

## PRADINIO MOKYKLINIO AMŽIAUS VAIKŲ VYKDOMŲJŲ FUNKCIJŲ IR AKADEMINIŲ PASIEKIMŲ SĄSAJOS

### Lauryna Rakickienė

Doktorantė  
Vilniaus universitetas  
Bendrosios psichologijos katedra  
Universiteto g. 9/1, LT-01513 Vilnius  
Tel. + 370 5 266 7605  
El. paštas: lauryna.lunicevaite@fsf.vu.lt

### Sigita Girdzijauskienė

Socialinių mokslų daktarė docentė  
Vilniaus universitetas  
Bendrosios psichologijos katedra  
Universiteto g. 9/1, LT-01513 Vilnius  
Tel. + 370 5 266 7605  
El. paštas: sigita.girdzijauskiene@fsf.vu.lt

*Šiuo tyrimu siekta nustatyti, kurios vykdomosios funkcijos leidžia prognozuoti pradinio mokyklinio amžiaus vaikų matematikos, skaitymo ir rašymo pasiekimus ir iširti galimus kognityvių veiksmų (verbalinio ir neverbalinio intelekto) ir elgesio veiksmų (mokymosi elgesio ir hiperaktyvumo) mediacinius efektus. Tyrime dalyvavo 101 vaikas, besimokantis antroje pradinės mokyklos klasėje. Visi tyrimo dalyviai individualiai atliko devynias tyrimo tikslams sukurtas kompiuterines bei popieriaus ir pieštuko užduotis, skirtas Miyake ir kitų (2000) modelyje aprašytoms vykdomosioms funkcijoms (atsako slopinimui, psichinės veiklos perkėlimui ir veikliosios atminties reprezentacijų atnaujinimui) įvertinti. Užduočių konstrukto validumas buvo įrodytas patvirtinamąja faktorių analize. Vaikų verbalinis ir neverbalinis intelektas nustatytas Wechslerio trumpąja intelekto skalę (WASI). Informacija apie vaikų akademinis pasiekimus gauta iš mokytojų, kurie užpildė tyrimo tikslais sukurtą Akademinis pasiekimų skalę. Vaikų hiperaktyvumas įvertintas pagal Galių ir sunkumų klausimyno (SDQ) mokytojų versijos hiperaktyvumo skalę, o mokymosi elgesio kintamasis sudarytas remiantis mokytojų ir tėvų atsakymais raštu į klausimus apie vaiko elgesį, susijusį su mokymosi veikla. Pasitelkus struktūrinių lygčių modeliavimą nustatyta, kad vykdomosios funkcijos yra svarbus prognostinis pasiekimų pradinėje mokykloje veiksnys. Veikliosios atminties reprezentacijų atnaujinimas leido tiesiogiai prognozuoti skaitymo ir rašymo pasiekimus. Atsako slopinimas ir psichinės veiklos perkėlimas buvo susiję su pasiekimais matematikos srityje, tačiau ne tiesiogiai, o per elgesio mediatorius: atsako slopinimas – per hiperaktyvų elgesį mokykloje, o psichinės veiklos perkėlimas – per mokymosi elgesį.*

**Pagrindiniai žodžiai:** vykdomosios funkcijos, akademiniai pasiekimai, verbalinis ir neverbalinis intelektas, hiperaktyvumas, su mokymosi susijęs elgesys.

Mokyklos lankymo pradžia – vienas didžiausių vaikystėje peržengiamų raidos slenksčių. Jis susijęs su naujomis atsakomybėmis, lūkesčiais ir galimybėmis patirti ir sėkmę, ir nesėkmę. Svarbiausias veiksnys, pagal kurį vaikas, jo tėvai, pedagogai sprendžia apie vaiko sėkmę mokykloje, yra jo akademiniai pasiekimai (Neuenschwander, Röthlisberger, Cimeli, & Roebbers, 2012). Iš

individo veiksmų, lemiančių akademinis pasiekimus, bene dažniausiai tiriami kognityvūs veiksniai: verbaliniai gebėjimai (Kastner, May, & Hildman, 2001), intelektas (Steinmayr, Ziegler, & Trauble, 2010), atmintis (Gathercole et al., 2008) ir pastaraisiais metais – vykdomosios funkcijos (pvz., Bull & Scerif, 2001; St Clair-Thompson & Gathercole, 2006).

Šiuo metu visuotinai pripažįstama, kad vykdomoji funkcija yra bendras kognityviosios psichologijos terminas, apibūdinantis keletą tarpusavyje susijusių pažintinių procesų. Šie vykdomieji procesai reguliuoja ir koordinuoja kitų (ne vykdomųjų) pažintinių procesų veiklą, taip suteikdami kryptį žmogaus pažinimo dinamikai ir leisdami siekti išsikeltų tikslų (Welsh, Pennington, & Groisser, 1991). Plačiausiai pripažįstamas Miyake, Friedman, Emerson, Witzki, Howerter ir Wager (2000) aprašytas vykdomosios funkcijos „vienovės ir įvairovės“ modelis, teigiantis, kad psichikos vykdomąją funkciją atlieka trys atskiri, tačiau tarpusavyje susiję pažintiniai procesai – psichinės veiklos perkėlimas, dominuojančio atsako slopinimas ir veikliosios atminties reprezentacijų atnaujinimas. *Psichinės veiklos perkėlimas* (angl. *mental set shifting*), toliau *perkėlimas* – tai pažintinis procesas, leidžiantis efektyviai nukreipti sąmonę pačiam tai į vieną, tai į kitą užduotį, stimulo savybę, mintinę operaciją, veikimo strategiją. *Dominuojančio atsako slopinimas* (angl. *inhibition of prepotent response*), toliau – *slopinimas* – procesas, leidžiantis nuslopinti dominuojanti, automatinę, patogesnę motorinę, verbalinę ar kognityvų atsaką, kai to reikalauja užduotis ar situacija. *Veikliosios atminties reprezentacijų stebėjimas ir atnaujinimas* (angl. *updating and monitoring of working memory representations*), toliau *atnaujinimas* – procesas, leidžiantis nuolat sekti veikliosios atminties saugykloje laikomas pateiktis ir keisti seną, nebeaktualią informaciją nauja, vertinga informacija. Ją galima pavadinti tokia veikliąja atmintimi (Miyake et al., 2000).

Per daugiau nei dešimtmetį nuo Miyake ir kitų (2000) tyrimo, jų pasiūlytas modelis

buvo tikrintas keliolika tyrimų, daugeliu jų – patvirtintas (pvz., Rose, Feldman, & Jankowski, 2011; Wu et al., 2011). Atlikta nemažai struktūrinių lygčių modeliavimu besiremiančių tyrimų, kuriais bandyta patikrinti ir pritaikyti šį modelį vaikams (Brydges, Reid, Fox, & Anderson, 2012; Rose et al., 2011; St Clair-Thompson & Gathercole, 2006; van der Sluis, de Jong, & van der Leij, 2007; Van der Ven, Kroesbergen, Boom, & Leseman, 2012; Wiebe, Espy, & Charak, 2008). Tyrimų rezultatai priklauso nuo vaikų amžiaus – pradinio mokyklinio amžiaus vaikams nustatoma tiek trijų faktorių (Wu et al., 2011), tiek mažiau diferencijuota dviejų ar vieno faktoriaus struktūra (Brydges et al., 2012; St Clair-Thompson & Gathercole, 2006; van der Sluis et al., 2007).

