sposobnosti (Redick idr., 2013; Sala in Gobet, 2017). Delovni spomin je povezan s številnimi pomembnimi področji, med drugimi tudi z inteligentnostjo (Engle idr., 1999; Shelton idr., 2010), akademskimi dosežki (Siquara idr., 2018; Thorell idr., 2013) ter vsemi višjimi kognitivnimi sposobnostmi (Soveri idr., 2017), zato je trening delovnega spomina tudi eden od najbolj preučevanih programov kognitivnega treninga. Raziskave so preučevale tudi učinkovitost treningov drugih

kognitivnih sposobnosti, kot so hitrost procesiranja (npr. Burge idr., 2013; Nouchi idr., 2016; Smith, idr. 2018; Valdes idr., 2017), kognitivni nadzor (npr. Hussey idr., 2017; Lee idr., 2019; Wujcik idr., 2017), ki vključuje več posamičnih izvršilnih funkcij, inhibicija (npr. Johann in Karbach, 2019; Zhao idr., 2016), kognitivna fleksibilnost (npr. Buitenweg idr., 2017; Johann in Karbach, 2019), vendar večina teh raziskav ni preverjala vpliva treninga na fluidno inteligentnost. Wujcik in sodelavci (2017) ter Lee in sodelavci (2019), ki so preučevali učinke treninga kognitivnega nadzora, poročajo o večjem izboljšanju dosežka na testu fluidne inteligentnosti v eksperimentalni skupini v primerjavi s kontrolno.

Simons idr. (2016) poudarjajo, da je veliko študij o kognitivnem treningu pomanjkljivih z vidika raziskovalnega načrta in analize zbranih podatkov, kar je poleg razlik v uporabljenih programih treninga lahko vzrok za njihove neujemajoče se rezultate. Prav tako je bila kontrolna skupina v večini zgoraj naštetih študij, ki so potrdile pozitiven vpliv kognitivnega treninga na fluidno inteligentnost, pasivna, v večini študij, ki takšnega vpliva niso našle, pa aktivna.

Kognitivni razvoj v srednjem otroštvu. V obdobju srednjega otroštva otrok hitro napreduje v pridobivanju gibalnih in grafomotoričnih spretnosti, ki so potrebne za uspešno delo v šoli (Zupančič, 2009). Otroci so v tem obdobju za razliko od mlajših, predšolskih otrok, zmožni sprejeti več informacij, ki jih lahko bolj natančno in hitreje obdelujejo ter bolj učinkovito ohranjajo v spominu. Bolje lahko tudi presojujejo, katere informacije so pomembne, ter izberejo tisto strategijo, ki jim bo omogočala bolj učinkovito zapomnitev pomembnih informacij. V tem obdobju torej prihaja do velikih sprememb v kognitivnem funkcioniranju, za kar je v veliki meri odgovoren razvoj izvršilnih sposobnosti (Kuther, 2019). Prav pomanjkanje primernih mer za ocenjevanje izvršilnih funkcij pa predstavlja veliko oviro pri raziskovanju kognitivnega razvoja v obdobju otroštva (Beck idr., 2011) in s tem tudi učinkovitosti kognitivnega treninga v tem obdobju. Večina mer izvršilnih funkcij, ki se jih uporablja pri otrocih, je namreč preizkušenih in validiranih na odrasli populaciji in niso najbolj primerne za uporabo pri otrocih. Poleg tega je pri testiranju otrok problematično tudi to, da so bolj odkrenljivi, se hitreje utrudijo, imajo manjši obseg pozornosti, običajno ne vztrajajo pri reševanju tistih nalog, ki jim niso zanimive, ter se ne zavedajo zahtev testne situacije (Anderson in Reidy, 2012).

Kognitivni trening v otroštvu. Programi, ki spodbujajo razvoj kognitivnih sposobnosti v obdobju otroštva, se v Evropi pojavljajo že od poznih osemdesetih let 20. stoletja dalje (Hager in Haselhorn, 1998), a je študij o učinkovitosti kognitivnega treninga, ki bi vključevale otroke, vseeno malo (Wass, 2015). Take študije običajno vključujejo vzorce otrok z različnimi razvojnimi motnjami in drugimi primanjkljaji, kot so motnja pozornosti s hiperaktivnostjo (npr. Slate idr., 1998; Steiner idr., 2014), motnje avtističnega spektra (npr. de Vries idr., 2014), travmatska možganska poškodba (npr. Chapman idr., 2005), in se osredotočajo predvsem na ugotavljanje učinkovitosti treninga z vidika izboljšanja teh specifičnih primanjkljajev. V večini raziskav se je pokazala omejena učinkovitost treninga na takšnih populacijah. Eden izmed bolj poznanih programov je »Kognitivni trening za otroke«

(angl. *Cognitive training for children*; Klauer, 1989). Gre za trening induktivnega sklepanja, v okviru katerega otroci razvijajo miselne strategije za izboljšanje te sposobnosti. Metaanaliza raziskav o tem programu je pokazala, da je učinkovit in spodbuja izboljšanje dosežkov fluidne inteligentnosti (Hager in Hasselhorn, 1998). Pri učencih z učnimi težavami podobni treningi induktivnega sklepanja lahko vplivajo na izboljšanje sposobnosti reševanja problemov (Phye in Johnson, 2009) in dosežka na testu fluidne inteligentnosti (Lenhard in Lenhard, 2011), pri čemer je izboljšanje dosežka odvisno od začetne ravni fluidne inteligentnosti – otroci z nižjo začetno ravno kažejo večje izboljšanje (Lenhard in Lenhard, 2011), kar se sklada tudi z ugotovitvami raziskav na odrasli populaciji (npr. Jaeggi idr., 2008). Barkl in sodelavci (2012), ki so raziskovali vpliv treninga induktivnega sklepanja pri normativni populaciji otrok, pa so potrdili zgolj učinek na trenirane sposobnosti oz. sposobnosti, ki so bile treniranim podobne, tj. na sposobnosti induktivnega in deduktivnega sklepanja, medtem ko se daljni transfer učinka treninga na učne dosežke pri matematiki ni pokazal.

Učinki treninga induktivnega sklepanja na fluidno inteligentnost niso presenetljivi, saj induktivno sklepanje predstavlja eno izmed facet fluidne inteligentnosti (Barkl idr., 2012). Možna interpretacija za izboljšanje dosežka na testu fluidne inteligentnosti na podlagi treninga induktivnega sklepanja je tudi, da treniranje otrok v opazovanju podobnosti in različnosti med predmeti, dogodki, odnosi vodi do izboljšanja v hitrosti in natančnosti njihovega vidnega zaznavanja, to pa potem vpliva na reševanje nalog, ki so odvisne od vidnega zaznavanja, kot so naloge v klasičnih testih fluidne inteligentnosti (Hager in Hasselhorn, 1998).

Spodbujanje kognitivnega razvoja na začetku osnovne šole bi lahko imelo pozitivne učinke na napredek otrok v šoli in njihovo akademsko uspešnost, zato je pomembno preverjati, kakšna je učinkovitost kognitivnih treningov pri tej starostni skupini. Kljub sicer velikemu številu raziskav o učinkovitosti kognitivnih treningov so raziskave, ki bi vključevale vzorce normativnih otrok v srednjem otroštvu, redke, ali pa se osredotočajo na učinkovitost treninga pri podskupini slabših učencev oz. učencev, ki imajo učne težave. Malo je znano tudi o učinkovitosti večpodročnega kognitivnega treninga, izvedenega v klasični papir-svinčnik obliki. Ta je v primerjavi z računalniško vodenim kognitivnim treningom bolj odvisen od izvajalca in težji za izvedbo (Nousia idr., 2018), težje tudi zagotavljamo sprotno povratno informacijo uporabniku in prilagajamo težavnost nalog glede na pravilnost odgovora pri predhodni nalogi (Binder idr., 2015). Primerna težavnost naloge pa predstavlja dejavnik, ki lahko vpliva na motivacijo posameznika in s tem na učinkovitost treninga (Green in Bavelier, 2008). Kljub temu nekatere raziskave kažejo, da sta lahko učinkovita tako računalniško voden kot tudi klasični kognitivni trening (Tsolaki idr., 2017).

Zaradi pomanjkanja raziskav na tem področju smo se odločili preveriti, kako učinkovito je redno reševanje miselnih nalog, ki jih lahko otroci rešujejo tudi sami doma. Natančneje, zanimalo nas je, kakšen je učinek treninga logičnega sklepanja na fluidno inteligentnost in izvršilne funkcije. Glede na rezultate predhodnih študij smo pričakovali, da se

bodo pokazali pozitivni učinki treninga na sposobnosti, ki so udeležene pri reševanju treniranih nalog (npr. sposobnost logičnega sklepanja, delovni spomin), ne pa tudi na ostale sposobnosti, ki jih trenirane naloge ne zajemajo (npr. verbalno fluentnost).

Metoda

Udeleženci

Udeleženci raziskave so bili normativni posamezniki v obdobju srednjega otroštva. V končnem vzorcu je sodelovalo 38 otrok, od tega 18 deklet in 20 dečkov. Ob pričetku izvajanja raziskave so bili učenci stari med 8 in 9 leti ($M = 8$ let in 5 mesecev, $SD = 3$ mesece) in so obiskovali 3. razred osnovne šole. Po naključju so bili razdeljeni v eksperimentalno in kontrolno skupino, v vsaki je sodelovalo 19 učencev. Tako v eksperimentalni kot tudi kontrolni skupini je sodelovalo 9 deklet in 10 dečkov.

