

*Eva Kranjec,
Matija Svetina*

**STRUKTURNI IN
RAZVOJNOPSIHOLOŠKI
VIDIKI IZVRŠILNIH
FUNKCIJ**

9-28

PEDAGOŠKA FAKULTETA
UNIVERZA V MARIBORU
EVA.KRANJEC@UM.SI

ODDELEK ZA PSIHOLOGIJO
FILOZOFSKA FAKULTETA
UNIVERZA V LJUBLJANI
M.SVETINA@FF.UNI-LJ.SI

::POVZETEK

ČEPRAV JE PREUČEVANJE IZVRŠILNIH funkcij že vrsto let v ospredju razvojnop-sihološke znanosti, še vedno obstajajo nekatere terminološke dileme pri razumevanju pojmov, kot so izvršilne funkcije, kognitivni nadzor, metakognicija, samoregulacija in inteligentnost. Za ustrezno razmejevanje omenjenih kognitivnih procesov je potreben sistematičen pregled pristopov in teorij, ki opredeljujejo temeljne komponente izvršilnih funkcij ter predstavljajo osnovo za njihovo empirično raziskovanje. Sočasno ne gre zanemariti nevroznanstvenih spoznanj, ki osvetljujejo izvršilne funkcije na podlagi razvoja in delovanja prefrontalnega korteksa. Pričujoči prispevek naslavlja izsledke dosedanjih razvojnop-siholoških študij, s katerimi poskušamo opredeliti strukturne in razvojnop-sihološke vidike izvršilnih funkcij ter jih postaviti v odnos do sorodnih konceptov v kontekstu vseživljenjskega razvoja.

Ključne besede: izvršilne funkcije, metakognicija, kognitivni nadzor, samoregulacija, inteligentnost, vseživljenjski razvoj

ABSTRACT***STRUCTURAL AND DEVELOPMENTAL PERSPECTIVE ON EXECUTIVE FUNCTIONS***

Although the study of executive functions has been at the forefront of developmental psychology for many years, there are still some terminological dilemmas in understanding concepts such as executive functions, cognitive control, metacognition, self-regulation, and intelligence. An appropriate delineation of these cognitive processes requires a systematic review of theories that identify the basic components of executive functions and provide the basis for empirical studies. Neuroscientific findings that illuminate executive functions based on the function of the prefrontal cortex should not be neglected either. This paper provides an overview of the results of previous developmental studies that attempt to identify structural and developmental aspects of executive functions and examines their relationships to similar concepts in the context of lifespan development.

Keywords: executive functions, metacognition, cognitive control, self-regulation, intelligence, lifespan development

::UVOD

Izvršilne funkcije vključujejo kompleksne spoznavne procese, ki usmerjajo in nadzirajo ciljno naravnano vedenje. Razvijati se začnejo zelo zgodaj: v razvojnem obdobju dojenčka in malčka, se spreminjajo v otroštvu in mladostništvu vse do obdobja zgodnje odraslosti (Anderson 2002; Best in Miller 2010). Izvršilne funkcije predstavljajo osnovo za razvoj sposobnosti sklepanja, načrtovanja in reševanja problemov ter so pomemben dejavnik spoznavnega in socialnega razvoja otrok (Diamond 2012). Razvojnopsihološke raziskave se od okrog leta 2000 naprej najpogosteje osredotočajo na preučevanje izvršilnih funkcij v zgodnjem in srednjem otroštvu ter poskušajo utemeljiti njihovo vlogo v prilagojenem vedenju otrok (npr. Anderson 2002; Best in Miller 2010). Njihov pomen prihaja v ospredje tudi v kasnejših razvojnih obdobjih, saj so izvršilne funkcije pomemben dejavnik učne uspešnosti v obdobju mladostništva (Jacob in Parkinson 2015; Lutzman, Elkovitch, Young in Clark 2010) in delovne uspešnosti v obdobju odraslosti (Bailey 2007; Diamond 2012). Večanje števila raziskav, ki preučujejo vlogo izvršilnih funkcij v kontekstu zgodnjega razvoja, pomembno prispeva k oblikovanju teoretičnih in praktičnih vodil za vzgojno-izobraževalne politike (Diamond 2012). Pri tem je učinkovitost slednjih pogojena z natančno in jasno opredelitvijo konstrukta izvršilnih funkcij (Jones, Bailey, Barnes in Partee 2016). V strokovni literaturi pojem *izvršilnih funkcij* ni jasno opredeljen in se uporablja tudi kot sinonim za izraze, kot so *kognitivni nadzor*, *prizadevni nadzor*, *samonadzor*, *nadzor pozornosti*, *samoregulacija*, *metakognicija* in podobno (npr. Diamond 2013; Jones, Bailey, Barnes in Partee 2016). Zamenljiva uporaba izrazov lahko prispeva k nenamernemu prikrivanju razlik, ki obstajajo med navedenimi konstrukti (Baggetta in Alexander 2016; Jones idr. 2016), in v diskusijo o teh fenomenih vnaša nejasnost ter zmedo. Namen pričujočega prispevka je sistematično preučiti strukturne in razvojnopsihološke vidike izvršilnih funkcij ter jih postaviti v odnos do sorodnih konceptov v kontekstu vseživljenjskega razvoja. Skladno z vodili izvedbe teoretične študije smo tudi pričujočo raziskavo izvedli v naslednjih korakih: (a) opredelitev raziskovalne domneve, (b) opredelitev vključitvenih in izključitvenih kriterijev, (c) postopek iskanja in izbor relevantnih študij.

V prispevku predpostavljamo, da so izvršilne funkcije večdimenzionalni konstrukt, z različnimi razvojnimi mejniki in različnimi razvojnopsihološkimi izidi. Nadalje predpostavljamo, da konstrukta izvršilnih funkcij ne moremo enačiti s konstrukti, kot so kognitivni nadzor, metakognicija, samoregulacija in inteligentnost, saj imajo v miselnih ter odločitvenih procesih različne vloge. Pri opredelitvi vključitvenih kriterijev smo upoštevali naslednje vire: 1) izvirne ali pregledne znanstvene članke, vključene v naslednje baze digitalne knjižnice: PsycINFO, PsycARTICLES, PsycBOOKS, Science Direct, in SpringerLink, 2) članke ali monografije v slovenskem ali angleškem jeziku, 3) članke ali monografije, ki samostojno obravnavajo enega od preučevanih konceptov, 4) članke, ki obravnavajo povezanost med

izvršilnimi funkcijami in koncepti, kot so kognitivni nadzor, metakognicija, samo-regulacija in inteligentnost in niso bili dosegljivi v prejšnjih treh vključitvenih kriterijih. Pri iskanju virov smo izključili doktorske disertacije, članke z nenatančno določenim številom udeležencev ali nejasnimi metodami. Podvojene publikacije in tiste, ki so bile za obravnavano področje neustrezne tako po naslovu kot vsebini povzetka, smo izločili iz nabora temeljnih virov.

Zaradi preglednosti smo članke in monografije razvrstili ter komentirali glede na preučevane koncepte. Struktura preglednega prispevka tako sestoji iz več poglavij. V uvodnem delu predstavljamo zgodovinsko ozadje in prvotna pojmovanja izvršilnih funkcij ter razložimo temeljne teoretične modele in vlogo izvršilnih funkcij v vseživljenjskem razvoju. Nadalje predstavljamo povzetek preteklih spoznanj, na osnovi katerih poskušamo postaviti izvršilne funkcije v odnos do zgoraj navedenih sorodnih konceptov.