Vykdomoji funkcija siejama su aukštesniojo lygmens pažintine veikla, tad jos ryšys su akademiniais pasiekimais atrodo savaime suprantamas. Tyrėjus domina ne tik vykdomosios funkcijos svarba bendram vaikų mokslumui, bet ir atskirų šios funkcijos komponentų ryšiai su įvairiomis akademinėmis pasiekimų sritimis. Daroma prielaida, kad kiekvienos disciplinos užduotys kelia specifinius kognityvius reikalavimus, ir šie reikalavimai gali daugiau ar mažiau apimti įvairius vykdomuosius procesus. Vykdomieji matematikos pasiekimų veiksniai sulaukė daugiausia tyrėjų dėmesio, o geriausiai įrodytas atsako slopinimo bei atnaujinimo ryšys su matematikos pasiekimais (Bull & Scerif, 2001; Bull, Espy, & Wiebe, 2008; Oberle & Schonert-Reichl, 2013; Passolunghi & Pazzaglia, 2005). Skaitymo pasiekimai daugiausia siejami su veikliąja atmintimi apskritai ir su tos atminties reprezentacijų atnaujinimu (Gathercole

et al., 2008; Rose et al., 2011; St Clair-Thompson & Gathercole, 2006). Ryšys tarp rašymo pasiekimų ir vykdomųjų funkcijų retai tiriamas atskirai, dažniausiai – kartu su skaitymo pasiekimais (Altemeier, Abbott, & Berninger, 2008; Monette, Bigras, & Guay, 2011). Monette ir kiti (2011) nustatė, kad veikloji atmintis buvo susijusi su bendru skaitymo ir rašymo įverčiu, tačiau, atsižvelgus į veikliosios atminties ir intelekto ryšį, veikliosios atminties svarba skaitymo ir rašymo pasiekimams sumažėjo iki statistinio reikšmingumo nesiekiančio dydžio.

Nors yra atlikta daugybė vykdomosios funkcijos ir pasiekimų ryšio tyrimų, jų rezultatus sunku apibendrinti. Pirma, daugelyje tyrimų analizuojama tik vieno vykdomosios funkcijos komponento, dažniausiai – atsako slopinimo arba veikliosios atminties, svarba. Antra, vykdomosios funkcijos komponentai įvairiai operacionalizuojami. Trečia, naudojamos skirtingos užduotys, kurios, labai tikėtina, vertina ne tapačius konstruktus. Ketvirta, pasirenkamas pernelyg platus tyrimo dalyvių amžius (pvz., 8–16 metų). Dėl šių priežasčių negalime nieko tikro pasakyti apie santykinę įvairių vykdomosios funkcijos komponentų svarbą pasiekimams įvairiose akademinėse srityse konkrečiu raidos tarpsniu.

Dažnai vykdomosios funkcijos ir pasiekimų ryšio tyrimuose neatsižvelgiama į galimus mediacinius ryšius. Kadangi vykdomieji gebėjimai yra susiję su intelektu, kyla klausimas, ar vykdomosios funkcijos veikia pasiekimus ne per intelektą. Daugelis tyrėjų bando spręsti šį klausimą kontroliuodami intelekto įtaką pasiekimams ir nustatydami, kiek pasiekimų sklaidos paaiškina vykdomieji gebėjimai, atmetus intelekto įtaką. Neretai tokia procedūra lemia, kad

nustatyti vykdomųjų funkcijų ir pasiekimų ryšiai pasirodo esą nereikšmingi (Monette et al., 2011), nors kartais unikalus vykdomųjų funkcijų ir pasiekimų ryšys išlieka (Blair & Razza, 2007; Espy et al., 2004). Todėl svarbu sužinoti ne kiek vykdomosios funkcijos svarbios vaikų akademiniam pasiekimams, kad ir koks būtų vaikų intelektas, bet kiek jos svarbios apskritai. Šią metodologinę problemą gali padėti išspręsti struktūrinių lygčių modeliavimas, kuris leidžia tuo pat metu įvertinti ir tiesioginius (aplenkiančius intelektą) vykdomųjų funkcijų ir pasiekimų ryšius, ir intelekto medijuojamus ryšius.

Pakanka ir įrodymų, kad vaiko elgesys mokykloje gali turėti įtakos jo pasiekimams. Hiperaktyvumas ir nedėmesingumas susiję su mokykliniais pasiekimais ir hiperkinetinių sutrikimų turinčių, ir jų neturinčių vaikų imtyse (Rapport, Chung, Shore, Denney, & Isaacs, 2000; Rydell, Thorell, & Bohlin, 2004). Atsako slopinimas, kuris yra glaudžiai susijęs su gebėjimu reguliuoti savo elgesį, leidžia prognozuoti mokytojų nurodytų hiperaktyvumo simptomų bei eksternalių sunkumų išreikštumo laipsnį pradinėje mokykloje (Riggs, Blair, & Greenberg, 2003; Rydell et al., 2004). Neuenschwander ir kiti (2012) nustatė, kad mokymosi elgesys iš dalies paaiškino ryšį tarp vykdomosios funkcijos ir pažymių, nors ir neturėjo įtakos vykdomosios funkcijos ir standartizuotų pasiekimų testų rezultatų ryšiui. Vis dėlto bandymų susieti vykdomąsias funkcijas, elgesio kintamuosius ir pasiekimus nėra daug (Brock, Rimm-Kaufman, Nathanson, & Grimm, 2009).

Šiuo tyrimu siekiama nustatyti pradinio mokyklinio amžiaus vaikų vykdomųjų funkcijų (atsako slopinimo, psichinės veiklos perkėlimo ir veikliosios atminties

reprezentacijų atnaujinimo) ir akademinį pasiekimų sąsajas. Keliami klausimai, kurios vykdomosios funkcijos leidžia prognozuoti pradinio mokyklinio amžiaus vaikų matematikos, skaitymo ir rašymo pasiekimus; kaip siejasi pradinio mokyklinio amžiaus vaikų vykdomosios funkcijos ir mokykliniai pasiekimai – tiesiogiai ar per kitus kognityvius ar elgesio veiksnius.