Pripomočki

Kognitivni trening smo izvajali z uporabo **zbirke vaj Misleca** (Bucik idr., 2013). V knjigi Misleca so zbrane raznovrstne miselne naloge, ki so podobne nalogam, ki jih najdemo v različnih testih inteligentnosti. Naloge se med sabo razlikujejo tako po obliki kot po vsebini, saj so namenjene spodbujanju in razvijanju različnih kognitivnih sposobnosti, kot so natančno vidno zaznavanje, opazovanje pravil in zakonitosti, zmožnost vzpostavljanja odnosov med različnimi stvarmi, kombiniranje posameznih lastnosti, sklepanje o celoti in delih, prostorska predstavljalnost, prepoznavanje enakih skupin elementov in razločevanje od drugih elementov, razlikovanje med različnimi oblikami, velikostmi in barvami, miselna rotacija, sklepanje o odnosih med stvarmi in pojavi ter povezovanje simbolov. Naloge so razvrščene po vsebinskih sklopih (v poglavjih, kot so Dve enaki, Vsiljivci, Nizi, Analogije, Matrike, Slikovni sudoku, Dopolnjevanje mreže vzorca, Iskanje vzorca v mreži, Polnimo like in telesa, Štetje kock, Plašči in telesa, Mreže števil in Besedni orehi). Primeri nalog so objavljeni na spletni strani Issuu (https://issuu.com/andrejape/docs/misleca_odprte_strani)

Za spremljanje učinkov kognitivnega treninga smo uporabili različne kognitivne teste, predstavljene v nadaljevanju.

Barvne progresivne matrike (Raven idr., 1998) smo uporabili za testiranje fluidne inteligentnosti. S tem pripomočkom ocenimo intelektualni razvoj do stopnje, ko je posameznik že sposoben sklepati z uporabo analogij. Vsebuje tri sklope po 12 neverbalnih nalog, natisnjenih na barvnem ozadju. Naloge sestavljajo vzorci z manjkajočim delom, ki ga mora oseba poiskati med različnimi ponujenimi preprostimi liki. Reševanje nalog zahteva razločevanje podobnosti in razlik med vzorci, oceno orientiranosti vzorca v zaznavnem polju, odkrivanje odnosov med vzorci in sistematično organiziranje informacij ter ustvarjanje novih idej ter konceptov, torej induktivno logično sklepanje o tem, kateri vzorec bi ustrezal odkritim odnosom

(Muniz idr., 2016). Reševanje testa ni časovno omejeno. Testni dosežek predstavlja število pravilno rešenih nalog. Testni dosežki visoko korelirajo z dosežki na drugih testih inteligentnosti, npr. WISC, test pa ima tudi visoko zanesljivost (pri različnih starostih Cronbachov koeficient alfa znaša nad 0,90; Raven idr., 1990). Pri drugem testiranju smo uporabili vzporedno različico testa (CPM-P).

Za ocenjevanje izbranih izvršilnih funkcij smo uporabili nekaj testov iz Testne baterije za merjenje izvršilnih funkcij (Slana idr., 2017). Baterija je trenutno še v razvojni fazi. Sestavljena je iz različic pripomočkov, ki se v namene nevropsihološkega testiranja uporabljajo že dolgo (Tacol, 2018) in so v bateriji zgolj prilagojeni za skupinsko testiranje. Testi, ki smo jih uporabili iz te baterije, so bili Test sledenja, nalogi številčnega razpona in Test verbalne fluentnosti.

Test sledenja (angl. *Trail-making test – TMT*) je mera za ocenjevanje vidnega iskanja, pozornosti, kognitivne fleksibilnosti in motoričnega funkcioniranja (Fernandez in Marcopulos, 2008). Test vsebuje tri dele. Pri delu A osebe povezujejo kroge s številkami v pravilnem vrstnem redu, pri delu B izmenično kroge s številkami in črkami v pravilnem vrstnem redu in pri delu C kroge, kot si sledijo glede na črtkano črto. Čas reševanja običajno ni omejen, merimo pa čas, ki ga testiranec porabi za dokončanje posamezne naloge (Trail Making Test (TMT) parts A & B, b. d.). Različica testa, uporabljena v raziskavi, je bila prilagojena za skupinsko testiranje, zato je bil čas reševanja omejen na 20 sekund. Kot dosežek smo uporabili število v tem času pravilno povezanih krogec, od katerega smo odšteli število napačnih povezav. Izračunali smo tudi strošek preklapljanja, in sicer kot razliko med dosežkoma pri delih A in B.

Za ocenjevanje kapacitete kratkoročnega in delovnega spomina sta bili uporabljeni **nalogi številčnega razpona**, in sicer ponavljanje števil naprej in ponavljanje števil nazaj. Številčni razpon pri testirancu opredelimo kot dolžino niza števil, ki jo je še sposoben pravilno ponoviti. Za vsako dolžino sta oblikovana dva niza števil, testiranje pa se zaključí, ko testiranec neuspešno ponovi oba niza števil pri isti dolžini (Woods idr., 2011). Testator prebere niz števil, testiranec pa ga pri različici za individualno testiranje ustno ponovi, pri različici za skupinsko testiranje pa zapiše na odgovorne liste, pri čemer pri nalogi ponavljanja števil nazaj števil ni dovoljeno pisati od desne proti levi. V raziskavi se je testiranje pri obeh nalogah pričelo z nizom števil s tremi števili, ki so mu sledili nizi 4, 5, 6, 7, 8, 9 in 10 števil. Ko je bil učenec neuspešen pri obeh nizih enake dolžine, se je testiranje zaključilo. Dolžina zadnjega uspešno ponovljenega niza je predstavljala kapaciteto njegovega kratkoročnega (ponavljanje števil naprej) in delovnega (ponavljanje števil nazaj) spomina.

Test verbalne fluentnosti je kratek test verbalnega funkcioniranja (Shao idr., 2014). V raziskavi so bile za ocenjevanje verbalne fluentnosti uporabljene tri naloge, in sicer naloga črkovne fluentnosti, naloga semantične fluentnosti in naloga preklapljanja. Naloge so bile prilagojene za skupinsko testiranje tako, da so morali učenci namesto ustnega naštevanja besede zapisovati na odgovorne liste. Pri nalogi črkovne fluentnosti so morali zapisati čim več besed, ki se začnejo na črko S, pri nalogi semantične fluentnosti pa

čim več besed, ki spadajo v semantično kategorijo *živali*. Pri nalogi preklapljanja je bilo potrebno izmenično zapisovati besede, ki spadajo v semantični kategoriji *sadje* in *pohištvo*. Pri vsaki nalogi je imel učenec na voljo eno minuto časa. Ker se je pri prvih testiranjih izkazalo, da veliko učencev ne ve, kaj pomeni semantična kategorija *pohištvo*, sta bili semantični kategoriji *sadje* in *pohištvo* nadomeščeni s semantičnima kategorijama *zelenjava* in *glasbilo*, ki sestavljata nalogo preklapljanja pri Testu semantične fluentnosti, razvitem v okviru diplomske naloge K. Krečič (2013). V naši raziskavi smo dodali še nalogo, s katero lahko preverimo motorično hitrost pri pisanju. Pri tej nalogi je moral testiranec čim hitreje prepisati besede, ki jih je zapisal pri nalogi preklapljanja. Na voljo je imel 30 sekund časa. Pri vrednotenju odgovorov smo najprej pri vsaki nalogi prešteli število ustreznih besed ter potem izračunali količnik med številom ustreznih besed in številom prepisanih besed.

Za ocenjevanje inhibicije smo uporabili **igro Dan-noč**. To je preprosta otroška igra, kjer morajo otroci vstati, ko slišijo besedo *dan*, ter počepniti, ko slišijo besedo *noč*. Igro smo za namene raziskave, da smo se izognili preutrujenosti pri vstajanju oz. počepanju ter uporabili hitrejši ritem zaporedja besed, priredili tako, da so morali otroci ob besedi *dan* dvigniti roki ter ju spustiti ob besedi *noč*. Napaka se v tej različici zgodi, kadar otrok dvigne roki ob besedi *noč* ali pa ju spusti ob besedi *dan*. Navodila oz. izgovorjava zaporedja posameznih besed (npr. dan-noč-dan-noč-dan-dan) je bila zvočno posneta, pri čemer so si začetki besed sledili v časovnem intervalu 1,5 sekunde, ki smo ga izbrali kot najprimernejšega v predhodnem preizkusu različnih hitrosti menjave dražljajev pri manjšem vzorcu otrok. Posnetek je trajal 2 minuti in 30 sekund ter je skupaj vseboval 100 dražljajev, od tega 50 besed *dan* in 50 besed *noč*. Priložnosti za napake (bodisi je besedi *noč* sledila beseda *noč* bodisi je besedi *dan* sledila beseda *dan*) je bilo 20. Testiranje je potekalo tako, da je otrok stal nasproti testatorja ter poslušal posnetek. Pri beleženju napak so se ločile majhne (trzljaj) in velike (dvig ali spust roke) napake.