::PRVOTNA POJMOVANJA IN MODELI IZVRŠILNIH FUNKCIJ

Raznolikost pristopov k pojmovanju in ocenjevanju izvršilnih funkcij je v preteklih letih vodila k razvoju več teoretičnih modelov izvršilnega delovanja. Dosedanje študije so poskušale natančno opredeliti izvršilne funkcije in motnje v njihovem delovanju bodisi preko pojasnjevanja temeljnih procesov v ozadju (tj. spoznavnih operacij) ali z osredotočanjem na nevroanatomske ter nevrofiziološke korelate izvršilnih funkcij (Hunter in Sparrow 2012). Prva spoznanja o delovanju izvršilnih funkcij so bila osnovana na klinično-raziskovalnem delu z odraslimi posamezniki, pri čemer so raziskovalci preučevali vedenja, povezana z izvršilnim delovanjem že razvitih možganov, niso pa vzeli v obzir vprašanj njihovega razvoja (Hunter in Sparrow 2012). Čeprav so se natančnejše opredelitve izvršilnih funkcij pojavile šele v 70. letih prejšnjega stoletja, segajo zametki preučevanih nadzornih mehanizmov že v predhodno stoletje. Še danes pomembna je študija primera Phineassa Gagea (npr. O'Driscoll in Leach 1998), delavca, ki mu je železni drog poškodoval frontalni režnj v predelu pred precentralno vijugo. Poškodba levega predela možganov ni povzročila večjih fizičnih poškodb, opazna pa je bila sprememba v izraženosti osebnostnih lastnosti in vedenju poškodovanega. Phineassa Gagea so po doživetju poškodbi opisali kot nizko inhibiranega ali hiperaktivnega posameznika, kar je bilo v nasprotju z njegovimi predhodno izraženimi lastnostmi vestnosti, organiziranosti in doslednosti. Spremenjeno vedenje je pri Phineassu Gageu nakazovalo na odsotnost inhibicije, kar je vodilo k poglobljenemu preučevanju vloge frontalnega režnja v izvršilnem funkcioniranju tako normativnih kot nenormativnih posameznikov (Goldstein, Naglieri, Princiotta in Otero 2014).

Izvršilne funkcije so v literaturi iz zadnjega desetletja opredeljene kot skupina višjih spoznavnih procesov, ki usmerjajo posameznikovo kognicijo, čustvovanje in motorično dejavnost ter omogočajo vključevanje v namensko, organizirano, strateško, samouravnavno in k cilju usmerjeno vedenje (Best in Miller 2010; Diamond

2013; Friedman in Miyake 2017). V nekoliko prenesenem pomenu lahko izvršilne funkcije pojmujeemo kot *nadzorno enoto* ciljno usmerjenih procesov v prefrontalnem korteksu, kot so predvidevanje, načrtovanje, oblikovanje ciljev, samoregulacija, spoznavna prožnost in vzdrževanje pozornosti (Andersen 2002; Vriezen in Pigott 2002). Izvršilne funkcije vključujejo spoznavne procese od *zgoraj navzdol* (angl. *top-down mental processes*), ki se aktivirajo v situacijah osredotočanja in vzdrževanja pozornosti, kadar je avtomatizirano ali intuitivno delovanje nezadostno (Miller in Cohen, 2001). Sodobni modeli izvršilne funkcije pojmujejo kot večdimenzionalni konstrukt z ločljivimi, vendar soodvisnimi komponentami (npr. Diamond 2013; Miyake idr. 2000). Praviloma izhajajo iz treh pomembnejših modelov uravnavanja pozornosti, ki jih podrobneje predstavljamo v nadaljevanju.

Model nadzornega pozornostnega sistema (angl. *supervisory attentional system*; SAS; Norman in Shallice 1986) ločuje med avtomatiziranim in hotenim vedenjem, pri čemer se avtomatizirana vedenja sprožijo nezavedno (tj. brez namerne pozornosti in poseganja v druga dejanja posameznika), medtem ko hotena vedenja vključujejo aktivacijo posameznikove pozornosti in z njo povezanih procesov načrtovanja, odločanja, postopnega reševanja problemov ali zadrževanja prvotnih impulzov. Na podlagi hierarhičnega procesiranja informacij dajejo možgani prednost avtomatiziranemu pred hotenim vedenjem. Avtomatizirane (rutinske) dejavnosti vodijo sheme (Norman in Shallice 1986), ki vztrajajo, dokler posameznik ne doseže svojega cilja ali ne postane cilj zaradi kakršnih koli okoliščin nedosegljiv. Sheme (ali t. i. vedenjski programi) za dokončanje rutinske dejavnosti ne obstajajo v neznanih ali kompleksnih situacijah, ki zahtevajo dodaten nadzor, usmerjeno izvršilno delovanje in hoteno vedenje; v teh primerih posameznik namesto avtomatiziranih shem uporablja t. i. nadzorni pozornostni sistem (SAS) (Norman in Shallice 1986). Posamezniki s poškodbami prefrontalnega korteksa imajo težave na področju nadzornega pozornostnega sistema (SAS), saj jim onemogoča ustrezno hoteno – načrtovano in vnaprej organizirano – vedenje.

SAS pa ni edini model za razumevanje uravnavanja pozornosti. Vzporedno razvit model, pomemben za razumevanje izvršilnih funkcij, predstavlja Baddeleyev model delovnega spomina (1986). Ta model vključuje tri sisteme za obdelavo informacij: *artikulacijsko zanko*, *vidno-prostorsko skicirko* in *osrednjega izvršitelja*. Artikulacijska zanka je odgovorna za vzdrževanje fonoloških informacij, medtem ko predstavlja vidno-prostorska skicirka sistem prostorskega in vidnega procesiranja, ki posamezniku omogoča ohranjanje vidno-prostorskih ter besednih informacij v vizualni obliki. Oba sistema sta odgovorna za hranjenje informacij, njihov priklic pa omogoča t. i. osrednji izvršitelj. Sistem osrednjega izvršitelja predstavlja osrednjo nadzorno strukturo, odgovorno za kontrolo in samouravnavanje kognitivnih procesov, in je povezan z delovanjem frontalnega možganskega režnja. Izvršilno funkcioniranje v tem modelu odraža osrednji izvršitelj, ki po mnenju avtorja vključuje funkcije in procese upravljanja s časom, selektivne pozornosti, začasnega aktiviranja dolgoročnega spomina in miselnega preklapljanja med različnimi dejavnostmi ter nalogami (Baddeley 1986).

Tretji pristop k razumevanju uravnavanja pozornosti predstavljata trikomponentni model Miyake in sodelavcev (2000) ter trikomponentni model A. Diamond (2013). Miyake in sodelavci (2000) pojmujejo izvršilne funkcije kot hierarhičen konstrukt, ki ga sestavljajo tri temeljne komponente: zmožnost inhibicije ali zadrževanja impulzivnih odzivov (angl. *inhibition of dominant or prepotent responses; inhibition*), posodabljanje in upravljanje reprezentacijskih shem v delovnem spominu (angl. *updating and monitoring of working memory representations; updating*) in zmožnost preklapljanja med nalogami ali miselno aktivnostjo (angl. *shifting between tasks or mental sets; shifting*). Avtorji ugotavljajo, da izvršilne funkcije med seboj niso neodvisne, ampak imajo skupni mehanizem, nadzorovano pozornost (angl. *controlled attention*). Nadzorovana pozornost predstavlja nadredno sposobnost vzdrževanja pozornosti za reševanje izbranega problema in je pojmovana kot najvišja oblika samonadzora. Na podlagi zmerno visokih povezav ($0,42 < r < 0,63$) med tremi latentnimi izvršilnimi funkcijami Miyake in sodelavci (2000) zaključujejo, da so zmožnost inhibicije ali zadrževanja impulzivnih odzivov, posodabljanje in upravljanje reprezentacijskih shem v delovnem spominu ter zmožnost preklapljanja med nalogami ali miselno aktivnostjo med seboj ločeni, vendar povezani konstrukti, kar nakazuje tako na vsebinsko enotnost kot notranjo raznolikost konstrukta izvršilnih funkcij.

Podobne komponente izvršilnega delovanja navaja A. Diamond (2013), njen model se od predhodno navedenega razlikuje v treh pogledih: izrazoslovju oz. poimenovanju posameznih komponent, odsotnosti skupnih mehanizmov, ki si jih delijo posamezne komponente izvršilnih funkcij in združevanju temeljnih izvršilnih funkcij za razvoj izvršilnih funkcij višjega reda. A. Diamond (2013) opredeli izvršilne funkcije kot skupek inhibicije oziroma inhibitornega nadzora (angl. *inhibition*; zmožnost samonadzora [vedenjska inhibicija] in interferenčnega nadzora [selektivna pozornost in kognitivna inhibicija]), delovnega spomina (angl. *working memory*; zmožnost zadrževanja, posodabljanja ter upravljanja z informacijami v krajšem časovnem intervalu in brez zunanje pomoči) ter spoznavne prožnosti (angl. *cognitive flexibility*; zmožnost prehajanja med nalogami, razmišljanja o dveh ali več različnih konceptih hkrati, spreminjanje perspektiv ali pristopov pri reševanju problemov in prilagajanja novim zahtevam, pravilom ali prioritetam) (Best in Miller 2010; Diamond 2013). Po mnenju avtorice združevanje navedenih komponent izvršilnega funkcioniranja prispeva k razvoju izvršilnih funkcij višjega reda, kot so načrtovanje, sklepanje in reševanje problemov. O podobnih ugotovitvah poročajo tudi drugi avtorji, ki izvršilne funkcije pojmujejo kot produkt inhibicije, delovnega spomina in spoznavne prožnosti (npr. Pronk, Karremans, in Wigboldus 2011).