## Tyrimo metodika

**Tyrimo dalyviai.** Tyrime dalyvavo 101 antros klasės mokinys: 45 berniukai ir 56 mergaitės. Tyrimo pradžioje jauniausiam vaikui buvo 7 m. ir 11 mėn., vyriausiam – 8 m. ir 9 mėn. (amžiaus vidurkis – 8 m. 5 mėn.). Dalyvauti tyrime vaikai atrinkti patogiosios atrankos būdu, bendradarbiaujant su Vilniaus miesto pradinio ir vidurinio ugdymo įstaigomis. Dalyvauti tyrime kvieisti vaikai iš 5 mokyklų, 19 klasių. Iš visų pakviestų šeimų dalyvauti tyrime sutiko 74,3 procento. Remiantis tėvų (globėjų) pateikta informacija, vaikų tinkamumas dalyvauti tyrime įvertintas pagal šiuos kriterijus: nepatyrė galvos smegenų traumų, galėjusių sukelti galvos smegenų pažeidimus; nediagnozuota raidos sutrikimų; specifinių mokymosi sutrikimų; aktyvumo ir dėmesio sutrikimų; emocinių ar elgesio sutrikimų. Visų tyrimo dalyvių regėjimas buvo normalus arba koreguotas iki normalaus, intelekto koeficientas didesnis nei 70 arba lygus 70. Visi tyrimo dalyviai mokosi mokyklose, kuriose visi dalyviai dėstomi lietuvių kalba.

**Tyrimo priemonės.** *Vykdomųjų funkcijų užduotys.* Tyrimo dalyvių vykdomosioms funkcijoms tirti buvo sukurti devyni užduočių rinkiniai. Septyni iš jų buvo atliekami kompiuteriu, du – ant popieriaus

pieštuku. Visos kompiuterinės užduotys sukurtos L. Rakickienės naudojant *PsychoPy V 1.80* kompiuterinę programą. *PsychoPy* yra atviros prieigos aplikacija, leidžianti demonstruoti stimulus ir rinkti duomenis vartotojų sukurtuose neuropsichologiniuose, psichologiniuose ir psichofizikiniuose eksperimentuose (Peirce, 2007). Kompiuterinės užduotys tyrimo dalyviams pateiktos nešiojamuoju kompiuteriu *Toshiba Satellite L750*, įstrižainė 39,6 cm, naudota papildomai prijungiama klaviatūra, iš kurios pašalinti visi klavišai, išskyrus reikalingus atsakymams pateikti. Palikti klavišai buvo specialiai pažymėti.

Tyrimo dalyvių atsako slopinimo funkcija vertinta dviem užduotimis – *Gyvūnai* ir *Plius-minus*. Užduotis *Gyvūnai* sukurta šiam tyrimui remiantis dydžių Stroopo užduotimi (Konkle & Oliva, 2012), kuri yra klasikinės Stroopo užduoties, naudotos Miyake ir kitų (2000) tyrime, variacija, tinkama pradinio mokyklinio amžiaus vaikams, kuriems gali būti dar nesusiformavęs skaitymo automatizmas. Vaikams kompiuterio ekrane po du pateikiami gyvūnų paveikslėliai ir prašoma nuspręsti, kuris gyvūnas realiame gyvenime yra didesnis. Kartais vaizduojamo gyvūno dydis ekrane sutampa su realiu gyvūno dydžiu, o kartais gyvūnas, kuris realiame gyvenime yra didesnis, ekrane rodomas mažesnis. Taip pasireiškia interferencija (Stroopo efektas) ir vaikui, kad nesuklystų, reikia nuslopinti impulsą reaguoti į gyvūno dydį kompiuterio ekrane. Pademonstravus užduotį ir atlikus mokymosi bandymus, pateikiami 96 testavimo bandymai. Užduoties rezultatas – klaidų skaičius bandymuose, kuriuose pasireiškia interferencijos efektas. Užduoties patikimumas buvo patvirtintas pakartotinio

matavimo būdu: Spearmano koreliacija tarp pirmo ir antro matavimų  $r = 0,78, p = 0,001$ . *Plius-minus* užduotis parengta remiantis „Eiti-neiti“ atsako slopinimo įvertinimo paradigma (Jodo & Kayama, 1992). Tyrimo dalyviui kompiuterio ekrane vienas po kito rodomi simboliai „+“ arba „-“ ir jo prašoma kuo greičiau paspausti klaviatūros klavišą kaskart, pamačius simbolį „+“, ir nespusti klavišo, pamačius simbolį „-“. Pateikiami 96 užduoties bandymai; užduoties rezultatas – klaidų, kai klavišas paspaustas rodant simbolį „-“, skaičius. Užduoties patikimumas buvo patvirtintas vidinio suderintumo būdu –  $\alpha = 0,85$ . Abiejų slopinimo užduočių patikimumas geras.

Tyrimo dalyvių psichinės veiklos perkėlimo funkcijai vertinti sukurtos keturios užduotys: *Kengūra*, *Spalva-forma*, *Sudėtis-atimtis* ir *AB*. Trys pirmosios užduotys sukurtos pradinio mokyklinio amžiaus vaikams remiantis Miyake ir kitų (2000) tyrime naudotomis užduotimis; *AB* užduotis parengta remiantis išbraukymo užduočių paradigma. *Kengūros* užduoties stimulai – vadinamosios Navono figūros (Navon, 1977, cituojama pagal Miyake et al., 2000), kur didesnę („globalią“) figūrą sudaro mažesnės („lokalinės“) tos pačios rūšies figūros. Užduotis atliekama trimis etapais, pirmame tyrimo dalyvių prašoma nustatyti didžiąją figūrą (27 bandymai), antrame – mažąsias figūras (27 bandymai), o trečiame – paeiliui tai didžiąją, tai mažąsias figūras (54 bandymai). Užduoties rezultatas – užduoties atlikimo efektyvumo (klaidų skaičiaus ir reakcijos laiko suminio įverčio) perkeliant dėmesį tarp stimulo dimensijų ir dėmesio neperkeliant, skirtumas. Užduoties patikimumas patvirtintas pakartotinio matavimo būdu. Pirmojo ir antrojo matavimo