Kot mero načrtovanja smo uporabili **labirinte**. Izdelali smo jih s pomočjo spletne strani Maze Generator (<http://www.mazegenerator.net>). Bili so kvadratne oblike. Učenec je pričel z reševanjem na eni strani labirinta ter končal na drugi strani. Pri začetnem testiranju je z reševanjem pričel na zgornji strani lista ter končal na spodnji. Pri končnem testiranju so bili labirinti zarotirani za 180 stopinj in so učenci labirint reševali s spodnje strani lista proti zgornji. Da bi bili labirinti za otroke bolj zanimivi, sta bili na začetku in koncu labirinta sličici (npr. miška in sir; torej je moral učenec s svinčnikom skozi labirint povleči pot, po kateri bi miška najhitreje prišla do sira). Uporabili smo 7 labirintov različnih velikosti, ki so imeli različno število slepih ulic: 4, 5, 7, 14, 20, 26 in 38 slepih ulic. Učenci so labirinte reševali po vrstnem redu od najmanjšega do največjega. Z reševanjem so pričeli na znak testatorja. Izmerili smo čas reševanja labirinta in prešteli napake. Kot napako smo šteli vsak vhod v slepo ulico, ne pa tudi pomikanje učencev nazaj po labirintu. Predhodno smo labirinte preizkusili na manjšem vzorcu otrok, pri čemer so bile za vsako število slepih ulic sestavljene tri različice labirinta, med katerimi smo potem glede na število napak in

čas reševanja izbrali najprimernejšo. Po končanem reševanju so učenci nekaj labirintov (najmanj dva, in sicer smo izbrali čim večje labirinte, pri katerih niso zagrešili napak ali so jih zagrešili zelo malo) še enkrat rešili tako, da so šli čez svojo (prvo in s svinčnikom narisano) pot z barvico, pri čemer smo merili čas vnovičnega prehoda labirinta. Da bi vsak labirint k skupni oceni časa reševanja in števila napak prispeval enako, so bili rezultati standardizirani znotraj vsakega posameznega labirinta (spremenjeni v z -vrednosti). Dosežek učenca za oba kriterija, čas reševanja in število napak, je predstavljalo povprečje z -vrednosti pri vseh labirintih.

Po vsakem treningu so učenci rešili **vprašalnik za oceno motivacije** pri treningu. Vprašalnik smo za potrebe raziskave oblikovali sami. Sestavljen je bil iz petih vprašanj: o zanimivosti vaj (»So se ti zdele naloge zanimive?«), težavnosti vaj (»So se ti zdele naloge lahke?«), o tem, ali se jim je reševanje vaj zdelo zabavno (»Si se ob reševanju zabaval/a?«), o tem, ali so se pri reševanju trudili, da bi našli rešitev vaj (»Si se potrudil/a, da si našel/a rešitev?«) ter o tem, ali se jim je zdelo, da so bili pri reševanju uspešni (»Misliš, da si bil/a pri reševanju uspešen/a?«). Učenci so na vprašanja odgovorili na 3-stopenjski lestvici tako, da so obkrožili enega izmed treh različnih emotikonov: vesel obrazek za »da«, nevtralen obrazek za »srednje« in žalosten obrazek za »ne«.

Postopek

Po pridobitvi pisnih obveščenih soglasij staršev za sodelovanje njihovih otrok v raziskavi smo učence naključno razdelili v dve skupini. Avtorica ZS je z vsemi učenci izvedla začetna testiranja. Testiranja z Barvnimi progresivnimi matrikami so potekala skupinsko, v skupinah po pet učencev. Začetno testiranje s Testom sledenja, nalogama številčnega razpona in Testom verbalne fluentnosti je sprva z nekaj učenci potekalo v skupinah po 5 učencev, a smo zaradi težav z nadzorovanjem ustreznosti izpolnjevanja testnih listov pri nalogah številčnega razpona med testiranjem v nadaljevanju prešli na individualno testiranje; tako je bilo v začetnem testiranju s temi tremi testi skupinsko testiranih 23 učencev, 15 učencev pa individualno. Nalogi številčnega razpona je ZS pri prehodu na individualno testiranje s 23 učenci izvedla znova. Začetna testiranja z igro Dan-noč in labirinti so z vsemi učenci potekala individualno. Pri vseh učencih je bilo končno (drugo) testiranje individualno. Testiranja so potekala v več sklopih, saj bi bilo v nasprotnem primeru testiranje za učence prenaporno. V prvem sklopu so bili učenci testirani z Barvnimi progresivnimi matrikami, v drugem sklopu s Testom sledenja in Testom verbalne fluentnosti ter na začetku, ko je testiranje še potekalo skupinsko, tudi z nalogama številčnega razpona, v tretjem sklopu pa z igro Dan-noč, labirinti in z nalogama številčnega razpona.

Po začetnih testiranjih so se za eksperimentalno skupino pričeli treningi. Treninge je ZS izvajala v manjših skupinah (ena po 6, ena po 5 in dve po 4 učence) v obdobju šestih tednov trikrat na teden za približno 20 minut (skupaj 18 treningov). Na prvem srečanju je učencem predstavila nekaj pravil in se z njimi dogovorila, da se jih bodo med treningom držali. Dogovorili so se, da bodo tisti, ki se bodo pravil držali, po koncu treninga za nagrado dobili stampiljko, tisti, ki pa jih

bo potrebno več kot dvakrat opozoriti na upoštevanje pravil, po koncu treninga stampiljke ne bodo dobili. Ker je v zbirki Misleca 13 različnih sklopov nalog, so učenci na prvih 13 srečanjih vsak trening reševali naloge iz enega od sklopov, vsakič novega, po zaporedju, kot so natisnjeni v knjigi. Zadnjih 5 srečanj pa so reševali naloge iz različnih sklopov, ki jih pri prejšnjih treningih še niso uspeli rešiti. Na takšen način je lahko vsak učenec reševal naloge v svojem tempu, pri čemer je bilo zagotovljeno, da so vsi rešili vsaj nekaj nalog iz vsakega sklopa. Po 20 minutah so učenci prenehali z reševanjem nalog ter pregledali rešene vaje tako, da so svoje odgovore primerjali z odgovori na listu z rešitvami. Na koncu srečanja so izpolnili še vprašalnik o motivaciji za trening. Po koncu vsakega treninga so tisti, ki so med treningom upoštevali navodila, dobili stampiljko. Vsi so po koncu vsakega treninga dobili potrdilo o opravljenem treningu, ki so ga lahko odnesli domov. Prav tako kot testiranja so tudi treningi potekali v času pouka po dogovoru z razredničarko. Vsi učenci so opravili vseh 18 treningov, v primeru odsotnosti učenca je bil trening nadomeščen individualno. Učenci iz kontrolne skupine v tem obdobju niso bili udeleženi v nobeni dodatni aktivnosti.

Po 6 tednih so ponovno potekala testiranja s kognitivnimi preizkusi. Pri končnih testiranjih je bila uporabljena vzporedna verzija Barvnih progresivnih matrik ter labirinti, ki so bili obrnjeni za 180 stopinj. Ostali preizkusi so bili enaki kot pri začetnem testiranju. Vsa testiranja z izjemo testiranja z Barvnimi progresivnimi matrikami, ki ga je ZS izvajala v skupinah po 5 učencev, so potekala individualno. Testiranja so ponovno potekala v treh sklopih kot pri začetnem testiranju.

Statistična analiza. Iz analize so bili pri Testu verbalne fluentnosti izključeni rezultati enega izmed učencev iz kontrolne skupine zaradi njegovega slabšega poznavanja in razumevanja slovenskega jezika. Po pregledu normalnosti porazdelitev posameznih testnih dosežkov ter porazdelitev razlik v dosežkih na prvem in drugem testiranju (pregledu asimetričnosti, sploščenosti, histogramov, grafov Q-Q, škatlastih diagramov, rezultatov statističnega testa Shapira in Wilka) smo se zaradi izrazitega odstopanja od normalnosti odločili za uporabo robustnih statističnih metod. Kot mero centralne tendence smo pri vseh analizah uporabili 20-odstotno prirezano sredino, saj je primerna za testiranje na majhnih vzorcih (Wilcox, 2010), kot mero razpršenosti pa 60-odstotno winsorizirano standardno deviacijo (s spremenjenimi vrednostmi 20 % najvišjih in najnižjih podatkov). Za testiranje hipotez smo v programu R uporabili statistični paket WRS2 (Mair in Wilcox, 2019). Da smo preverili izenačenost obeh skupin pred treningom, smo s funkcijo *yuenbt* izvedli robustni t -test za neodvisna vzorca ob uporabi zankanja (angl. *bootstrap*). Število vzorcev zankanja je bilo pri vseh analizah enako 599, saj simulacije kažejo, da je takšno število vzorcev že dovolj primerno za testiranje hipotez (Wilcox, 2010). Primerjavo razlik med začetnim in končnim testiranjem v posamezni skupini smo opravili z robustnim t -testom za odvisne vzorce, pri čemer smo uporabili funkcijo *yuend*. Pri posameznem kognitivnem testu smo dosežke eksperimentalne in kontrolne skupine na končnem testiranju primerjali z robustno ANCOVO, pri kateri smo kot kovariat v analizo vključili dosežke na začetnem testiranju.