Teoretično in empirično uveljavljenost omenjenih trikomponentnih modelov izvršilnih funkcij (Diamond idr. 2013; Miyake idr. 2000) potrjuje tudi pregledna študija Baggette in P. Alexander (2016), v kateri sta avtorja analizirala 106 vidnih raziskav obravnavanega področja. Izsledki raziskave so pokazali, da je najpomembnejša komponenta izvršilnega funkcioniranja inhibitorni nadzor (ki ga je preučevalo več kot dve tretjini vključenih študij), drugi najpogosteje preučevani izvršilni funkciji pa

sta bili delovni spomin in spoznavna prožnost (v eni tretjini vključenih študij). V nadaljevanju prikazujemo vlogo treh omenjenih izvršilnih funkcij (inhibicije, delovnega spomina in spoznavne prožnosti) v kontekstu vseživljenjskega razvoja.

::INHIBICIJA

Inhibicija (ali inhibitorni nadzor) pomeni sposobnost nadzorovanja pozornosti, misli, čustev in vedenja. Inhibicija odraža zmožnost zadrževanja prvotnega odziva in ustreznega vedenjskega prilagajanja v dani situaciji (Diamond 2013). Inhibitorni nadzor pozornosti (oz. interferenčni nadzor na ravni zaznavanja) omogoča, da se zavestno osredotočimo na želene dražljaje in zatremo pozornost za druge. Kadar je posameznik osredotočen na dražljaje, ki so pomembni za doseganje zelenih ciljev, govorimo o hoteni ali selektivni pozornosti oziroma namernemu nadzoru (Diamond 2013; Theeuwes 2010). Pomemben vidik inhibitornega nadzora je samonadzor ali sposobnost nadzorovanja lastnega vedenja in čustev.

Samonadzor odraža posameznikovo sposobnost upreti se skušnjavam in se umakniti od impulzivnega ter nepremišljenega vedenja. Tako imenovana skušnjava je izraz za različna vedenja: doživljanje užitka, ki je sicer prepovedan (npr. vključevanje v romantično razmerje kljub zakonski obvezi), impulziven odziv na dražljaje iz okolja (npr. želja udariti nekoga, ki nas je prizadel) ali izvedba dejanja, ki ga družbene norme ne priznavajo (npr. vrniti se v vrsto, vzeti drugemu igračo) (Diamond 2013). Za vzpostavitev samonadzora je ključno vztrajanje pri aktivnosti/nalogi kljub prisotnosti motečih dražljajev ter nadaljevanje z dejavnostjo kljub želji, da nad njo obupamo in se želimo vključiti v bolj prijetne aktivnosti. Samonadzor predstavlja pomembno sposobnost presojanja o pričakovanem vedenju (npr. ne izustimo prve misli, ki nam pade na pamet; ne delamo zaključkov, še preden imamo zbrana vsa dejstva; ne podamo prvega odgovora, ki se ga domislimo, če obstaja možnost za razmislek; podajamo zrele in celostne odgovore) (Diamond 2013). Sposobnost samonadzora se pomembno povezuje z odlogom zadovoljitve - sposobnostjo odreči se takojšnji zadovoljitvi za pridobitev nagrade na daljši rok. Sposobnost odloga zadovoljitve je bila v obdobju zgodnjega otroštva tradicionalno preučevana z Marshmallow preizkusom (angl. *Marshmallow Test*; Shoda, Mischel in Peake 1990), s katerim ugotavljamo, kako uspešno se otroci uprejo skušnjavi v sedanosti v zameno za nagrado v prihodnosti. Pri tem testu pred otroka postavimo sladkorno penico (Marshmallow) in jim povemo, da moramo za nekaj minut iz sobe, da pa jim bomo ob vrnitvi dali še eno, če se bodo zadržali in sladice med tem ne bodo pojedli; če se bodo do našega prihoda zadržali, bodo potem lahko pojedli obe. Preizkus je bil uporabljen v številnih študijah (pregled v Zhou, Chen in Main 2012), že zgodnji rezultati pa so pokazali, da se sposobnost odloga zadovoljitve povezuje s številnimi pozitivnimi izidi, kot so višja raven psihološke odpornosti, učna uspešnost, socialna kompetentnost in boljše sposobnosti načrtovanja (Mischel, Shoda in Peake 1998).

Inhibitorni nadzor v zgodnjem obdobju predstavlja pomemben napovednik različnih razvojnopsiholoških izidov (Diamond 2013). Višji inhibitorni nadzor (npr. sposobnost čakanja na vrsto, vztrajanje in nižja impulzivnost v vedenju) je v obdobju srednjega otroštva pomemben napovednik vključevanja in prilagajanja na šolo, učne uspešnosti ter odsotnosti tveganih vedenj (npr. poseganje po psihoaktivnih substancah) v obdobju zgodnjega mladostništva. V obdobju zgodnje in srednje odraslosti prispeva k fizičnemu ter psihičnemu zdravju (npr. odsotnosti težav s prekomerno telesno težo, visokim krvnim pritiskom ali zlorabo psihoaktivnih substanc), delovni uspešnosti ter splošnemu zadovoljstvu z življenjem (Moffitt 2012). V procesu normativnega staranja inhibitorni nadzor upada, kar se odraža v slabši inhibiciji vidnih in slušnih motečih dražljajev (pregled v Diamond 2013).

::DELOVNI SPOMIN

Delovni spomin je opredeljen kot sistem za začasno shranjevanje informacij, ki skladišči tako zaznavne informacije kot informacije, ki so rezultat različnih procesov z ohranjenimi vsebinami (Koritnik, Kočever, Knific, Tavčar in Šprah 2004). Študije (pregled v Koritnik idr. 2004) s fMRI kažejo, da delovni spomin ne predstavlja enotnega sistema, temveč razlikuje tri tipe: verbalni spomin, prostorski delovni spomin in delovni spomin za slikovne materiale (objekte). Kratkoročni spomin se razlikuje od delovnega; kratkoročni spomin se aktivira ob prvem srečanju z informacijami in omogoča njihovo zadrževanje, delovni spomin pa se aktivira ob priklicu že obstoječih informacij iz dolgoročnega spomina in omogoča manipuliranje z zadržanimi (ohranjenimi) informacijami (Gathercole, Pickering, Knight in Stegmann 2004). Pri ohranjanju in ponavljanju informacij (tj. kratkoročnem spominu) je aktivirano ventrolateralno področje čelne skorje, medtem ko je pri manipuliranju z ohranjenimi informacijami aktivirano dorzolateralno področje čelne skorje (pregled v Diamond 2013). V primerjavi z delovnim spominom se kratkoročni razvija hitreje (Diamond 2013). Delovni spomin se vzpostavi do pričetka obdobja srednjega otroštva, sposobnosti pomnjenja in manipuliranja z informacijami pa naraščajo še naprej; študije kažejo, da je njihova rast razmeroma linearna od otrokovega četrtega leta starosti skozi obdobje mladostništva do obdobja odraslosti (Gathercole idr. 2004). Sposobnosti zadrževanja informacij v spominu se pojavijo že v obdobju dojenčka in malčka, na kar nakazujejo dosežki dojenčkov pri nalogah, kot je A-ne-B naloga (Cuevas in Bell 2010; Diamond 1985), pri kateri mora otrok poiskati igračo, skrito pod enim od dveh lončkov. Upad kapacitete delovnega spomina in dolgotrajnega spomina za nedavne dogodke nastopi v pozni odraslosti ter se povezuje z upadom inhibitornega nadzora. Upad inhibitornega nadzora prispeva k večji dovzetnosti starostnikov za doživljanje tako proaktivne kot reaktivne interference; prva predstavlja v preteklosti naučene informacije, ki pri starostnikih postanejo ovira priklicu nedavno naučenih informacij, druga pa nedavno naučene informacije, ki postanejo ovira za priklic informacij, ki so se jih naučili v preteklosti (Hedden in Park 2001; Šešok 2006).