Spearmano koreliacijos koeficientai: klaidų skaičiaus  $r = 0,62, p = 0,003$ ; reakcijos laiko neperkeliant dėmesio  $r = 0,73, p = 0,001$ ; reakcijos laiko perkeliant dėmesį  $r = 0,62, p = 0,001$ . *Spalvos-formos* užduoties stimulai – spalvotos geometrinės figūros. Atsižvelgiant į jų pasirodymo ekrane vietą tyrimo dalyvio prašoma nustatyti skirtingas stimulų savybes: pirmame etape – figūrų spalvą (32 bandymai), antrame etape – figūrų formą (32 bandymai), trečiame etape – paeiliui tai spalvą, tai formą (99 bandymai). Užduoties rezultatas – užduoties atlikimo efektyvumo (klaidų skaičiaus ir reakcijos laiko suminio įverčio) perkeliant dėmesį tarp stimulo dimensijų ir dėmesio neperkeliant, skirtumas. Užduoties patikimumas nustatytas pakartotinio matavimo būdu; pirmojo ir antrojo matavimo Spearmano koreliacijos koeficientai: klaidų skaičiaus  $r = 0,69, p = 0,002$ ; reakcijos laiko neperkeliant dėmesio  $r = 0,64, p = 0,006$ ; reakcijos laiko perkeliant dėmesį  $r = 0,70, p = 0,002$ . *Sudėtis-atimties* ir *AB* užduotys yra riboto atlikimo laiko užduotys, atliekamos ant popieriaus pieštuku. *Sudėtis-atimties* užduoties pirmame etape prie įrašytų skaičių reikia pridėti vieną, antrame – iš įrašytų skaičių atimti vieną, o trečiame – paeiliui tai pridėti, tai atimti vieną. Užduoties rezultatas – trečiame užduoties etape atliktų aritmetinių veiksmų ir pirmuose dviejuose etapuose atliktų aritmetinių veiksmų skaičiaus santykis. Užduoties patikimumas nustatytas pakartotinio matavimo būdu; pirmojo ir antrojo matavimo Spearmano koreliacijos koeficientai: trečiame etape atliktų veiksmų skaičiaus  $r = 0,70, p = 0,001$ , pirmuose dviejuose etapuose atliktų veiksmų skaičiaus  $r = 0,67, p = 0,001$ . *AB* užduoties pirmame etape reikia iš raidžių porų sąrašo išbraukti tą patį garsą žyminčių

raidžių poras, antrame – vienodo dydžio raidžių poras, o trečiame – arba tą patį garsą žyminčių, arba vienodo dydžio raidžių poras, tai priklauso nuo raidžių šrifto spalvos. Užduoties rezultatas – trečiame užduoties etape išbrauktų simbolių ir pirmuose dviejuose etapuose išbrauktų simbolių skaičiaus santykis. Užduoties patikimumas nustatytas pakartotinio matavimo būdu; pirmojo ir antrojo matavimo Spearmano koreliacijos koeficientai: trečiame etape atliktų veiksmų skaičiaus  $r = 0,63$ ,  $p = 0,004$ , pirmuose dviejuose etapuose atliktų veiksmų skaičiaus  $r = 0,69$ ,  $p = 0,001$ . Visų psichinės veiklos perkėlimo užduočių patikimumas yra pakankamas.

Tyrimo dalyvių reprezentacijų atnaujinimo funkcija tirta trimis užduotimis: *Kategorijų sekimas*, *Gyvūnų sekimas* ir *Raidžių sekimas*. Užduotys sukurtos pradinio mokyklinio amžiaus vaikams remiantis Miyake ir kitų (2000) tyrime naudotomis užduotimis. *Kategorijų sekimo* užduotyje tyrimo dalyviams kompiuterio vaizduoklyje paeiliui rodomi kelioms (2, 3 ar 4) objektų kategorijoms priklausantys paveikslėliai ir toms kategorijoms nepriklausantys paveikslėliai distraktoriai. Baigus rodyti paveikslėlius, tiriamojo prašoma garsiai įvardyti paskutinius matytus kiekvienos nurodytos kategorijos objektus. Atliekami 7 testavimo bandymai (3 bandymai kai objektai dviejų kategorijų, po 2 bandymus kai objektai trijų ir keturių kategorijų). Užduoties rezultatas – teisingų atsakymų skaičius. Užduoties patikimumas, nustatytas vidinio suderintumo būdu, geras –  $\alpha = 0,71$ . *Gyvūnų sekimo* užduotyje tyrimo dalyviams paeiliui rodomi trijų naminių gyvūnų paveikslėliai, lydimi šių gyvūnų skleidžiamų garsų. Tyrimo dalyvių prašoma sekti gyvūnų pasirodymus

ir kas tam tikrą skaičių to paties gyvūno pasirodymų (kas antrą arba kas trečią) paspausti klavišą. Pateikiami 6 testavimo bandymai – 3 bandymai, kai reikia paspausti klavišą kas antrą kartą (2 su 2 gyvūnais ir 1 su 3 gyvūnais) ir 3 bandymai, kai klavišą reikia paspausti kas trečią kartą (2 su 2 gyvūnais ir 1 su 3 gyvūnais). Užduoties rezultatas – teisingų atsakymų skaičius. Užduoties patikimumas, nustatytas vidinio suderintumo būdu, geras –  $\alpha = 0,77$ . *Raidžių sekimo* užduotyje vaizduoklio ekrane rodomos didžiosios spausdintinės raidės (viena raidė vienu metu). Tyrimo dalyvio prašoma išiminti tris paskutines bandymo raides ir jas pasakyti tyrėjui pasibaigus bandymui. Siekiant užtikrinti, kad atminties reprezentacijos būtų nuolat atnaujinamos, tyrimo dalyviui nurodoma viso bandymo metu garsiai kartoti paskutines 3 raides. Atliekama 13 testavimo bandymų, užduoties rezultatas – teisingai atgamintų raidžių skaičius. Užduoties patikimumas, nustatytas vidinio suderintumo būdu, pakankamas –  $\alpha = 0,71$ .

Vykdomųjų funkcijų užduočių validumas buvo patikrintas patvirtinamosios faktorių analizės metodu: buvo patikrintas tinkamumas modelio, kuriame slopinimui įvertinti kurtos užduotys suformuoja vieną latentinį faktorių, perkėlimo užduotys – antrą latentinį faktorių, o atnaujinimo užduotys – trečią latentinį faktorių. Nustatyti tokie modelio tinkamumo parametrai:  $\chi^2 = 22,36$ ;  $df = 24$ ;  $p = 0,558$ ;  $CFI = 1$ ;  $RMSEA = 0$ . Chi kvadrato statistika nesiekia statistinio reikšmingumo lygmens, todėl nulinės hipotezės, kad modelis tinka duomenims, atmesti negalime; sąlyginė suderintumo kriterijaus ( $CFI$ ) reikšmė lygi 1 ir vidutinės aproksimacijos paklaidos kvadratinė šaknis ( $RMSEA$ ) lygi

0 rodo, kad teorinis modelis puikiai tinka duomenims (Hooper, Coughlan, & Müller, 2008, cituojama pagal Pakalniškienė, 2013).

*Wechslerio trumpoji intelekto skalė (Wechsler Abbreviated Scale of Intelligence, WASI)* – tai standartizuotas testas, skirtas įvertinti 6–89 m. asmenų intelektiniams gebėjimams. Testą sudaro keturi subtestai: *Žodynas*, *Kubelių kompozicija*, *Panašumai* ir *Matricos*. Kiekvieno subtesto taškų suma perskaičiuojama į *T* balus, atsižvelgiant į tyrimo dalyvio amžiaus grupę. *T* balai yra nuo 20 iki 80, vidurkis 50, o standartinis nuokrypis 10. Remiantis subtestų suminiais *T* balais, skaičiuojami keturi IQ balai: Verbalinis IQ (*Žodyno* ir *Panašumų* subtestai), Neverbalinis IQ (*Kubelių kompozicijos* ir *Matricų* subtestai), IQ-4 (visi keturi subtestai), IQ-2 (*Žodyno* ir *Matricų* subtestai). Skalė yra adaptuota ir standartizuota Lietuvoje, jos validumo ir patikimumo rodikliai pateikiami WASI techniniame vadove (2011).