Robustna ANCOVA primerja 20-odstotni prirezani sredini dosežkov na končnem testiranju pri različnih vrednostih kovariata. Odločili smo se za primerjave pri prirezani sredini kontrolne skupine ter dosežki, ki so bili pol in eno winsorizirano standardno deviacijo pod in nad njo. Robustna ANCOVA ne predvideva, da velja homogenost nagibov v obeh skupinah in pri vsaki vrednosti kovariata posebej oceni razliko med končnima dosežkoma v obeh skupinah. Poiskali smo rešitev s takim obsegom vrednosti (f^*), da je vsaka od skupin pri posamezni vrednosti začetnega dosežka vključevala vsaj 12 podatkov, kar je minimum za uporabo Yuenove metode primerjave sredin (Wilcox, 2012). Vse hipoteze smo testirali pri 5-odstotni ravni α -napake. Velikost učinka smo prikazali s pojasnjevalno mero velikosti učinka ξ (angl. *explanatory measure of effect size*), ki se uporablja za oceno velikosti učinka pri robustnem t -testu (Mair in Wilcox, 2019).

Rezultati

V Tabeli 1 so prikazane 20-odstotne prirezane sredine in winsorizirane standardne deviacije za obe skupini na začetnem in končnem testiranju ter rezultati robustnega t -testa za neodvisna vzorca, s katerim smo primerjali dosežke na različnih testih v obeh skupinah na začetnem testiranju. Primerjave teh dosežkov niso pokazale večjih in statistično značilnih razlik med kontrolno in eksperimentalno skupino

pri nobenem izmed uporabljenih preizkusov, zato zaključujemo, da sta bili skupini pred treningom zadovoljivo izenačeni v kognitivnih sposobnostih. To nam je v nadaljevanju omogočilo uporabo robustne ANCOVE, s katero smo preverjali, ali se je s treningom kaj spremenilo, torej ali sta se pri končnem testiranju skupini razlikovali v dosežkih na različnih kognitivnih testih.

Na sliki 1 so prikazane vrednosti pojasnjevalne mere velikosti učinkov, ki smo jim dodali predznak tako, da pozitivne vrednosti velikosti učinka predstavljajo izboljšanje dosežka na kognitivnem preizkusu od začetnega do končnega merjenja (npr. zvišanje števila pravih odgovorov, skrajšanje časa reševanja naloge, zmanjšanje števila napak), negativne vrednosti velikosti učinka pa poslabšanje dosežka.

Rezultati robustne analize kovariance, s katero smo testirali enakost dosežkov v obeh skupinah na končnem testiranju ob kontroli dosežka na začetnem testiranju, so pokazali, da je do statistično značilnih razlik med skupinama na končnem testiranju prišlo samo pri dosežkih na Barvnih progresivnih matrikah, torej testu fluidne inteligentnosti (tabela 2). Dosežki so se v eksperimentalni skupini zvišali, v kontrolni pa so ostali približno enaki. Ocenjena razlika med skupinama je bila pri srednjih treh vrednostih kovariata okrog 3 točke (glej sliko 2), skupaj prek vseh vrednosti kovariata pa približno 2 točki ($\xi = 0,28$), kar predstavlja majhno velikost učinka. Povprečni dosežki obeh skupin na začetnem in končnem merjenju so prikazani tudi na sliki 3.

Tabela 1

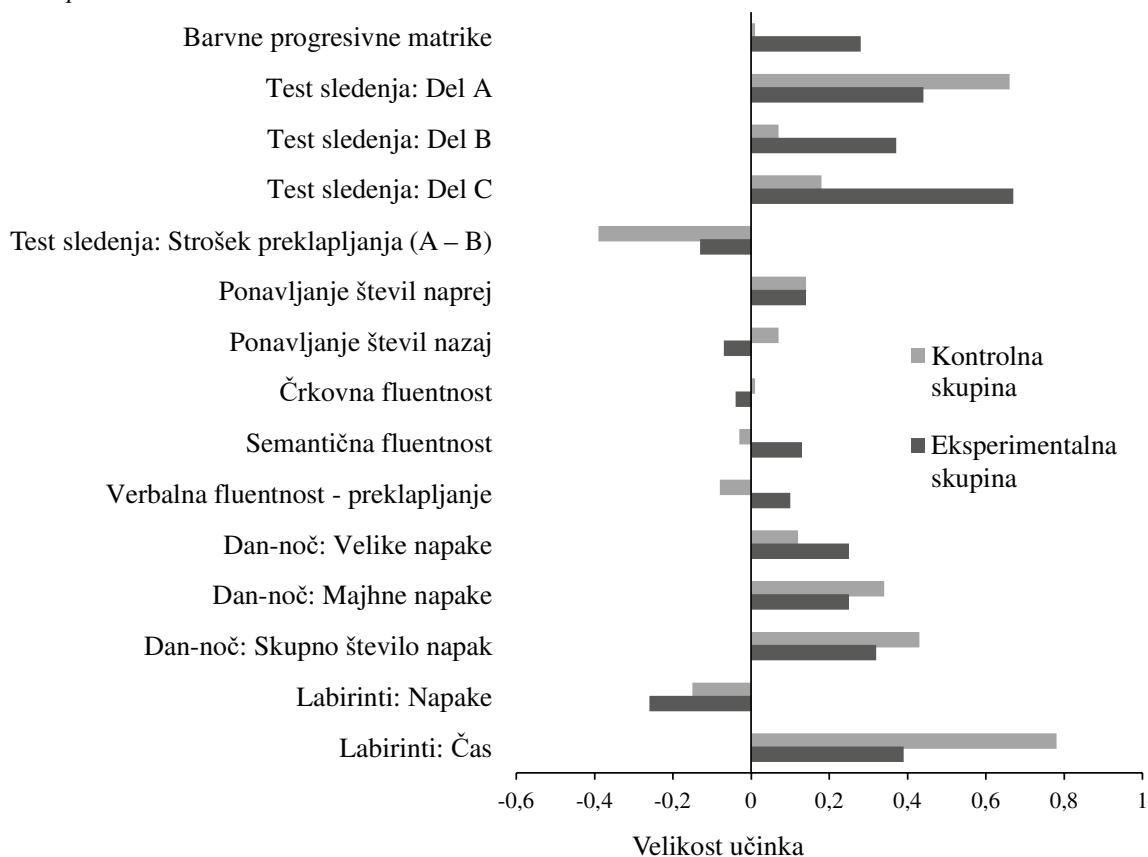
Opisne statistike (20-odstotne prirezane sredine in 60-odstotne winsorizirane standardne deviacije v oklepajih) na začetnem (T1) in končnem testiranju (T2) za obe skupini ter rezultat robustnega t -testa izenačenosti skupin v dosežkih na začetnem testiranju

	ES ($n = 19$)		KS ($n = 19$)		Izenačenost ES in KS v T1	
	T1	T2	T1	T2	$t(36)$	p
Barvne progresivne matrike	27,9 (4,0)	30,1 (3,0)*	28,2 (2,5)	28,2 (3,0)	0,12	,888
Test sledenja (TMT)						
Del A	11,0 (2,3)	12,9 (1,9)	11,1 (2,2)	12,9 (1,4)	0,05	,963
Del B	4,2 (1,8)	5,5 (1,3)	4,8 (1,5)	5,0 (1,0)	0,60	,538
Del C	25,9 (8,1)	32,9 (0,3)*	28,5 (5,5)	30,8 (3,7)	0,68	,432
Strošek preklapljanja (A–B)	6,5 (2,4)	7,2 (1,8)	6,2 (2,2)	8,2 (1,8)	–0,23	,785
Test delovnega spomina						
Ponavljjanje števil naprej	4,7 (0,5)	4,8 (0,6)	4,5 (0,5)	4,6 (0,5)	–0,56	,556
Ponavljjanje števil nazaj	3,3 (0,5)	3,2 (0,5)	3,4 (0,5)	3,5 (0,5)	0,28	,718
Verbalna fluentnost						
Črkovna fluentnost	0,98 (0,51)	0,93 (0,39)	1,03 (0,29)	1,04 (0,28)	0,21	,828
Semantična fluentnost	1,91 (0,47)	2,01 (0,25)	1,82 (0,22)	1,81 (0,16)	–0,40	,661
Preklapljanje	1,30 (0,29)	1,35 (0,28)	1,43 (0,17)	1,40 (0,16)	0,95	,316
»Dan – noč«						
Velika napaka	3,2 (1,3)	2,4 (1,7)	2,4 (1,2)	2,1 (1,3)	–0,98	,252
Majhna napaka	4,6 (1,3)	3,9 (1,1)	5,1 (1,7)	3,7 (1,6)	0,58	,508
Vse napake skupaj	8,4 (2,4)	6,8 (1,8)	7,9 (2,2)	5,9 (2,0)*	–0,32	,708
Labirinti (z -vrednosti)						
Napake	–0,11 (0,33)	0,06 (0,32)	–0,23 (0,24)	–0,12 (0,36)	–0,57	,524
Čas	0,14 (0,52)	–0,26 (0,33)*	0,34 (0,39)	–0,34 (0,23)*	0,71	,432

Opomba: * $p < ,05$ (označuje statistično značilnost rezultata Yuenovega robustnega t -testa za odvisne vzorce, s katerim smo testirali enakost dosežka pri začetnem in končnem testiranju).