::SPOZNAVNA PROŽNOST

Razvita inhibicija in delovni spomin predstavljata osnovo razvoja sposobnosti spoznavne prožnosti (angl. *cognitive flexibility*), ki je nujno potrebna za posameznikovo doseganje kompleksnejših ciljev. Spoznavna prožnost omogoča razmišljanje o dveh ali več različnih konceptih hkrati in prehajanje med njimi, spreminjanje pristopov pri reševanju problemov ter fleksibilno prilagajanje novim zahtevam, pravilom ali prioritetam (Best in Miller 2010; Diamond 2013). Pomemben vidik spoznavne prožnosti se nanaša na sposobnost spreminjanja konkretnih (npr. »Kako bi to izgledalo, če pogledam z druge smeri?«) in notranjih (»Ali sem sposoben razmišljati o obravnavanemu problemu z drugega zornega kota?«) perspektiv. Za učinkovito spreminjanje perspektiv moramo inhibirati (deaktivirati) predhodne perspektive in v delovnem spominu aktivirati nove (Diamond 2013). Spoznavna prožnost se prav tako nanaša na razmišljanje izven ustaljenih okvirjev, kar se odraža skozi iskanje fleksibilnih in raznolikih rešitev obstoječega problema. Temeljne izvršilne funkcije inhibicija, delovni spomin in spoznavna prožnost ne delujejo izolirano, temveč so med seboj povezane, saj posamezniku omogočajo zastaviti si specifičen cilj, razviti izvedljiv načrt za njegovo doseg, ga uresničiti, po potrebi spreminjati ter ostati ciljno usmerjen, dokler zastavljen cilj ni dosežen (Diamond 2014).

Čeprav se osnovni vzorci izvršilnih funkcij začnejo izražati v obdobju dojenčka, se sposobnosti inhibicije, delovnega spomina in spoznavne prožnosti začnejo pospešeno razvijati šele v obdobju zgodnjega otroštva (Miyake idr. 2000). Navedeno obdobje ne predstavlja zaključene celote za razvoj izvršilnega funkcioniranja, temveč se nadaljuje skozi kasnejša obdobja otroštva (npr. Davidson, Amso, Anderson in Diamond 2006), mladostništvo ter zgodnjo odraslost (Anderson, Anderson, Northam, Jacobs in Catroppa 2001; Huizinga in van der Molen 2007). Spoznavna prožnost se pospešeno začne razvijati po tretjem letu otrokove starosti, pri čemer je uspešnost pri nalogah spoznavne prožnosti v nadaljnjih letih odvisna tudi od kompleksnosti posameznih nalog (pregled v Diamond 2013). Pospešen razvoj spoznavne prožnosti v zgodnjem in srednjem otroštvu lahko pripišemo visoki plastičnosti ter prilagodljivosti možganske skorje, ki je v tem obdobju zelo občutljiva na razvojne in okoljske spremembe (Buttelmann in Karbach 2017). Podobno kot inhibicija in delovni spomin se tudi spoznavna prožnost razvija med življenjem in začne upadati v obdobju pozne odraslosti (Diamond 2013). Spoznavna prožnost je pomemben dejavnik zgodnje učne uspešnosti na področju matematike in branja (Yeniad, Malda, Mesman, van Ijzendoorn in Pieper 2013), učinkovitega reševanja problemov ter boljšega zdravlja v obdobju odraslosti (Moffitt 2012).

Čeprav so vsebinski in tudi razvojni vidiki trikomponentnih modelov (Diamond 2013; Miyake idr. 2000) izvršilnih funkcij dobro opisani, je v literaturi vidna precejšnja zmeda glede njihovih diferencialnih lastnosti in odgovorov na vprašanja o tem, v kakšnem odnosu so izvršilne funkcije in njihove komponente (inhibicija, spoznavna prožnost ali delovni spomin) do sorodnih kognitivnih konstruktov, kot

so kognitivni nadzor, kognitivne in metakognitivne strategije, metakognicija, samoregulacija, inteligentnost. Pregled literature kaže, da prihaja med temi pojmi do prekrivanja, ki zmanjšujejo znanstveno eksaktnost in vnašajo zmedo na področje raziskovanja ter razumevanja teh fenomenov, še posebej v razvojnopsihološkem kontekstu. Npr. gre pri inhibiciji in samoregulaciji za iste ali vzporedne procese? Lahko istost ali različnost obeh procesov ugotavljamo preko njihovih pojavnih oblik, kognitivnih mehanizmov v njunem ozadju ali geneze njihovih razvojnih sprememb? Menimo, da so postavljena vprašanja zelo pomembna ne samo na teoretični, ampak tudi na praktični ravni, preko usmerjanja raziskav na tem področju in implikacij pri oblikovanju psiholoških intervencij, npr. pri specifičnih učnih težavah, vzdrževanju učinkovitih ravni kognitivnega funkcioniranja v starosti in podobno. V nadaljevanju prispevka skušamo na podlagi sistematičnega pregleda literature s tega področja podati diferencialne opredelitve in s tem prispevati k večji eksaktnosti diskusije na tem področju.

::DIFERENCIALNE RAZVOJNO-PSIHOLOŠKE OPREDELITVE IZVRŠILNIH FUNKCIJ

::Izvršilne funkcije v odnosu do kognitivnega nadzora

Miselna dejavnost pri normativnem odraslem posamezniku (t. i. zrela kognicija) vključuje sposobnosti, kot so: a) zadrževanje in upravljanje z informacijami v krajšem časovnem intervalu ter na njih osnovano odločanje in vedenje, b) vedenje na osnovi zavestne odločitve in ne na osnovi prevladujočega impulza, c) razvoj samonadzora ter ustreznega odzivanja na dražljaje in d) prilagajanje vedenja v skladu s trenutno situacijo (Davidson idr. 2006). Omenjene sposobnosti razumemo kot izvršilne funkcije, obenem pa predstavljajo jedro konstrukta kognitivnega nadzora. Čeprav se lahko zdi, da sta kognitivni nadzor in izvršilne funkcije sinonima, nekateri raziskovalci (npr. Cohen 2015; Miyake idr. 2000) navajajo pomembne razlike med njima.

Kognitivni nadzor je opredeljen kot sposobnost usmerjanja miselnega delovanja in vedenja v skladu z notranje reprezentiranimi nameni ter cilji (Cohen 2015; Lustig in Eichenbaum 2015). Aktivira se takrat, kadar avtomatizirani odgovorni vzorci (vedenjske sheme) ne zadostijo zahtevam situacije in je treba vedenje prilagoditi, da bi dosegli cilj (Lustig in Eichenbaum 2015). Kognitivni nadzor predstavlja temelj višjih kognitivnih funkcij (Diamond 2013): sposobnosti usmerjanja pozornosti k specifičnemu dražljaju v skupini med seboj različno intenzivnih dražljajev (npr. iskanje znanega obraza v množici ljudi), zapomnitev pomembnih informacij kljub motečim dražljajem (npr. zapomnitev telefonske številke kljub govorjenju drugih ljudi), preseganje oziroma premagovanje nezaželenega vedenja (npr. drgnjenje srbečega mesta ob ugrizu komarja), zasledovanje kompleksnega cilja (npr. igranje nove skladbe) in sposobnost prilagojenega ter produktivnega odzivanja na nove situacije (npr. predvi-

devanje posledic zapletenega zaporedja premikov pri igri šaha). Podobno poročajo tudi drugi tudi avtorji (npr. Davidson idr. 2006; Miyake idr. 2000) in višje kognitivne funkcije (inhibicijo, delovni spomin in spoznavno prožnost) obravnavajo kot ključne komponente kognitivnega nadzora, kot tudi izvršilnih funkcij.