*Akademinių pasiekimų skalė*. Akademiinių pasiekimų skalę pildė vaiko mokytoja. Ją sudarė 19 teiginių, apibūdinančių vaiko kalbos (skaitymo – 6 teiginiai; rašymo – 6 teiginiai) ir matematikos (7 teiginiai) pasiekimus. Kiekvienas teiginys vertinamas pagal dešimties balų skalę, kur 10 reiškia geriausius pasiekimus. Sudėjus kiekvieną pasiekimų sritį apibūdinančių teiginių įverčius, apskaičiuojami skaitymo, rašymo ir matematikos įverčiai. Skalės vidinio suderintumo rodikliai ypač geri (rašymas:  $\alpha = 0,96$ ; skaitymas:  $\alpha = 0,95$ ; matematika:  $\alpha = 0,96$ ).

*Galių ir sunkumų klausimynas (Strengths Difficulties Questionnaire, SDQ)*. Tyrimui naudota Galių ir sunkumų klausimyno (Strengths Difficul-

ties Questionnaire, SDQ, Goodman, 1977, cituojama pagal Gintilienė ir kt., 2004) mokytojų versijos Hiperaktyvumo skalė. Ją sudaro 5 vertinami teiginiai: *Netiesa, Iš dalies tiesa, Tiesa*. Klausimyno validumas ir patikimumas patvirtinti Gintilienės ir kitų (2004). Mokytojų versijos Hiperaktyvumo skalės patikimumas laikomas geru (*Cronbacho  $\alpha$*  daugiau nei 0,70).

*Vaiko mokymosi elgesio kintamasis* buvo sudarytas iš keturių klausimų, į kuriuos raštu atsakė vienas iš vaiko tėvų ( $n = 101$ ) ir vaiko mokytoja ( $n = 19$ ): „Kaip dažnai vaikas ateina į mokyklą paruošęs namų darbus?“, „Kaip dažnai vaikas sielojasi, jei suklysta ar nesupranta dėstomo dalyko?“, „Kiek stipriai, Jūsų manymu, vaikas stengiasi pasiekti gerų mokymosi rezultatų?“, „Kiek dažnai vaikas užduoda klausimus ir konsultuojasi, jei ko nors nesupranta?“ Visi klausimai turi 4 atsakymo variantus, kurie vertinami balais (visada – 4 balai, dažnai – 3 balai, kartais – 2 balai, niekada – 1 balas), bendras įvertis apskaičiuojamas susumavus visų atsakymų balus, didesnis balas atitinka labiau pageidaujamą mokymosi elgesį. Kintamąjį sudarančių teiginių vidinis suderintumas –  $\alpha = 0,68$ .

*Tyrimo eiga*. Kiekvienas vaikas dalyvavo mažiausiai trijose tyrimo sesijose: pirmoji sesija buvo skirta WASI, antroji ir trečioji – vykdomosios funkcijos užduotims atlikti. Tyrimas buvo atliekamas individualiai, vienos tyrimo sesijos su pertraukėlėmis trukmė buvo apie 45 minutes, laiko tarpas tarp sesijų – mažiausiai 1 savaitė. Mokytojai pasiekimų anketas ir SDQ užpildė antroje mokslo metų pusėje. Tėvai į klausimus atsakė raštu ir grąžino atsakymus užklijuotuose vokuose kartu su sutikimu leisti vaikui dalyvauti tyrime.

*Duomenų skaičiavimas.* Rezultatams tvarkyti, pirminei tyrimo duomenų analizei atlikti ir tyrimo priemonių vidiniam suderintumui bei patikimumui vertinti naudotas SPSS 17.0 statistinis programinis paketas. Patvirtinamajai faktorių analizei ir struktūrinių lygčių modeliavimui atlikti naudota AMOS 18.0 programa; taikytas išsamios informacijos didžiausio tikėtimumo metodas (angl. *full information maximum likelihood approach*). Modelių tinkamumui vertinti naudota chi kvadrato ( $\chi^2$ ) reikšmė, lyginamojo tinkamumo rodiklis (angl. *comparative fit index, CFI*) ir aproksimacijos liekanos kvadrato šaknies paklaida (*RMSEA*). Vadovaujantis Hooper ir kitų (2008, cituojama pagal Pakalniškienė, 2013) rekomendacijomis, priimtinomis laikytos *CFI* reikšmės, didesnės už 0,9, ir *RMSEA* reikšmės, mažesnės už 0,08. Vykdomosios funkcijos užduočių *Plius-minus*, *Gyvūnai*, *Kengūra* ir *Spalva-forma* rezultatai buvo padauginti iš -1, kad didesnis užduoties rezultatas reikštų aukštesnį vykdomųjų gebėjimų lygį.

## Rezultatai

Struktūrinių lygčių modeliavimas leidžia ne tik įvertinti, kiek reikšmingi vaikų vykdomieji gebėjimai jų pasiekimams, bet ir iširti mediacijos efektus: nustatyti, kiek vykdomųjų funkcijų įtaką pasiekimams galima laikyti tiesiogine, o kiek vykdomieji gebėjimai

veikia per kitus kognityvius ar socialinius gebėjimus. Taigi, sukūrėme struktūrinių modelių, į kurių, be vykdomųjų gebėjimų (prediktorių) ir konkrečios akademinės srities mokyklinių pasiekimų, įtraukėme galimus kognityvaus lygmens mediatorius (verbalinių ir neverbalinių intelektą) bei elgesio lygmens mediatorius (mokymosi elgesį ir hiperaktyvumą). Konceptinis tyrimo modelis pateiktas 1-ame pav. Kadangi kėlėme prielaidą, jog skirtingų akademinė sričių pasiekimų prognostiniai veiksniai skiriasi, patikrinome šio modelio tinkamumą atskirai kiekvienoje iš pasiekimų sričių: matematikos, skaitymo ir rašymo. Informacija apie šių modelių tinkamumą tyrimo duomenims pateikta lentelėje.