Slika 1

Relativna sprememba dosežkov na različnih kognitivnih preizkusih od začetnega do končnega merjenja (ξ) v eksperimentalni in kontrolni skupini



Opomba: Vrednosti ξ smo dodali predznak, tako da pozitivne vrednosti predstavljajo izboljšanje, negativne pa poslabšanje dosežka. Glej tudi opombe k tabeli 2.

Do statistično značilne spremembe med začetnim in končnim testiranjem je pri eksperimentalni skupini prišlo še pri delu C na Testu sledenja (tabela 1), pri čemer je bil učinek velik (slika 1). Učenci v eksperimentalni skupini so pri končnem testiranju hitreje povezovali krogce in so v zaporedju povezali okvirno četrtno več krogcev kot pri začetnem testiranju, medtem ko v kontrolni skupini v hitrosti povezovanja krogcev ni prišlo do večjih sprememb in je bila velikost učinka veliko manjša ter ni bila statistično značilna. Razlike v napredku eksperimentalne in kontrolne skupine pa se niso izkazale za statistično značilne (tabela 2). Podobno kot pri delu C tudi pri delu B Testa sledenja, kjer je bilo treba preklapljati med črkami in številkami, opazimo nekoliko večji učinek pri eksperimentalni kot pri kontrolni skupini (pri prvi je bil učinek srednje velik; glej sliko 1), vendar razlika med napredkoma v obeh skupinah ni dosegla statistične značilnosti (tabela 2).

Tudi pri drugih testih v eksperimentalni skupini ni prišlo do opazno večjega izboljšanja dosežkov kot v kontrolni skupini, velikost učinka je bila podobna v obeh skupinah (tabela 1, slika 1). Spremembe pri preizkusih delovnega spomina in verbalne fluentnosti so bile zanemarljive. Pri testu semantične fluentnosti so bile sicer ocenjene razlike

v napredku obeh skupin statistično značilne pri najnižji izbrani vrednosti kovariata, vendar glede na to, da razlike med skupinama pri drugih vrednostih kovariata niso dosegle statistične značilnosti in je bil napredek v eksperimentalni skupini na tem testu zelo majhen, ne moremo izpeljati zaključka, da je imel kognitivni trening učinek na semantično fluentnost. Pri igri Dan-noč ter številu napak pri reševanju labirintov so se pokazali majhni do srednje veliki učinki, a v obeh skupinah podobni. Pri delu A na Testu sledenja, skupnem številu napak pri igri Dan-noč in času reševanja labirintov lahko opazimo, da je bilo izboljšanje dosežkov celo nekoliko izrazitejše (in učinek torej večji) pri kontrolni kot pri eksperimentalni skupini.

Zaznana težavnost nalog se je v zaporednih srečanjih (tj. zaporednih sklopih zbirke Misleca) v povprečju nekoliko nižala (slika 4). Medtem ko v prvi polovici treningov nihče ni poročal o nezanimivosti nalog, so v drugi polovici treningov (v 10. srečanju in kasneje) en do štiri učenci poročali, da jim naloge niso bile zanimive. Večina učencev je po srečanjih poročala o tem, da jim je bil trening (vsaj srednje) zabaven, da so se (vsaj srednje) trudili pri iskanju rešitev ter da so bili med treningom (vsaj srednje) uspešni.

Razprava

Namen raziskave je bil ugotoviti, kakšen je vpliv kognitivnega treninga na kognitivne sposobnosti otrok v obdobju srednjega otroštva, in sicer predvsem na fluidno inteligentnost in različne kognitivne funkcije (delovni spomin, verbalno fluentnost, inhibitorno kontrolo, kognitivno fleksibilnost, načrtovanje).

Rezultati kažejo, da je eksperimentalna skupina v primerjavi s kontrolno na testu fluidne inteligentnosti (Ravenovih Barvnih progresivnih matrikah) v večji meri izboljšala svoje dosežke. Sklepamo lahko, da naši rezultati kažejo na pozitivne učinke rednega kognitivnega treninga z zbirko Misleca na izboljšanje dosežka na testu fluidne inteligentnosti, ki je pokazatelj splošne kognitivne sposobnosti oz. sposobnosti logičnega sklepanja z uporabo analogij. Podobno so pokazali tudi Jaeggi in sodelavci (2008), Jaeggi in sodelavci (2010) ter Rudebeck in sodelavci (2012).

Rezultati naše raziskave ne kažejo, da bi v primerjavi s kontrolno skupino pri eksperimentalni skupini prišlo do večjega izboljšanja dosežkov tudi na področju drugih kognitivnih funkcij. Pri Testu sledenja se je v obeh skupinah od začetnega do končnega merjenja povečalo število povezanih krogcev. Eksperimentalna skupina je pokazala nekoliko večji napredek od kontrolne pri delih B in C; razlike v napredku obeh skupin sicer niso dosegle statistične značilnosti. Napredek pri delu C, kjer je bilo število povezanih krogcev odvisno od motorične hitrosti pri vlečenju črte

s svinčnikom, pripisujemo izboljšanju motorične hitrosti učencev od začetnega do končnega merjenja oz. učinku vaje. Obe skupini sta podobno napredovali tudi v številu povezanih krogcev pri delu A, ki predstavlja mero hitrosti iskanja dražljajev v vidnem polju. Tudi ta napredek pripisujemo učinku vaje. Strošek preklapljanja, ki je mera sposobnosti miselne fleksibilnosti (preklapljanja med nalogami), se je v obeh skupinah s časom nepričakovano povečal, in sicer na račun večjega izboljšanja dosežka na delu A kot na delu B, zato zaključujemo, da pri preučevani starosti in v časovno omejeni različici testa ta mera ni dovolj občutljiva za spremljanje sposobnosti preklapljanja in napredkov v njej. Pri delu B pa je število povezanih krogcev označevalo hitrost izmeničnega povezovanja števil in črk, zato bi nekoliko večje (čeprav ne statistično značilno večje) izboljšanje dosežka eksperimentalne skupine na tem delu v primerjavi s kontrolno skupino lahko pomenilo, da je kognitivni trening nekoliko izboljšal sposobnost preklapljanja, vendar ob nejasnem izidu pri strošku preklapljanja kot boljši, od motorične hitrosti neodvisni meri preklapljanja, tega ne upamo z gotovostjo trditi. V prihodnje bi bilo treba za preučevanje sposobnosti preklapljanja med nalogami izbrati preizkus, ki bi kazal večjo občutljivost v preučevani populaciji 8- do 9-letnikov.

Pri meri inhibitorne kontrole (igri Dan-noč) so vsi učenci izboljšali svoje dosežke ali pa je bilo izboljšanje celo nekoliko večje pri kontrolni kot pri eksperimentalni skupini. Izboljšanje dosežka v eksperimentalni skupini lahko torej v teh primerih pripišemo učinku vaje. Prav tako so vsi učenci

Tabela 2

Razlike med dosežkom eksperimentalne in kontrolne skupino na končnem testiranju z različnimi kognitivnimi testi, ocenjene z robustno ANCOVO pri petih izbranih dosežkih na začetnem testiranju (in standardna napaka razlike v oklepaju)

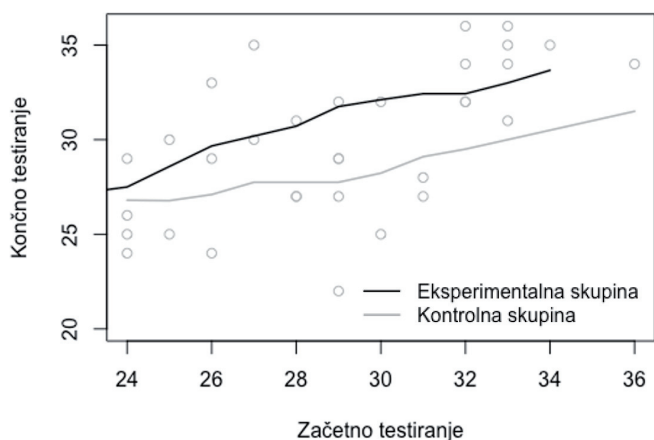
Test (fr)	fr	M – SD	M – ½ SD	M	M + ½ SD	M + SD
Barvne progresivne matrike	1,5	1,60 (1,51)	2,92 (1,33)*	3,69 (1,45)*	3,57 (1,53)*	3,01 (1,75)
Test sledenja						
Del A	2,5	–0,16 (0,98)	–0,03 (0,99)	0,30 (1,06)	0,30 (1,06)	–0,10 (1,02)
Del B	2,0	0,03 (0,67)	0,03 (0,67)	–0,35 (0,86)	–0,08 (0,69)	–0,08 (0,69)
Del C	2,4	0,74 (1,03)	0,72 (1,04)	0,04 (0,52)	0,20 (0,32)	–0,30 (0,49)
Strošek preklapljanja	2,0	–0,52 (1,26)	–0,52 (1,26)	–0,51 (1,17)	–0,51 (1,17)	–0,44 (1,13)
Test delovnega spomina						
Ponavljanje števil naprej	1,5	0,22 (0,33)	0,22 (0,33)	0,22 (0,33)	0,22 (0,33)	0,15 (0,32)
Ponavljanje števil nazaj	2,0	–0,26 (0,27)	–0,26 (0,27)	–0,26 (0,27)	–0,28 (0,25)	–0,28 (0,25)
Verbalna fluentnost						
Črkovna fluentnost	1,5	–0,06 (0,17)	–0,01 (0,17)	–0,03 (0,17)	–0,11 (0,19)	–0,05 (0,21)
Semantična fluentnost	2,0	0,27 (0,12)*	0,22 (0,12)	0,22 (0,12)	0,19 (0,11)	0,17 (0,12)
Preklapljanje	2,0	–0,00 (0,11)	–0,03 (0,11)	–0,06 (0,12)	–0,06 (0,12)	–0,07 (0,12)
»Dan – noč«						
Velika napaka	2,0	0,53 (0,84)	0,42 (0,86)	0,42 (0,86)	0,57 (0,80)	0,17 (0,92)
Majhna napaka	2,0	0,21 (0,66)	0,22 (0,64)	0,22 (0,64)	0,42 (0,66)	0,68 (0,75)
Vse napake skupaj	1,5	1,14 (1,19)	1,22 (1,05)	1,67 (1,06)	0,70 (1,21)	0,29 (1,32)
Labirinti (z-vrednosti)						
Napake	2,0	0,11 (0,16)	0,11 (0,16)	0,09 (0,17)	0,08 (0,18)	0,08 (0,19)
Čas	1,5	0,07 (0,18)	–0,07 (0,21)	0,02 (0,19)	0,05 (0,22)	0,25 (0,24)