Nevropsihološke in nevrofiziološke študije kažejo, da so izvršilne funkcije in kognitivni nadzor rezultat interaktivne dejavnosti različnih predelov možganov, v splošnem pa pripisujejo ključno vlogo prefrontalnemu režnju možganov (Cohen 2015); predeli prefrontalnega režnja, ki se aktivirajo pri reševanju objektivnih nalog izvršilnega funkcioniranja, so dorzolateralni in ventrolateralni prefrontalni korteks ter anteriorni cingulatni korteks. Na podobnem mehanizmu temelji tudi kognitivni nadzor (Cohen, Dunbar in McClelland 1990) in ima več oblik. Izbira odziva (angl. *response selection*) je oblika kognitivnega nadzora, ki vključuje izbiro ustreznega odziva na situacijo oz. nalogo ter se povezuje z inhibicijo (Miller in Cohen 2001). Inhibicija odziva (angl. *response inhibition*) je osnovna oblika vedenja, znotraj katerega deluje kognitivni nadzor na dveh ravneh: proaktivni nadzor se pojavi ob predvidevanju izidov in omogoča vedenjsko adaptacijo še pred pričakovanim dogodkom. Reaktivni nadzor se pojavi kot odziv na nenadne spremembe v okolju; aktivira se ob že pojavljenem dražljaju in pomaga pri reševanju nastale situacije (Stuphorn 2015). Sedež inhibicije je v lateralnih predelih desnega prefrontalnega korteksa, pri inhibitornem nadzoru pa so vključena tudi subkortikalna področja, natančneje bazalni gangliji, kjer poteka proces izbire določenega vedenja (Stuphorn 2015; Wager idr. 2005).

Raziskovalci (npr. Diamond 2013) poročajo, da se v strokovni literaturi izvršilne funkcije zamenjujejo z izvršilnim nadzorom (angl. *executive control*) ali kognitivnim nadzorom (angl. *cognitive control*). Izrazov izvršilne funkcije in kognitivni nadzor v osnovi ne moremo enačiti. Razlike med obravnavanima konstruktoma obstajajo na ravni aktivnosti kortikalnih in subkortikalnih struktur prefrontalnega režnja možganov: te so različno aktivne za zmožnost inhibicije, delovnega spomina, govora, načrtovanja, odloga zadovoljitve in drugih izvršilnih sposobnosti, kar je pri preučevanju obravnavanega področja treba vzeti v obzir.

::Izvršilne funkcije v odnosu do metakognicije

Pojem metakognicije je prvi opisal Flavell (1979), ki se je posvetil analizi in opisu razvojnih vidikov zmožnosti sledenja (angl. *monitoring*) lastnim kognitivnim procesom. Metakognicijo je konceptualno opredelil kot *mišljenje o mišljenju* in jo operacionaliziral skozi štiri področja: metakognitivno znanje, metakognitivna izkustva, cilji in aktivacija strategij. Metakognitivno znanje ali vedenje (tudi deklarativno metakognitivno znanje) se nanaša na mišljenje o tem, kar vemo: gre za znanje o mišljenju, učnem procesu, delovanju spomina in različnih dejavnikih, ki vplivajo na kognitivne procese. Metakognitivna izkustva (tudi proceduralna metakognicija) se nanašajo na mišljenje o trenutnem čustvenem in kognitivnem stanju; gre za pro-

cese metakognitivnega sledenja oziroma subjektivne ocene trenutne kognitivne aktivnosti (npr. »Koliko truda moram vložiti v učenje tega študijskega gradiva?«) (Flavell 1979). Cilji in aktivacija strategij se povezuje z metakognitivnim nadzorom oziroma uravnavanjem trenutne kognitivne aktivnosti, kot so izbira ustreznega gradiva za učenje, ustrezno razporejanje časa za učenje ali učenje brez takojšnjega vpogleda v odgovore (pregled v Roebers 2017).

Pretekle študije (npr. Roebers 2017; Roebers in Feurer 2015) navajajo več podobnosti med konstruktoma izvršilnih funkcij in metakognicijo. Oba konstrukta odražata kognitivne sposobnosti višjega reda, ki niso avtomatizirane, temveč nadzorovane in omogočajo posamezniku učinkovito prilagajanje neznanim ter kompleksnim nalogam. Tako izvršilne funkcije kot metakognicija vključujejo različne komponente (inhibicijo, posodabljanje in upravljanje reprezentacijskih shem v delovnem spominu, zmožnost prehajanja med nalogami, metakognitivno usmerjanje in metakognitivni nadzor), ki imajo drugačno izhodišče, vendar delujejo skupaj in so v medsebojni interakciji. Izvršilne funkcije in metakognicija vključujejo različne dinamične ter uravnalne procese, ki optimizirajo informacijsko procesiranje nalog prvega reda (npr. zaznavanje, spomin, semantično znanje) (Roebers 2017).

Individualne razlike v komponentah izvršilnega funkcioniranja so močno pod vplivom dednosti in kažejo različne spremembe skozi čas (Friedman idr. 2017). Rudimentarne sposobnosti izvršilnih funkcij in metakognicije so načeloma že opazne pri otrocih, mlajših od treh let, s starostjo (predvsem ob vstopu v šolo) pa otroci pomembno napredujejo pri reševanju nalog izvršilnega delovanja in metakognicije. Temeljne komponente izvršilnih funkcij (inhibicija, delovni spomin in spoznavna prožnost) postanejo med seboj jasno razločljive šele v obdobju poznega otroštva in zgodnjega mladostništva, vendar so še vedno občutljive na različne okoljske dejavnike, kot so socio-ekonomski status, vzgojni slogi in vrstniške skupine (Alizade idr. 2019; Diamond 2013; Friedman idr. 2017). Največje razvojne spremembe se na področju izvršilnega delovanja kažejo v hitrosti in natančnosti izvrševanja aktivnosti, na področju metakognicije pa v učinkovitejšem sledenju lastnim miselnim procesom z namenom boljšega doseganja učnih dosežkov (Roebers, 2017). Za celosten razvoj metakognicije sta potrebni reflektivna abstrakcija in formiranje konceptov, ki se pojavita šele v obdobju mladostništva. Poučevanje in učenje tako igrata pomembno vlogo pri ozaveščanju ter poznavanju lastnih miselnih procesov; tako pri izvršilnih funkcijah kot metakogniciji ima pomembno vlogo prefrontalni reženj možganov (npr. Best in Miller 2010; Garon, Bryson in Smith 2008). Z zaznavami o enostavnosti učenja in z občutki poznavanja učnega gradiva se povezuje ventromedialna regija prefrontalnega korteksa, medtem ko se anteriorna ter dorzolateralna regija prefrontalnega korteksa povezuje z zmožnostjo retrospektivnega sledenja lastnim kognitivnim procesom (Fleming in Dolan 2012).

Empirične študije izvršilnih funkcij in metakognicije pretežno naslavlajo vprašanje, v kolikšni meri temeljne komponente izvršilnih funkcij pojasnjujejo individualne razlike v metakogniciji otrok in odraslih. Pregledna študija C. M. Roebers

(2017) kaže pomembno, vendar nizko povezanost med delovnim spominom in metakognicijo. Nekateri avtorji (npr. Kuhn in Pease 2010) pojmujejo inhibicijo kot nujen, vendar nezadosten pogoj za učinkovito vzpostavljanje metakognicije. Uspešno reševanje problemov in učinkovita izpeljava miselnih operacij namreč zahtevata tako produkcijo novih strategij kot inhibicijo predhodno uporabljenih strategij.

Odnos med izvršilnimi funkcijami in metakognicijo bi lahko pojasnila komponenta spoznavne prožnosti (tj. menjavanje oziroma preklapljanje setov, mentalnih stanj in nalog), ki vključuje inhibicijo odziva in delovni spomin. Pri tej komponenti je ključen nadzor nad procesom izbire in pravilnim upoštevanjem povratnih informacij, kar nekateri avtorji (npr. Best in Miller, 2010) opredeljujejo kot metakognicijo. Z metakognitivnimi procesi se prekriva tudi koncept izvršilne kontrole, ki je pomembna pri odločanju, izbiri strategij in izvajanju nerutinskih dejavnosti (Posner in Rothbart 1998). Podobno kažejo tudi druge raziskave (npr. Carlson, Claxton in Moses 2015): razvite izvršilne funkcije spodbujajo in so potreben pogoj za razvoj metakognicije, medtem ko motnje v izvršilnem delovanju vplivajo na t. i. nižje oblike metakognitivnega zavedanja. V tem primeru posameznik znova in znova uporablja določeno vedenjsko strategijo, tudi če je neustrezna. S tega vidika se zdi, da so izvršilne funkcije pomembne za metakognitivno kontrolo na osnovni ravni katerekoli samoregulirane kognitivne naloge (Roebbers 2017).

::Izvršilne funkcije v odnosu do samoregulacije

Komponente izvršilnih funkcij in samoregulacije se do določene mere prekrivajo, obenem pa predstavljajo med seboj neodvisne konstrukte (Borkowski in Burke 1996). Za namene pričujočega prispevka predstavljamo razlike med konstruktoma izvršilnih funkcij in samoregulacije, obenem pa osvetlimo tudi nekatere vidike njunega prekrivanja.