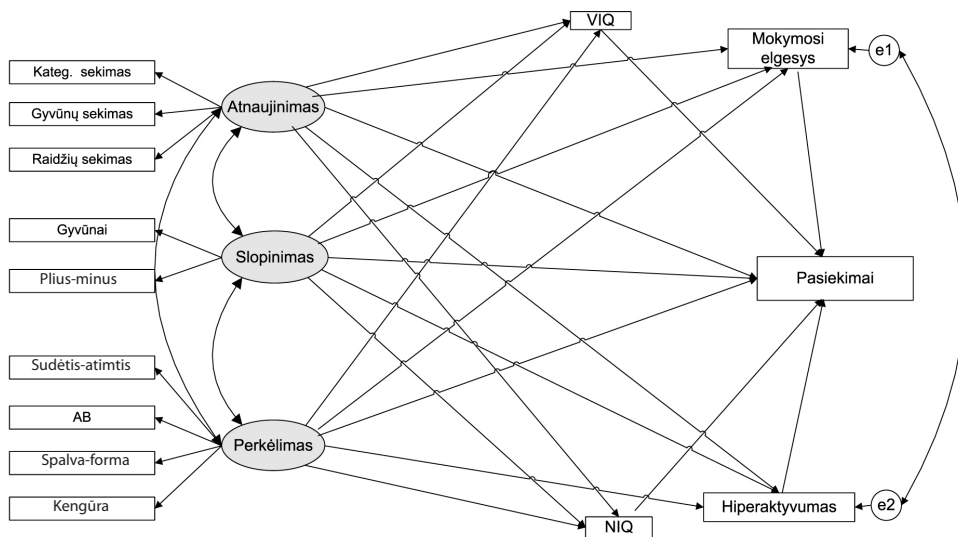
Iš lentelėje pateiktų koeficientų matyti, kad pasirinktas teorinis modelis tinka paaiškinti ryšiui tarp vykdomųjų gebėjimų ir visų mūsų tirtų akademinė pasiekimų sričių.

*Matematikos pasiekimai.* Struktūrinių lygčių modelis, prognozuojantis matematikos pasiekimus, ir jo įverčių parametrai (regresiniai svoriai, koreliacijos koeficientai ir determinacijos koeficientai) pavaizduoti 2 pav. Nė vienos vykdomosios funkcijos ir pasiekimų matematikos srityje nesieja tiesioginis ryšys. Dominuojančio atsako slopinimas susijęs su matematikos pasiekimais, tačiau ne tiesiogiai, o per mokymosi elgesį. Apskritai ryški tendencija, kad matematikos pasiekimams svarbesni yra elgesio lygmens prediktoriai: mokymosi

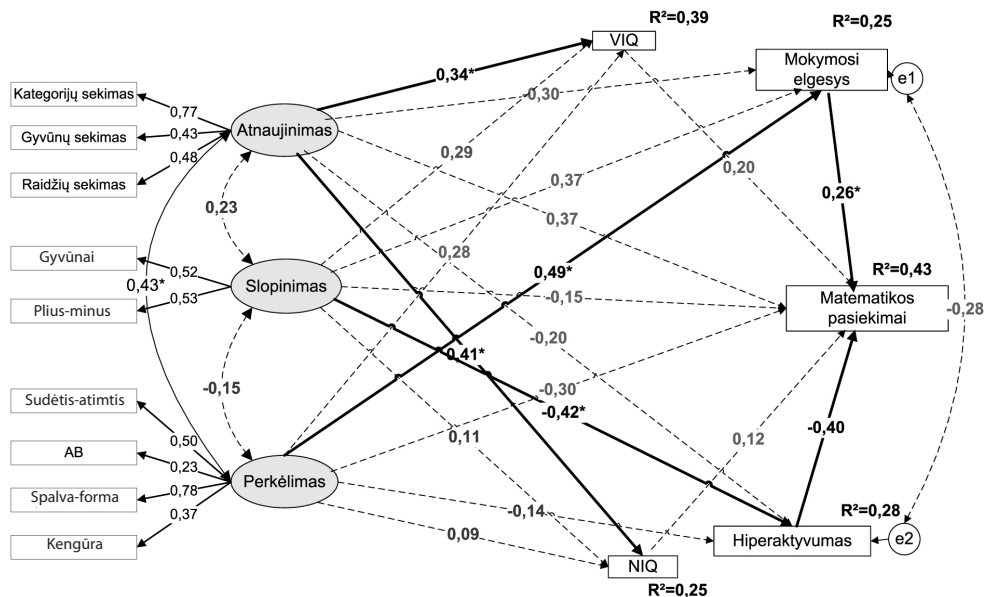
Lentelė. Tikrinamų modelių tinkamumo koeficientai

Modelio priklausomas kintamasis	Modelio tinkamumo rodikliai				
	$\chi^2$	df	p	CFI	RMSEA
Matematika	61,04	59	0,403	0,987	0,017
Skaitymas	57,69	59	0,524	1,000	0,000
Rašymas	62,06	59	0,367	0,981	0,021





1 pav. Tyrimo koncepcinis modelis, aprašantis tiesioginius ir mediacinius ryšius tarp vykdomųjų funkcijų ir akademinų pasiekimų. Stačiakampiuose pavaizduoti matavimo kintamieji, elipsėse – latentiniai faktoriai; lenktos rodyklės rodo kintamųjų koreliacinių ryšių, tiesios rodyklės – prognostinių ryšių

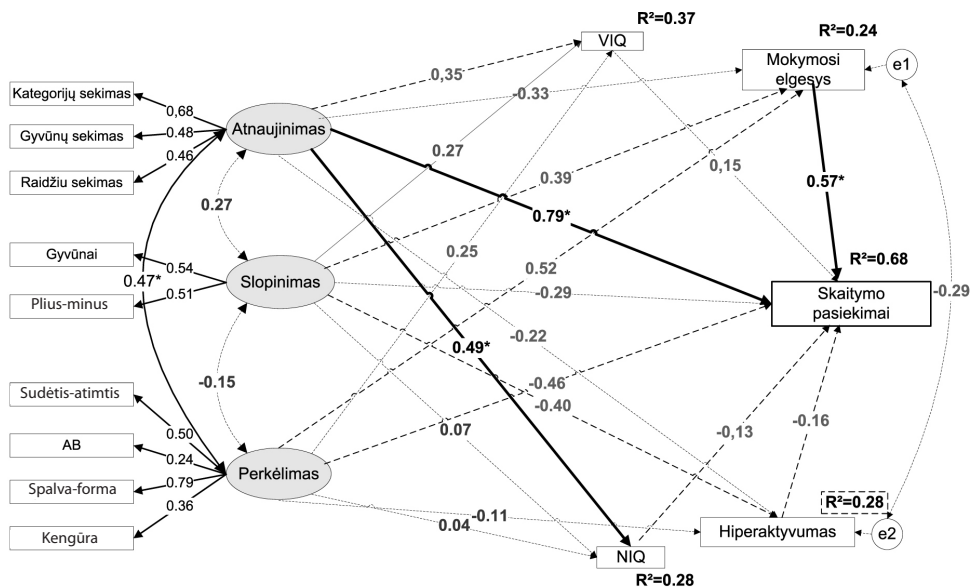


2 pav. Struktūrinių lygčių modelis, prognozuojantis matematikos pasiekimus. Greta vienkrypčių rodyklių nurodyti standartizuoti regresiniai svoriai (beta koeficientai) ir faktorių svoriai; greta lenktų rodyklių nurodyti koreliacijos tarp faktorių koeficientai (\* p < 0,05)