Opombe: Obseg vrednosti za oceno sredine odvisne spremenljivke. ξ = pojasnjevalna velikost učinka (angl. *explanatory measure of effect size*); velikosti učinka ξ 0,10, 0,30 in 0,50 predstavljajo spodnje meje vrednosti za majhen, srednje velik in velik učinek.

* $p < 0,05$.

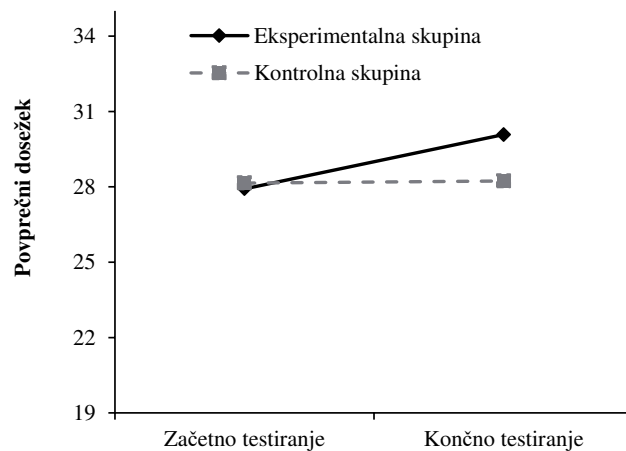
Slika 2

Povezanost med dosežki na začetnem in končnem testiranju z Ravenovimi Barvnimi progresivnimi matrikami v preučevanih skupinah



Slika 3

Sprememba dosežkov na Ravenovih Barvnih progresivnih matrikah v preučevanih skupinah



izboljšali čas reševanja labirintov. Kljub temu pa učenci pri reševanju labirintov niso zmanjšali števila narejenih napak, zaradi česar lahko izboljšanje časa reševanja po vsej verjetnosti pripišemo izboljšanju motorične hitrosti pri vlečenju svinčnika, ki je bilo posledica vaje oz. izkušenj.

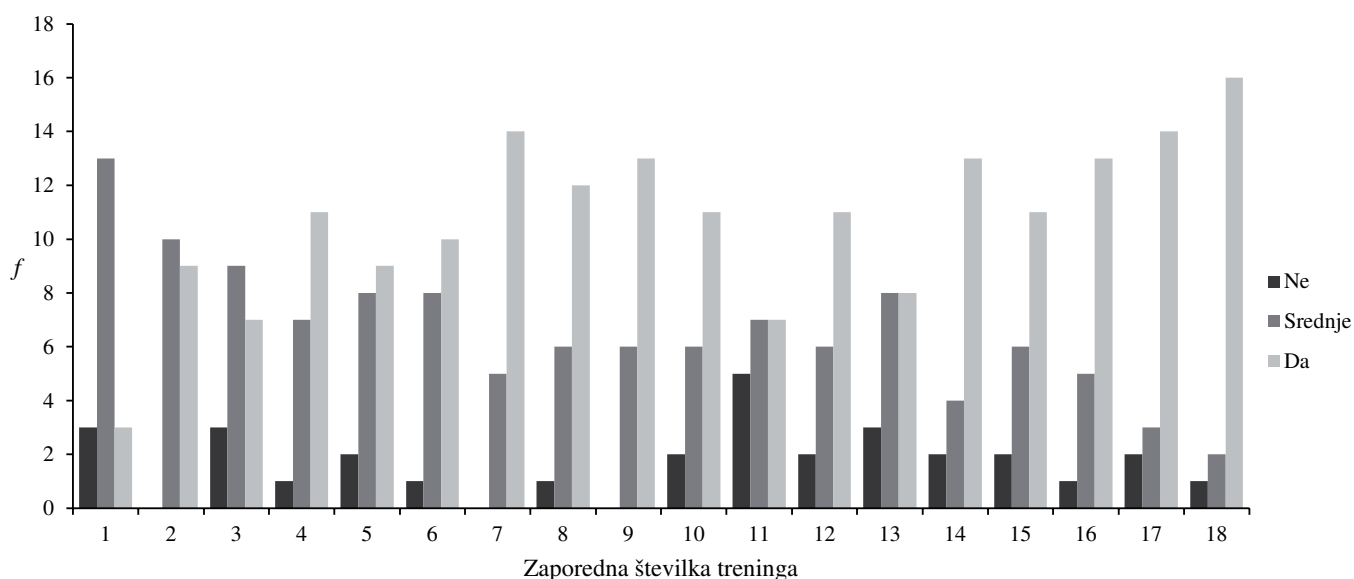
Glede na to, da so naloge iz zbirke Misleca podobne nalogam, ki se pojavljajo na različnih testih inteligentnosti (Bucik idr., 2013), lahko zaključimo, da smo z raziskavo uspeli pokazati bližnji transfer treninga, saj so se pokazali učinki treninga na izboljšanje dosežka na testu fluidne inteligentnosti. Raziskava pa ni potrdila daljnega transfera

treninga na naloge, ki treniranim niso podobne, oz. na sposobnosti, ki jih učenci s treningom niso neposredno trenirali. Takšni rezultati so bili tudi pričakovani, saj je do daljnega transfera kognitivnega treninga na sposobnosti, ki s treningom niso bile neposredno trenirane, ali na vsakdanje kognitivno delovanje prišlo v le malo študijah (Simons idr., 2016).

Kot ena izmed mer daljnega transfera je bil v raziskavi uporabljen Test verbalne fluentnosti, kjer se niso pokazali niti učinki treninga niti učinki vaje, saj so bili rezultati učencev na končnem testiranju zelo podobni tistim na začetnem.

Slika 4

Frekvence posameznih kategorij odgovorov na vprašanje o težavnosti treniranih nalog



Opomba: Učenci so odgovarjali na vprašanje »Ali so se ti zdele naloge lahke?«, zaradi česar odgovor »Da« pomeni, da so se jim zdele naloge lahke, odgovor »Ne« pa, da so se jim zdele težke.

Podobno se je pokazalo tudi pri Testu delovnega spomina. Glede na to, da so naloge v zbirki Misleca zelo raznovrstne in zasnovane tako, da spodbujajo razvijanje različnih kognitivnih sposobnosti (Bucik idr., 2013), med drugim tudi aktivno ohranjanje informacij v spominu, ter je znano, da je kapaciteta delovnega spomina pomembno povezana s fluidno inteligentnostjo (Engle idr., 1999; Shelton idr., 2010), bi sicer lahko pričakovali izboljšanje pri učencih iz eksperimentalne skupine tudi na tem preizkusu. Predvidevamo, da je odsotnost izboljšanja posledica tega, da so učenci trenirali predvsem vzdrževanje informacij v vizualnem delovnem spominu, ne pa tudi v slušnem, ki je bil testiran z nalogo številčnega razpona. Poleg tega je večina učencev na nalogah številčnega razpona dosegla precej podobne rezultate, še posebej pri ponavljanju števil nazaj, kjer so pravilno ponovili zgolj tri števila, kar je bil prvi niz v preizkusu. Iz tega lahko sklepamo, da preizkus verjetno ni dovolj občutljiv, da bi dobro razlikoval med sabo učence, stare med 8 in 9 let.

Pri ocenjevanju kognitivnih sposobnosti v otroštvu je velika ovira pomanjkanje primernih mer za ocenjevanje izvršilnih funkcij (Beck idr., 2011), zato smo preizkusa za ocenjevanje inhibitorne kontrole in načrtovanja izdelali sami. Preizkusa predhodno nista bila validirana, kar prav tako predstavlja težavo pri obravnavi dobljenih rezultatov, saj ne vemo, ali sta res ustrezni meri ocenjevanih sposobnosti. Izpostaviti pa je treba tudi ostale težave pri testiranju otrok, kot so npr. odkrenljivost, majhen obseg pozornosti, hitrejša utrudljivost v primerjavi z odraslimi osebami (Anderson in Reidy, 2012), kar bi prav tako lahko vplivalo na rezultate.