Prvič: samoregulacija predstavlja posameznikovo sposobnost nadzorovanja in uravnavanja čustvovanja, mišljenja ter vedenja. Vključuje različne procese in funkcije, ki omogočajo nadzor notranjih stanj ter izvajanje aktivnosti in dejanj v določenem socialnem kontekstu (Rueda, Posner in Rothbart 2005). Samoregulacija odraža ciljno usmerjeno vedenje in je nujna, kadar pri zasledovanju takšnega vedenja naletimo na oviro. Z njo je tesno povezan pojem samonadzora, ki označuje ožjo skupino samoregulativnih procesov, s katerimi preglasimo neželene in moteče impulze (Heatherington in Wagner 2011).

O samoregulaciji so pisali avtorji (npr. Carver in Scheier 1990) že v 20. stoletju, pri čemer so bila zgodnja pojmovanja samoregulacije pretežno usmerjena v nadzor in uravnavanje čustev, raziskovalci na področju izvršilnih funkcij pa so se pretežno osredotočali na miselne procese, pozornost ter konkretno vedenje (Diamond 2013; Mischel in Ayduk 2002).

Drugič: nevropsihološke študije izvršilnih funkcij so v ospredje postavile aktivnost lateralnega prefrontalnega korteksa, medtem ko so se raziskave na področju sa-

moregulacije usmerile k aktivnosti medialnega prefrontalnega korteksa in parasimpatičnega živčnega sistema (Blair in Diamond 2008).

Tretjič: tudi pri ocenjevanju izvršilnih funkcij in samoregulacije so raziskovalci izhajali iz različnih izhodišč. Za ocenjevanje samoregulacije otrok v domačem ali šolskem okolju so pretežno uporabljali ocene staršev (Blair in Diamond 2008), skrbnikov ali učiteljev ali pa je preučevanje samoregulacije potekalo v laboratorijskem okolju z različnimi frustracijskimi situacijami (Kochanska, Philibert in Barry 2009; Mischel, Shoda in Rodriguez 1989), medtem ko so se pri ocenjevanju izvršilnih funkcij raziskovalci poslužili predvsem neposrednega ocenjevanja otrokovega vedenja v laboratorijskih situacijah z uporabo objektivnih mer (Diamond 2013).

Ob pregledu literature (npr. Diamond 2013; Hofmann idr. 2012; Jones idr. 2016) lahko zasledimo, da so temeljne komponente izvršilnih funkcij (tj. inhibicija, delovni spomin in spoznavna prožnost) najpogosteje opredeljene kot podporni mehanizmi posameznikovemu samoregulativnemu vedenju. Samoregulacija namreč vključuje tri temeljne komponente: inhibicijo odziva, inhibicijo na ravni pozornosti (selektivna ali usmerjena pozornost) in vzdrževanje optimalne ravni čustvenega, motivacijskega in kognitivnega vzbujenja (Diamond 2013). Uspešna samoregulacija se tako izraža skozi sposobnost aktivne inhibicije oziroma zaviranja vedenjskih odzivov (npr. slabih navad ali vzgibov), ki so nezdržljivi s posameznikovimi cilji. Nizka inhibicija odziva se povezuje z različnimi težavami, kjer prihaja v ospredje nadzor impulzov (npr. uporaba in zloraba psihoaktivnih substanc, neustrezno socialno odzivanje/vedenje, spolna nezvestoba v romantičnem odnosu; Berkman idr. 2011; Pronk idr. 2011; von Hippel in Gonsalkorale 2005).

Pomembno komponento samoregulativnih mehanizmov predstavlja tudi delovni spomin. Delovni spomin neposredno podpira izbiro in uporabo strategij, s katerimi bomo rešili izbran problem (Heatherton in Wagner 2011; Kane, Bleckley, Conway in Engle 2001), obenem pa se povezuje z nadzorom ruminativnih misli (Hofmann idr. 2012). Neustrezna izbira ali uporaba teh strategij naj bi po mnenju nekaterih avtorjev (npr. Fishbach in Shah 2006) vodila k neuspešni samoregulaciji, razen v primeru habituiranih in avtomatskih vzorcev vedenja. Pri tem je treba izpostaviti, da sledenje zastavljenemu cilju ni povezano samo z delovnim spominom, temveč tudi z osredotočeno pozornostjo in inhibitornim nadzorom, ki nižata učinek motečih dražljajev (Dreisbach in Haider 2009). Obseg delovnega spomina se je izkazal tudi kot pomemben dejavnik uravnavanja čustev (Schmeichel in Demaree 2010), kar predstavlja pomemben vidik samoregulacije.

Pomembno komponento učinkovite samoregulacije v socialnem ali izobraževalnem kontekstu predstavljata tudi posameznikova odprtost in sposobnost prehajanja med različnimi dejavnostmi ter strategijami za doseg cilja - spoznavna prožnost (Hofmann idr. 2012). Višje izražena spoznavna prožnost omogoča posamezniku opustitev manj optimalnih izbir in iskanje alternativnih strategij za doseganje istega cilja, nasprotno pa lahko pripomore k oddaljevanju od zadanega cilja, pri čemer daje posameznik prednost mamljivim dražljajem (Fishbach, Zhang in Koo 2009).

Samoregulacija je lahko začasno oslABLJENA zaradi različnih situacijskih dejavnikov, kot so kognitivna obremenitev, okoljski ali socialni stresorji ali zloraba alkohola (pregled v Hofmann idr. 2012). Številne študije so dokazale, da je delovni spomin možno izboljšati (Klingberg 2010). Treningi delovnega spomina so se npr. pokazali kot učinkovita strategija na področju prekomernega popivanja in problematičnega prehranjevalnega vedenja, predvsem pri posameznikih z oslABLJENIMI izvršilnimi funkcijami in neprilagojenimi impulzivnimi težnjami (pregled v Hofmann idr. 2012). Takšne ugotovitve podpirajo pomembno vlogo posameznih komponent izvršilnih funkcij v samoregulaciji posameznikov.

Na osnovi zgornjih spoznanj lahko zaključimo, da samoregulacijske spretnosti (npr. reševanje problemov ali čustvena regulacija) vključujejo tako posamezne komponente izvršilnih funkcij (tj. inhibicija, delovni spomin, spoznavna prožnost) kot druge kompleksne spretnosti (npr. odlog zadovoljitve, strategije spoprijemanja, psihološka odpornost) in znanja.

::Izvršilne funkcije v odnosu do inteligentnosti

V literaturi smo zasledili vrsto razprav o sorodnosti komponent izvršilnih funkcij in inteligentnosti. Sternberg (2005, v McCloskey, Perkins in Van Divner 2009) pojmuje inteligentnost kot kapaciteto za učenje iz lastnih izkušenj, ob uporabi metakognitivnih procesov, ki spodbujajo učenje in sposobnost prilagajanja na okolje. V razvojnopsihološkem kontekstu se zdijo še posebej pomembne povezanosti izvršilnih funkcij s fluidno in kristalizirano inteligentnostjo (npr. Friedman in Miyake 2017). Fluidna inteligentnost je opredeljena kot sposobnost reševanja problemov in induktivnega ter deduktivnega logičnega sklepanja. Povezuje se s sposobnostjo učenja in iznajdljivosti v novih situacijah (Cattell 1987), izhaja iz osrednjega živčnega sistema (Pogačnik 1995), odraža kapacitete procesiranja informacij ter vključuje pozornost in delovni spomin (Repovš 2007). Kristalizirana inteligentnost označuje različna znanja in posameznikove izkušnje, pridobljene v obdobju izobraževanja. Svoj višek doseže v obdobju srednje in pozne odraslosti (Pogačnik 1995), nanaša pa se na splošno razgledanost, nekonvencionalnost ter zanimanje za umetnost (Repovš 2007). Še posebej fluidna inteligentnost posamezniku omogoča razmišljanje o abstraktnih povezavah v zvezi z reševanjem problema, zaradi česar se uporablja kot sinonim za nekatere specifične komponente izvršilnih funkcij oziroma se z njimi prekriva (npr. pozornost in delovni spomin) (Diamond 2013; McCloskey idr. 2009).