elgesys bei mokykloje demonstruojami hiperaktyvumo simptomai. Savo aktyvumą ir dėmesį mokykloje geriau valdantys (mažesnius SDQ klausimyno mokytojų versijos hiperaktyvumo skalės įverčius gavę), tinkamu mokymosi elgesiu pasižymintys (atsakingiau atliekantys namų darbus, labiau besistengiantys pasiekti gerų rezultatų, dažniau besikonsultuojantys su mokytoju ir pan.) vaikai gauna geresnius matematikos pasiekimų vertinimus (prognostinio hiperaktyvumo ryšio su pasiekimais regresijos koeficientas  $\beta = -0,40, p = 0,001$ , mokymosi elgesio ryšio su pasiekimais  $-\beta = 0,26, p = 0,04$ ). Savo ruožtu geresniu atsako slopinimu pasižymintys vaikai mokykloje rodo mažiau hiperaktyvumo ir nedėmesingumo simptomų ( $\beta = -0,42, p = 0,05$ ), o greičiau ir efektyviau psichinę veiklą perkeltantys vaikai pasižymi labiau pageidaujamu mokymosi elgesiu ( $\beta = 0,49, p = 0,05$ ).

*Skaitymo pasiekimai.* Struktūrinių lygčių modeliai, prognozuojantys skaitymo pasiekimus, ir jų įverčių parametrai pavaizduoti 3-iame pav. Skaitymo pasiekimus tiesiogiai prognozuoja viena iš mūsų tirtų vykdomųjų funkcijų – veikliosios atminties reprezentacijų atnaujinimas ( $\beta = 0,79, p = 0,04$ ): efektyviau atnaujinantys veikliosios atminties reprezentacijas pradinukai pasiekia geresnių skaitymo rezultatų. Kitas skaitymo pasiekimų prognostinis veiksnys – mokymosi elgesys ( $\beta = 0,57, p = 0,02$ ). Nors jį įtraukėme į modelį kaip galimą vykdomųjų funkcijų ir pasiekimų ryšio mediatorių, nė vienos iš vykdomųjų funkcijų ryšys su šiuo kintamuoju nesiekia statistinio reikšmingumo lygmens, nors regresijos koeficientų reikšmės ir nemažos, ypač psichinės veiklos perkėlimo ir mokymosi elgesio ( $\beta = 0,52, p = 0,06$ ).

*Rašymo pasiekimai.* Rašymo pasiekimus prognozuojantis struktūrinių lygčių



3 pav. *Struktūrinių lygčių modelis, prognozuojantis skaitymo pasiekimus.* Greta vienkrypčių rodyklių nurodyti standartizuoti regresiniai svoriai (beta koeficientai) ir faktorių svoriai; greta lenktų rodyklių nurodyti koreliacijos tarp faktorių koeficientai (\*  $p < 0,05$ )

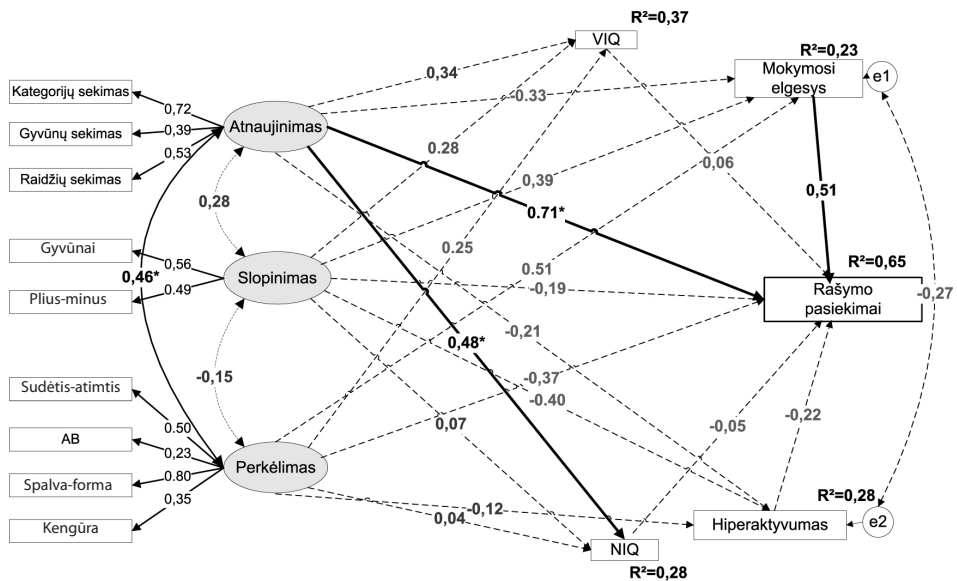
modelis ir jo įverčių parametrai pateikti 4-ame pav. Rašymo pasiekimus prognozuoja tie patys kintamieji, kaip ir skaitymo pasiekimus. Veikliosios atminties reprezentacijų atnaujinimas mūsų tikrinamame modelyje yra pagrindinis rašymo pasiekimų prediktorius. Rašymo pasiekimus atnaujinimas prognozuoja tiek pat gerai, kiek ir skaitymo pasiekimus: atnaujinimo ir rašymo pasiekimų ryšio regresinis svoris  $\beta = 0,71$ ,  $p = 0,01$ , atnaujinimo ir skaitymo pasiekimų ryšio regresinis svoris  $\beta = 0,69$ ,  $p = 0,01$ , koeficientų skirtumas nesiekia statistinio reikšmingumo lygmens ( $z = -0,01$ ). Kaip ir skaitymo pasiekimų atveju, mokymosi elgesys yra antrasis tiesioginis rašymo pasiekimų prediktorius ( $\beta = 0,51$ ,  $p = 0,01$ ), tačiau vykdomųjų funkcijų ir mokymosi elgesio kintamojo ryšiai statistiškai nereikšmingi.

Į modelius įtraukti kintamieji paaiškina nemažą dalį tyrimo imties pasiekimų

sklaidos: matematikos, skaitymo ir rašymo pasiekimų determinacijos koeficientai atitinkamai lygūs 0,43, 0,68 ir 0,79. Matoma tendencija, kad pasirinktas teorinis modelis, kuriame vykdomieji gebėjimai prognozuoja pasiekimus tiesiogiai ir per kitus kognityvius bei elgesio veiksnius, pradinio mokyklinio amžiaus vaikų raštingumo pasiekimus aiškina geriau, nei matematikos pasiekimus.

## Rezultatų aptarimas

Šiame tyrime bandėme atsakyti į klausimą, kurios iš trijų tirtų vykdomųjų funkcijų leidžia prognozuoti pasiekimus įvairiose akademinėse srityse. Atsakyti vienu būdu į šį klausimą pasirodė neįmanoma – atnaujinimas, perkėlimas ir slopinimas nevienodai reikšmingi vaikų akademiniams pasiekimams, o vykdomųjų funkcijų ir pasiekimų ryšiai skyrėsi ir priklausė nuo akademinų pasiekimų srities. Tai suprantama, nes



4 pav. *Struktūrinių lygčių modelis, prognozuojantis rašymo pasiekimus. Greta vienkrypčių rodyklių nurodyti standartizuoti regresiniai svoriai (beta koeficientai) ir faktorių svoriai; greta lenktų dvikrypčių rodyklių nurodyti koreliacijos tarp faktorių koeficientai (\* $p < 0,05$ )*

kiekvienos disciplinos užduotys kelia specifinius kognityvius reikalavimus, ir šie reikalavimai apima įvairius vykdomuosius procesus.