Zaradi morebitnega vpliva na rezultate smo pri učencih iz eksperimentalne skupine po vsakem treningu z vprašalnikom preverjali tudi njihovo motivacijo za trening. Rezultati so pokazali, da so se učencem zdele naloge večinoma zanimive, jim niso bile težke, so se trudili pri iskanju rešitev, se jim je zdel trening zabaven in so zaznavali, da so bili pri reševanju nalog uspešni. Nihanja v odgovorih med različnimi treningi niso bila velika, zaradi česar lahko sklepamo, da so bili pri vseh treningih podobno motivirani za reševanje nalog. Je pa treba pri tem izpostaviti možnost, da so dajali socialno zaželene odgovore. Prav tako so po koncu treninga velikokrat hiteli z reševanjem vprašalnikov ter so si vprašanja po nekaj treningih že dobro zapomnili in tako nekateri izmed njih po vsakem treningu podali enake odgovore.

Zaključujemo, da naša raziskava kaže pozitivne učinke rednega reševanja nalog iz zbirke Misleca na fluidno inteligentnost oz. sposobnost logičnega sklepanja. Pri tem pa je treba imeti v mislih nekaj omejitev raziskave. Za boljšo posplošljivost rezultatov na populacijo slovenskih otrok v obdobju srednjega otroštva bi potrebovali večji vzorec otrok z več različnih geografskih območij. Prav tako je naš trening potekal zgolj v obdobju šestih tednov in bi bili verjetno učinki večji, če bi potekal skozi daljše časovno obdobje. Kot pomanjkljivost raziskave je potrebno izpostaviti še, da je bila naša kontrolna skupina pasivna. Za pasivno kontrolno skupino smo se odločili, ker otroci obiskujejo šolo, kjer so, za razliko od posameznikov v ostalih razvojnih obdobjih, vsi redno kognitivno aktivni vsak dan. Kljub temu pa so učenci iz eksperimentalne skupine z vodjo treninga razvili določen odnos, kar bi lahko vplivalo na rezultate končnih testiranj.

Prav tako bi lahko na rezultate vplival tudi učinek pričakovanj, da bo trening uspešen (Simons idr., 2016). Prihodnje raziskave bi morale še bolj skrbno izbrati pripomočke, ki so dovolj občutljivi za merjenje različnih kognitivnih sposobnosti v obdobju srednjega otroštva ter razširiti nabor testov za merjenje fluidne inteligentnosti, da bi dobili celostnejši vpogled v to, ali pride do podobnega transfera učinkov treninga na reševanje različnih vrst miselnih problemov.

V prihodnosti bi bilo zanimivo preveriti učinkovitost kognitivnega treninga, uporabljenega v naši raziskavi, vendar v računalniški obliki. Tako bi lahko težavnost nalog prilagajali vsakemu posameznemu učencu, kar lahko pozitivno vpliva na učinkovitost treninga (Green in Bavelier, 2008). Poleg tega bi bilo pri računalniško vodenem treningu mogoče zagotavljati učencem sprotne povratne informacije o njihovi uspešnosti, kar lahko prav tako predstavlja prednost (Binder idr., 2015). V našem primeru so učenci svoje odgovore namreč pregledali samo na koncu srečanja ter na takšen način dobili povratno informacijo, saj je bil trening izveden v klasični papir-svinčnik obliki in smo le tako lahko zagotovili, da so učenci sploh dobili povratno informacijo. Kljub temu pa ravno v tem vidimo tudi uporabnost naše raziskave, saj je trening potekal na način, kot bi učenci miselne vaje lahko reševali tudi v domačem okolju ob pomoči staršev. Ker so učenci naloge ocenjevali kot zanimive in se kažejo pozitivni učinki treninga na fluidno inteligentnost, predpostavljamo, da ima lahko dodatna kognitivna aktivnost v obdobju srednjega otroštva pozitivno vlogo. Za izpeljavo bolj sistematičnih zaključkov in priporočil na področju takšnega kognitivnega treninga v obdobju otroštva pa bo vsekakor potrebnih še več študij z večjimi vzorci.

Zahvala

Raziskava je potekala v okviru raziskovalnega programa P5-0110 in magistrskega dela prve avtorice. Raziskovalni program št. P5-0110 je sofinancirala Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije iz državnega proračuna.

Literatura

- Anderson, P. in Reidy, N. (2012). Assessing executive function in preschoolers. *Neuropsychology Review*, 22(4), 345–360.
- Barkl, S., Porter, A. in Ginns, P. (2012). Cognitive training for children: Effects on inductive reasoning, deductive reasoning, and mathematics achievement in an Australian school setting. *Psychology in the Schools*, 49(9), 828–842.
- Beck, D. M., Schaefer, C., Pang, K. in Carlson, S. M. (2011). Executive function in preschool children: Test–retest reliability. *Journal of Cognition and Development*, 12(2), 169–193.
- Binder, J. C., Zöllig, J., Eschen, A., Mérillat, S., Röcke, C., Schoch, S. F., Jäncke, L. in Martin, M. (2015). Multi-domain training in healthy old age: Hotel Plastisse as an iPad-based serious game to systematically compare multi-domain and single-domain training. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 7, 137–158.

- Bucik, N., Bucik, G. in Bucik, V. (2013). *Misleca: Miselne naloge za mlade bistroute* [Misleca collection of mental tasks]. Mladinska knjiga.
- Buitenweg, J. I. V., van de Ven, R. M., Prinssen, S., Murre, J. M. J. in Ridderinkhof, K. R. (2017). Cognitive flexibility training: A large-scale multimodal adaptive active-control intervention study in healthy older adults. *Frontiers in Human Neuroscience*, *11*, 529–542.
- Burge, W. K., Ross, L. A., Amtho, F. R., Mitchell, W. G., Zotov, A. in Visscher, K. M. (2013). Processing speed training increases the efficiency of attentional resource allocation in young adults. *Frontiers in Human Neuroscience*, *7*, 684–690.
- Cattell, R. B. (1963). Theory of fluid and crystallized intelligence: A critical experiment. *Journal of Educational Psychology*, *54*(1), 1–22.
- Chapman, S. S., Ewing, C. B. in Mozzoni, M. P. (2005). Precision teaching and fluency training across cognitive, physical, and academic tasks in children with traumatic brain injury: A multiple baseline study. *Behavioral Interventions*, *20*(1), 37–49.
- Cheng, Y., Wu, W., Feng, W., Wang, J., Chen, Y., Shen, Y., Li, Q., Zhang, X. in Li, C. (2012). The effects of multi-domain versus single-domain cognitive training in non-demented older people: A randomized controlled trial. *BMC Medicine*, *10*(1).
- Chooi, W. T. in Thompson, L. A. (2012). Working memory training does not improve intelligence in healthy young adults. *Intelligence*, *40*(6), 531–542.
- de Vries, M., Prins, P. J., Schmand, B. A. in Geurts, H. M. (2014). Working memory and cognitive flexibility-training for children with an autism spectrum disorder: A randomized controlled trial. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, *56*(5), 566–576.
- Engle, R. W., Tuholski, S. W., Laughlin, J. E. in Conway, A. R. A. (1999). Working memory, short-term memory, and general fluid intelligence: A latent-variable approach. *Journal of Experimental Psychology: General*, *128*(3), 309–331.
- Fernández, A. in Marcopulos, B. A. (2008). A comparison of normative data for the Trail Making Test from several countries: Equivalence of norms and considerations for interpretation. *Scandinavian Journal of Psychology*, *49*(3), 239–246.
- Gottfredson, L. S. (1997). Mainstream science on intelligence: An editorial with 52 signatories, history, and bibliography. *Intelligence*, *24*(1), 13–23.
- Green, C. S. in Bavelier, D. (2008). Exercising your brain: A review of human brain plasticity and training-induced learning. *Psychology and Aging*, *23*(4), 692–701.
- Hager, W. in Hasselhorn, M. (1998). The effectiveness of the cognitive training for children from a differential perspective: A meta-evaluation. *Learning and Instruction*, *8*(5), 411–438.
- Harrison, T. L., Shipstead, Z., Hicks, K. L., Hambrick, D. Z., Redick, T. S. in Engle, R. W. (2013). Working memory training may increase working memory capacity but not fluid intelligence. *Psychological Science*, *24*(12), 1–11, 2409–2419.
- Heugten, C. M., Ponds, R. W. H. M. in Kessels, R. P. C. (2016). Brain training: Hype or hope?. *Neuropsychological Rehabilitation*, *26*(5–6), 639–644.
- Hussey, E. K., Teubner-Rhodes, S. E., Velnoskey, K., Harbison, J. I., Mishler, A., in Novick, J. M. (2017). Memory and language improvements following cognitive control training. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, *43*(1), 23–58.
- Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Jonides, J. in Perrig, W. J. (2008). Improving fluid intelligence with training on working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *105*(19), 6829–6833.
- Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Jonides, J. in Shah, P. (2011). Short- and long-term benefits of cognitive training. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *108*(25), 10081–10086.
- Jaeggi, M. S., Studer-Luethi, B., Buschkuhl, M., Su, Y., Jonides, J. in Perrig, W. J. (2010). The relationship between n-back performance and matrix reasoning — Implications for training and transfer. *Intelligence*, *38*(6), 625–635.
- Johann, J. E. in Karbach, J. (2019). Effects of game-based and standard executive control training on cognitive and academic abilities in elementary school children. *Developmental Science*, *23*(2), e12866.
- Klauer, K. J. (1989). *Denktraining für Kinder I* [Cognitive training for children I]. Hogrefe.
- Krečič, K. (2013). *Razvoj Testa semantične fluentnosti* [Development of Semantic Fluency Test] [Neobjavljeno diplomsko delo]. Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta.
- Kuther, T. L. (2019). *Lifespan development: Lives in context* (2. izd.). SAGE Publications.
- Lee, D. Kwak, S. in Jeanyung, C. (2019). Parallel changes in cognitive function and gray matter volume after multi-component training of cognitive control (MTCC) in adolescents. *Frontiers in Human Neuroscience*, *13*, 246–258.
- Lenhard, A. in Lenhard, W. (2011). Computerbasierte Intelligenzförderung mit den “Denkspielen mit Elfe und Mathis” – Vorstellung und Evaluation eines Computerprogramms für Vor- und Grundschüler [Computer based intelligence training with „Thinking Games with Elfe und Mathis“ – Presentation and evaluation of a computer program for preschool and elementary school]. *Empirische Sonderpädagogik*, *3*(2), 105–120.
- Mair, P. in Wilcox, R. R. (2019). Robust statistical methods in R using the WRS2 package. *Behavior Research Methods*, *52*(2), 464–488.
- McGrew, K. S. (2009). CHC theory and the human cognitive abilities project: Standing on the shoulders of the giants of psychometric intelligence research. *Intelligence*, *37*(1), 1–10.
- Muniz, M., Gomes, C. M. A. in Pasian, S. R. (2016). Factor structure of Raven’s coloured progressive matrices. *Psico-USF*, *21*(2), 259–272.