Kot je razvidno iz literature, pri preučevanju odnosa med izvršilnimi funkcijami in inteligentnostjo postavlja največ raziskav v ospredje komponenti delovnega spomina ter spoznavne prožnosti. V pregledni študiji Ardile (2018) lahko zasledimo, da raziskave prvotno niso potrdile povezanosti med nekaterimi nalogami za merjenje izvršilnih funkcij (npr. Hanojski stolp, Wisconsin test sortiranja kart) in dosežki na verbalnih, neverbalnih ter kvantitativnih merah inteligentnosti. Šele kasnejše

raziskave na vzorcu študentov (npr. Ardila, Galeano in Rosselli 1998) so potrdile nizko, vendar pomembno povezanost med izbranimi merami izvršilnih funkcij (npr. test verbalne fluentnosti) in podtesti Wechslerjeve lestvice inteligentnosti – WAIS (npr. ponavljanje števil).

Zdi se, da sta bili pri preučevanju odnosa med izvršilnimi funkcijami in inteligentnostjo v ospredje postavljeni predvsem komponenti delovnega spomina ter spoznavne prožnosti, pri čemer so raziskovalci poskušali pojasniti, ali navedeno predstavlja isti konstrukt. V eni od študij tega področja so N. Friedman in sodelavci (2006) ocenjevali povezanost med fluidno in kristalizirano inteligentnostjo ter komponentami izvršilnih funkcij (inhibicija, delovni spomin, spoznavna prožnost). Avtorji so potrdili povezanost med delovnim spominom in inteligentnostjo, ne pa med inhibicijo, spoznavno prožnostjo ter inteligentnostjo. Sposobnost posodabljanja in upravljanja reprezentacijskih shem v delovnem spominu je v raziskavi (Miyake idr. 2000) pojasnila od 37 % do 45 % variabilnosti na različnih merah inteligentnosti na vzorcu odraslih posameznikov.

Rezultati teh študij po mnenju Ardile (2018) kažejo na pomembne razlike med inteligentnostjo in komponentami izvršilnih funkcij. Čeprav različna vedenja in dosežki, ki odražajo inteligentnost posameznika, vključujejo aktivacijo temeljnih izvršilnih funkcij ali se z njimi prekrivajo, obstajajo med obojimi pomembne razlike tako na konceptualni, kot tudi na merski ravni. Kljub obstoju povezanosti med merami inteligentnosti in izvršilnih funkcij (npr. Conway, Kane in Engle 2003) je videti, da je diferencialna opredelitev omenjenih konstruktov zahtevna naloga; čeprav imajo opredelitve izvršilnih funkcij in inteligentnosti podobno izhodišče, z merami inteligentnosti, kot menijo nekateri avtorji (Ardile 2018; Friedman 2006; McCloskey idr. 2009), zajamemo le manjši delež izvršilnih funkcij.

::ZAKLJUČEK

V zadnjem stoletju je znanost pomembno napredovala na področju razumevanja višjih kognitivnih procesov in načinov, kako možgani uravnavajo ter organizirajo informacije z namenom učinkovitega soočanja z zahtevami okolja (Goldstein idr. 2014). Aktivacija sistema izvršilnih funkcij je pomembna za uspešno delovanje na področju hitrega in prožnega prilagajanja na spremembe v okolju ter reševanja problemov, ustvarjalnosti, prožnosti, samoregulacije (Diamond 2012). Sistem izvršilnih funkcij nadzira in usmerja druge sisteme ter procese in je pod vplivom delovanja prefrontalnega korteksa, ki potrebuje za razvoj največ časa (Goldstein idr. 2014). Zaradi vsega tega so izvršilne funkcije eden od najpogosteje citiranih konstruktov v kognitivni, razvojnopsihološki, pedagoški in nevropsihološki znanosti (npr. Toplak, West in Stanovich 2013), čeprav njihova opredelitev nikakor ni enoznačna. Raziskovalci se strinjajo, da gre za pomemben skupek kognitivnih procesov, ki usmerjajo vedenje posameznika (npr. v procesu učenja in pri ostalih vsakdanjih obveznostih), prispevajo k sledenju zastavljenim nalogam ali k samoregulaciji ter se ne po-

vezujejo zgolj s kognitivnim področjem, temveč naslavlja tudi socialno-čustveni vidik posameznikovega delovanja (Baggetta in Alexander 2016).

Ob pregledu literature lahko opazimo, da zavzemajo izvršilne funkcije različne vloge v odnosu do nekaterih sorodnih konstruktov, kot so na primer kognitivni nadzor, kognitivne strategije, metakognicija, samoregulacija in inteligentnost, zaradi česar jih ne moremo enačiti. Odnosi med temi konstrukti niso niti enotni niti enoznačni, saj ima, med drugim, vsak od njih drugačne razvojne značilnosti in poti. Pomembne razlike obstajajo tudi v načinu ocenjevanja, napovednih vrednostih za dolgoročne izide in načinih njihovega spodbujanja. Pri preučevanju izvršilnih funkcij se je zato smiselno izogibati poenostavljenemu pojmovanju različnih sposobnosti in spretnosti kot procesov izvršilnega delovanja ter bolj natančno določiti razlike med izvršilnimi funkcijami kot celostnem konstrukt, posameznimi komponentami, ki prispevajo k oblikovanju navedenega konstrukta, ter odnosi s sorodnimi konstrukti (Baggetta in Alexander 2016). Dileme na terminološkem področju bi morda lahko odpravili tudi z jasno opredelitvijo sposobnosti načrtovanja in pozornosti kot spoznavnih procesov višjega reda in ne kot izvršilnih funkcij višjega reda.

::LITERATURA

- Alizade, Hamid, Parviz Sharifi Daramadi, Karim Abdolmohammadi, Saeed Rezayi in Mahdi Dastjerdi Kazemi. 2019. »Neurocognitive executive functions: Development and interaction with environmental factors.« V *Journal of Child Mental Health* 6/2: 218–231.
- Anderson, Peter. 2002. »Assessment and development of executive function (EF) during childhood.« V *Child Neuropsychology* 8/2: 71–82.
- Anderson, Vicki A., Peter Anderson, Elisabeth Northam, Rani Jacobs, in Cathy Catroppa. (2001). »Development of executive functions through late childhood and adolescence in an Australian sample.« V *Developmental Neuropsychology* 20: 385–406.
- Ardila, Alfredo. 2018. »Is intelligence equivalent to executive functions?« V *Psicothema* 30/2: 159–164.
- Ardila, Alfredo, Luz Marina Galeano in Monica Rosselli. 1998. »Toward a model of neuropsychological activity.« V *Neuropsychology Review* 8: 171–190.
- Baddeley, Alan D. 1986. *Working memory*. Oxford: Oxford University Press.
- Baggetta, Peter in Patricia A. Alexander. 2016. »Conceptualization and operationalization of executive function.« V *Mind, Brain, and Education* 10/1: 10–33.
- Bailey, Charles E. 2007. »Cognitive accuracy and intelligent executive function in the brain and in business.« V *Annals of the New York Academy of Sciences* 1118: 122–41.
- Berkman, Elliot T., Emily B. Falk in Matthew D. Lieberman. 2011. »In the Trenches of real-world self-control.« V *Psychological Science* 22/4: 498–506.
- Best, John R. in Patricia H. Miller. 2010. »A developmental perspective on executive function.« V *Child Development* 81/6: 1641–1660.
- Blair, Clancy in Adele Diamond. 2008. »Biological processes in prevention and intervention: The promotion of self-regulation as a means of preventing school failure.« V *Developmental Psychopathology* 20/3: 899–911.
- Borkowski, John G. in Jennifer E. Burke. 1996. »Theories, models, and measurements of executive functioning: An information processing perspective.« V *Attention, memory, and executive function*, uredila G. Reid Lyon in Norman A. Krasnegor, str. 235–261. Baltimore, MD: Paul Brookes.
- Buttelmann, Frances in Julia Karbach. 2017. »Development and plasticity of cognitive flexibility in early and middle childhood.« V *Frontiers in Psychology* 8: 1–6.