- Nouchi, R., Saito, T., Nouchi, H. in Kawashima, R. (2016). Small acute benefits of 4 weeks processing speed training games on processing speed and inhibition performance and depressive mood in the healthy elderly people: Evidence from a randomized control trial. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 8, 302–313.
- Nousia, A., Siokas, V., Aretouli, E., Messinis, L., Aloizou, A., Martzoukou, M., Karala, M., Koumpoulis, C., Nasios, G., in Dardiotis, E. (2018). Beneficial effect of multidomain cognitive training on the neuropsychological performance of patients with early-stage Alzheimer's disease. *Neural Plasticity*, 2018, članek 2845176.
- Phye, G. D. in Johnson, S. A. (2009). Cognitive training: Improving problem-solving transfer skills of learning disabled students. *Educational and Child Psychology*, 26(3), 59–70.
- Primi, R., Ferrao, M. E. in Almeida, L. S. (2010). Fluid intelligence as a predictor of learning: A longitudinal multilevel approach applied to math. *Learning and Individual Differences*, 20(5), 446–451.
- Raven, J. C., Court, J. H. in Raven, J. C. (1990). *Manual for Raven's Progressive Matrices and Vocabulary Scales - Section 2: Coloured Progressive Matrices*. Oxford Psychologists Press.
- Raven, J. C., Styles, I. in Raven, M. (1998). *Barvne progresivne matrice* [Raven's Progressive Matrices] [Merski pripomoček]. Center za psihodiagnostična sredstva.
- Redick, T. S., Shipstead, Z., Harrison, T. L., Hicks, K. L., Fried, D. E., Hambrick, D. Z., Kane, M. J. in Engle, R. W. (2013). No evidence of intelligence improvement after working memory training: A randomized, placebo-controlled study. *Journal of Experimental Psychology: General*, 142(2), 359–379.
- Rudebeck, S. R., Bor, D., Ormond, A., O'Reilly, J. X. in Lee, A. C. H. (2012). A potential spatial working memory training task to improve both episodic memory and fluid intelligence. *PLoS ONE*, 11(7), članek e50431.
- Sala, G. in Gobet, F. (2017). Working memory training in typically developing children: A meta-analysis of the available evidence. *Developmental Psychology*, 53(4), 671–685.
- Shao, Z., Janse, E., Visser, K. in Meyer, A. S. (2014). What do verbal fluency tasks measure? Predictors of verbal fluency performance in older adults. *Frontiers in Psychology*, 5, 722–731.
- Shelton, J. T., Elliott, E. M., Matthews, R. A., Hill, B. D. in Gouvier, W. D. (2010). The relationships of working memory, secondary memory, and general fluid intelligence: Working memory is special. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 36(3), 813–820.
- Simons, D. J., Boot, W. R., Charness, N., Gathercole, S. E., Chabris, C. F., Hambrick, D. Z. in Stine-Morrow, E. A. L. (2016). Do "brain-training" programs work?. *Psychological Science in the Public Interest*, 17(3), 103–186.
- Siquara, G. M., dos Santos Lima, C. in Abreu, N. (2018). Working memory and intelligence quotient: Which best predicts on school achievement?. *Psico*, 49(4), 365–374.
- Slana, A., Pečjak, S. in Repovš, G. (2017). *Testna baterija za merjenje izvršilnih funkcij* [Test battery for measuring executive functions] [Neobjavljen merski pripomoček]. Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, Oddelek za psihologijo.
- Slate, S. E., Meyer, T. L., Burns, W. J. in Montgomery, D. D. (1998). Computerized cognitive training for severely emotionally disturbed children with ADHD. *Behavior Modification*, 22(3), 415–437.
- Smith, M., Jones, M. P., Dotson, M. M., in Wolinsky, F. D. (2018). Speed-of-processing training in assisted and independent living: A randomized controlled trial. *Journal of the American Geriatrics Society*, 66(8), 1538–1545.
- Soveri, A., Antfolk, J., Karlsson, L., Salo, B. in Laine, M. (2017). Working memory training revisited: A multi-level meta-analysis of n-back training studies. *Psychonomic Bulletin & Review*, 24(4), 1077–1096.
- Steiner, N. J., Frenette, E. C., Rene, K. M., Brennan R. T. in Perrin, E. C. (2014). In-school neurofeedback training for ADHD: Sustained improvements from a randomized control trial. *Pediatrics*, 133(3), 483–92.
- Sternberg, R. J. (2008). Increasing fluid intelligence is possible after all. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(19), 6791–6792.
- Tacol, L. (2018). *Povezave med telesnimi merami, gibalnimi sposobnostmi in izvršilnimi funkcijami v otroštvu* [Correlations between body mass index, motor skills and executive functions in childhood] [Magistrsko delo, Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta]. PeFprints. <http://pefprints.pef.uni-lj.si/5612/>
- Thorell, L. B., Veleiro, A., Siu, A. F. Y. in Mohammadi, H. (2013). Examining the relation between ratings of executive functioning and academic achievement: Findings from a cross-cultural study. *Child Neuropsychology*, 19(6), 630–638.
- Trail Making Test (TMT) parts A & B. (b. d.). University of South Dakota Internet Psychology Lab. <http://apps.usd.edu/coglab/schieber/psyc423/pdf/IowaTrailMaking.pdf>
- Tsolaki, M., Poptsi, E., Aggogiatou, C., Markou, N., Zafeiropoulos, S. in Kounti, F. (2017). Computer-based cognitive training versus paper and pencil training: Which is more effective? A randomized controlled trial in people with mild cognitive impairment. *JSM Alzheimer's Disease and Related Dementia*, 4(1), 1032–1038.
- Valdes, E. G., O'Connor, M. L., Uc, E. Y., Hauser, R. A., Andel, R. in Edwards, J. D. (2017). Use, maintenance and dose effects of cognitive speed of processing training in Parkinson's disease. *International Journal of Neuroscience*, 127(10), 841–848.
- Wass, S. V. (2015). Applying cognitive training to target executive functions during early development. *Child Neuropsychology*, 21(2), 150–166.
- Wilcox, R. R. (2010). *Fundamentals of modern statistical methods: Substantially improving power and accuracy* (2. izd.). Springer.

- Wilcox, R. R. (2012). *Introduction to robust estimation and hypothesis testing* (3. izd.). Academic Press.
- Wild-Wall, N., Falkenstein, M. in Gajewski, P. D. (2012). Neural correlates of changes in a visual search task due to cognitive training in seniors. *Neural Plasticity*, 2012, članek 529057.
- Woods, D. L., Kishiyama, M. M., Yund, E. W., Herron, T. J., Edwards, B., Poliva, O. Hink, R. F. in Reed, B. (2011). Improving digit span assessment of short-term verbal memory. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 33(1), 101–111.
- Wujcik, R., Nowak, M. in Nečka, E. (2017). Enhancement of executive control through short-term cognitive training: Far-transfer effects on general fluid intelligence. *Polish Psychological Bulletin*, 48(1), 72–78.
- Zhao, X., Chen, L. in Maes, J. H. R. (2016). Training and transfer effects of response inhibition training in children and adults. *Developmental Science*, 21(1), članek e12511.
- Zupančič, M. (2009). Predmet in zgodovina razvojne psihologije [The subject and history of developmental psychology]. V L. Marjanovič Umek in M. Zupančič (ur.), *Razvojna psihologija* [Developmental psychology] (str. 6–27). Rokus Klett.