- Cattell, Raymond B. 1987. *Advances in psychology, No. 35. Intelligence: Its structure, growth and action*. North-Holland.
- Carlson, Stephanie M., Laura J. Claxton in Louis J. Moses. 2015. »The relation between executive function and theory of mind is more than skin deep.« V *Journal of Cognition and Development* 16/1: 186–197.
- Carver, Charles S. in Michael Scheier. 1990. »Principles of self-regulation: Action and emotion.« V *Handbook of motivation and cognition: Foundations of social behavior, Vol. 2*, uredila E. Tory Higgins in Richard M. Sorrentino, 3–52. The Guilford Press.
- Cohen, Jonathan D. 2015. »Cognitive control (Executive function): Role of prefrontal cortex.« V *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences: 33–37*.
- Cohen, Jonathan D., Kevin Dunbar in James L. McClelland. 1990. »On the control of automatic processes: A parallel distributed processing account of the Stroop effect.« V *Psychological Review* 97/3: 332–361.
- Conway, Andrew R. A., Michael J. Kane in Randall W. Engle. 2003. »Working memory capacity and its relation to general intelligence.« V *Trends in Cognitive Science* 7/12: 547–552.
- Cuevas, Kimberly in Martha Ann Bell. 2010. »Developmental progression of looking and reaching performance on the A-not-B task.« V *Developmental Psychology* 46/5: 1363–1371.
- Davidson, Matthew C., Dima Amso, Loren Cruess Anderson in Adele Diamond. 2006. »Development of cognitive control and executive functions from 4 to 13 years: Evidence from manipulations of memory, inhibition, and task switching.« V *Neuropsychologia* 44/11: 2037–2078.
- Diamond, Adele. 1985. »Development of the ability to use recall to guide action, as indicated by infants' performance on A-not-B.« V *Child Development* 56(4): 868–83.
- Diamond, Adele. 2012. »Activities and programs that improve children's executive functions.« V *Current Directions in Psychological Sciences*, 21/5: 335–341.
- Diamond, Adele. 2013. »Executive functions.« V *Annual Review of Psychology* 64: 135–168.
- Diamond, Adele. 2014. »Want to optimize executive functions and academic outcomes? Simple, just nourish the human spirit.« V *Minnesota Symposia: Developing Cognitive Control Processes: Mechanisms, Implications, and Interventions* 37: 205–230.
- Dreisbach, Gesine in Hilde Haider. 2009. »How task representations guide attention: Further evidence for the shielding function of task sets.« V *JExpPLMC* 35/2: 477–486.
- Fishbach, Ayelet in James Y. Shah. 2006. »Self-control in action: Implicit dispositions toward goals and away from temptations.« V *Journal of Personality and Social Psychology* 90/5: 820–832.
- Fishbach, Ayelet, Ying Zhang in Minjung Koo. 2009. »The dynamics of self-regulation.« V *European Review of Social Psychology* 20/1: 315–344.
- Flavell, John H. 1979. »Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry.« V *American Psychologist* 34/10: 906–911.
- Fleming, Stephen M. in Raymond J. Dolan. 2012. »The neural basis of metacognitive ability.« V *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 367/1594: 1338–1349.
- Friedman, Naomi P. in Akira Miyake. 2017. »Unity and diversity of executive functions: Individual differences as a window on cognitive structure.« V *Cortex* 86: 186–204.
- Friedman, Naomi P., Akira Miyake, Robin P. Corley, Susan E. Young, John DeFries in John K. Hewitt. 2006. »Not all executive functions are related to intelligence.« V *Psychological Science* 17/2: 172–179.
- Garon, Nancy, Susan E. Bryson in Isabel M. Smith. 2008. »Executive function in preschoolers: A review using an integrative framework.« V *Psychological Bulletin* 134/1: 31–60.
- Gathercole, Susan E., Susan J. Pickering, Benjamin Ambridge in Hannah Wearing. 2004. »The structure of working memory from 4 to 15 years of age.« V *Developmental Psychology* 40/2: 177–190.
- Goldstein, Sam, Jack A. Naglieri, Dana Princiotta in Tulio M. Otero. 2014. »Introduction: A history of executive functioning as a theoretical and clinical construct.« V *Handbook of executive functioning*, uredila Sam Goldstein in Jack A. Naglieri, 3–12. New York: Springer Science+Business Media.
- Hedden, Trey in Denise C. Park. 2001. »Aging and interference in verbal working memory.« V *Psychology and Aging* 16/4: 666–681.

- Heatherton, Todd F. in Dylan D. Wagner. 2011. »Cognitive neuroscience of self-regulation failure.« V *Trends in Cognitive Sciences* 15/3: 132-139.
- Hofmann, Wilhelm, Brandon J. Schmeichel in Alan D. Baddeley. 2012. »Executive functions and self-regulation.« V *Trends in Cognitive Sciences* 16/3: 174-180.
- Huizinga, Mariette in Maurits van der Molen. 2007. »Age-group differences in set switching and set-maintenance on the Wisconsin Card Sorting Task.« V *Developmental Neuropsychology* 31/2: 193-215.
- Hunter, Scott J. in Elizabeth P. Sparrow. 2012. *Executive Function and Dysfunction. Identification, Assessment and Treatment*. Cambridge University Press.
- Jacob, Robin T. in Julia Parkinson. 2015. »The potential for school-based interventions that target executive function to improve academic achievement: A review.« V *Review of Educational Research* 85/4: 512-552.
- Jones, Stephanie M., Rebecca Bailey, Sophie P. Barnes in Ann Partee. 2016. *Executive function mapping project: Untangling the terms and skills related to executive function and self-regulation in early childhood. OPRE Report # 2016-88*. Washington, DC: Office of Planning, Research and Evaluation, Administration for Children and Families, U.S. Department of Health and Human Services.
- Kane, Michael, M. Kathryn Bleckley, Andrew Conway in Randall W. Engle. 2001. »A controlled-attention view of working-memory capacity.« V *Journal of Experimental-Psychology: General* 130/2: 169-183.
- Klingberg, Torkel. 2010. »Training and plasticity of working memory.« V *Trends in Cognitive Sciences* 14/7: 317-324.
- Kochanska, Grazyna, Rober A. Philibert in Robin A. Barry. 2009. »Interplay of genes and early mother-child relationship in the development of self-regulation from toddler to preschool age.« V *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 50/11: 1331-1338.
- Koritnik, Blaž, Miha Kočevar, Jernej Knific, Rok Tavčar in Lilijana Šprah. 2004. »Prostorski in verbalni delovni spomin.« V *Psihološka obzorja*, 13/2: 48-60.
- Kuhn, Deanna in Maria Pease. 2010. »The dual components of developing strategy use: Production and inhibition.« V *Metacognition, strategy use, and instruction*, uredila Harriet Salatas Waters in Wolfgang Schneider, 135-159. New York: Guilford Press.
- Latzman, Robert D., Natasha Elkovitch, John Young, J. in Lee Anna Clark. 2010. »The contribution of executive functioning to academic achievement among male adolescents.« V *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology* 32/5: 455-462.
- Lustig, Cindy in Howard Eichenbaum. 2015. »Editorial overview: Cognitive control: Diversity of domains, parallels in mechanism.« V *Current Opinion in Behavioral Sciences* 1: IV-VII.
- McCloskey, George, Lisa A. Perkins in Bob Van Divner. 2009. *Assessment and intervention for executive function difficulties*. New York: Routledge Taylor & Francis Group.
- Miller, Earl K. in Jonathan D. Cohen. 2001. »An integrative theory of prefrontal cortex function.« V *Annual Review of Neuroscience* 24/1: 167-202.
- Mischel, Walter in Ozlem Ayduk. 2002. »Self-regulation in a cognitive-affective personality system: Attentional control in the service of the self.« V *Self-Identity* 1/2: 113-20.
- Mischel, Walter, Yuichi Shoda in Philip P. Peake. 1998. »The nature of adolescent competencies predicted by preschool delay of gratification.« V *Journal of Personality and Social Psychology* 54/4: 687-696.
- Miyake, Akira, Naomi P. Friedman, Michael J. Emerson, Alexander H. Witzki, Amy Howerter in Tor D. Wager. 2000. »The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex »Frontal Lobe« tasks: A latent variable analysis.« V *Cognitive Psychology* 41/1: 49-100.
- Moffitt Terrie E. 2012. *Childhood self-control predicts adult health, wealth, and crime*. Copenhagen: Multi-Disciplinary Symposium Improving the Well-Being of Children.
- Norman, Donald A. in Tim Shallice. 1986. »Attention to action: Willed and automatic control of behavior.« V *Consciousness and self-regulation advances in research and theory*, uredili Richard J. Davidson, Gery E. Schwartz in David Shapiro, 1-18. New York: Plenum Press.
- O'Driscoll, Kieran in John Paul Leach. 1998. »"No longer Gage": An iron bar through the head. Early observations of personality change after injury to the prefrontal cortex.« V *British Medical Journal (Clinical research ed.)*, 317/7174: 1673-1674.