Vienintelė vykdomoji funkcija, leidusi tiesiogiai prognozuoti akademinus pasiekimus, yra veikliosios atminties reprezentacijų atnaujinimas. Atnaujinimo svarba mokykliniams pasiekimams yra bene geriausiai įrodyta koreliaciniais ir tęstiniais tyrimais (Bull & Scerif, 2001; Bull et al., 2008; Passolunghi & Pazzaglia, 2005; Rose et al., 2011). Pasitelkus struktūrinių lygčių modeliavimą, reprezentacijų atnaujinimas taip pat išsiskiria kaip stipriausias mokinių pasiekimų prediktorius (Christopher et al., 2012; Rose et al., 2011).

Atnaujinimas leido tiesiogiai prognozuoti skaitymo ir rašymo pasiekimus, tačiau nebuvo reikšmingai susijęs su matematikos pasiekimais. Kad galėtų sklandžiai skaityti tekstą ar taisyklingai atlikti rašymo užduotis, vaikas turi saugoti veiklojoje atmintyje skaitomo ar girdimo žodžio dalis, žodžius ir jų prasmes, juos jungti tarpusavyje sudarydamas vis naujus prasmingus informacijos vienetus. Tokio pobūdžio kognityvi veikla glaudžiai susijusi su veikliosios atminties reprezentacijų atnaujinimu, kuris apima efektyvų senos informacijos pakeitimą nauja (St Clair-Thompson & Gathercole, 2006).

Kitų dviejų tirtų vykdomųjų funkcijų – psichinės veiklos perkėlimo ir atsako slopinimo – tiesioginis prognostinis ryšys nesieja su akademiniais pasiekimais nė vienoje iš mūsų tirtų akademinų pasiekimų sričių. Tačiau jos abi susijusios su pasiekimais per elgesio mediatorius: hiperaktyvumo ir nedėmesingumo simptomai yra dominuojančio atsako slopinimo ir matematikos pasiekimų ryšio mediatorius, o su mokymosi susijęs

elgesys yra psichinės veiklos perkėlimo ir matematikos pasiekimų ryšio mediatorius. Raport ir kiti (2000) nustatė, kad elgesio sunkumai ir hiperaktyvumas susiję su menkesniais akademiniais pasiekimais, o Riggs ir kiti (2003) nustatė neigiamą atsako slopinimo ir hiperaktyvumo išreikštumo mokykloje ryšį. Mūsų gauti rezultatai šiuos faktus susieja į vieną visumą – atsako slopinimas susijęs su matematikos pasiekimais ne tiesiogiai, bet per tarpinį kintamąjį – mokymosi elgesį.

Psichinės veiklos perkėlimo ir akademinų pasiekimų ryšys tiriamas mažiausiai, o rezultatai prieštaringi. Pavyzdžiui, Bull ir Scerif (2001) bei Yeniad, Malda, Mesman, van Ijzendoorn ir Pieper (2013) nustatė, kad perkėlimą ir pasiekimus matematikos srityje sieja silpnas ryšys, o Van der Ven ir kiti (2012) ryšio tarp šių konstrukto neaptiko, tačiau nebuvo tirti perkėlimo ir akademinų pasiekimų mediaciniai ryšiai. Mūsų tyrime nustatytas perkėlimo ir pasiekimų ryšys medijuojamas mokymosi elgesio: vaikams, kurie efektyviau perkelia psichinę veiklą nuo vienos veiklos prie kitos, būdingiau kruopščiai atlikti namų darbus, užduoti mokytojui klausimų, dėti pastangas pasiekti geresnių mokymosi rezultatų ir pan. Tikėtina, kad didesniu psichiniu lankstumu pasižymintys vaikai lengviau adaptuojasi prie mokyklos reikalavimų ir su jais identifikuojasi, todėl jų mokymosi elgesys yra tinkamesnis.

Šio tyrimo netikėtas rezultatas – kad visoms akademinų pasiekimų sritims vykdomosios funkcijos yra svarbesnės, nei intelektas, o matematikos pasiekimams svarbesni elgesio, o ne kognityvūs veiksniai. Nė vienoje iš mūsų tirtų akademinų pasiekimų sričių intelektas neišsiskyrė kaip svarbus prognostinis veiksnys. Reikėtų patikslinti,

kad tai nereiškia, jog tyrime nustatyti intelekto ir pasiekimų įverčiai nekoreliavo tarpusavyje: Spearmano koreliacijos tarp verbalinio intelekto ir matematikos, skaitymo ir rašymo pasiekimų koeficientai – atitinkamai 0,38, 0,42 ir 0,39; Spearmano koreliacijos tarp neverbalinio intelekto ir matematikos, skaitymo ir rašymo pasiekimų koeficientai – atitinkamai 0,34, 0,21 ir 0,22 (visos koreliacijos statistiškai reikšmingos). Tai atitinka įprastai nustatomus vidutinio stiprumo koreliacinius ryšius tarp intelekto ir pasiekimų (Girdzijauskienė, 2002). Tačiau įtraukus verbalinę ir neverbalinę intelektą į struktūrinius modelius, prognozuojančius pasiekimus kartu su vykdomosiomis funkcijomis ir elgesio veiksniais, prognostiniai ryšiai tarp intelekto ir pasiekimų labai susilpnėja. Tai galima paaiškinti veikliosios atminties reprezentacijų atnaujinimo ryšiu tiek su intelektu, tiek su pasiekimais: tikėtina, kad koreliacija tarp intelekto ir pasiekimų atspindi bendrą atnaujinimo įtaką tiek intelekto testų užduočių, tiek skaitymo ir rašymo užduočių atlikimui.

Interpretuojant tyrimo rezultatus, svarbu atsižvelgti į tiriamųjų amžių. Pradėjusių lankyti mokyklą vaikų, kai jie dar tik pratinasi prie mokyklos reikalavimų, o mokymas gana direktyvus, elgesio reikšmė pasiekimams gali būti didesnė nei vyresnėse klasėse, kai vaikai tampa aktyvesniais

ugdymosi proceso dalyviais. Taip pat ir atminties svarba, ypač didelė pirmaisiais mokymosi metais, vėliau, kai vaikai mokydami labiau remiasi jau turimomis žiniomis ir gebėjimais samprotauti, gali sumenkėti. Galiausiai, aštuonerių metų vaikų smegenų struktūros tebėra plastiškos, ryšiai tarp įvairių kognityvių funkcijų vis dar formuojasi ir stiprėja, todėl gali būti, kad, bręstant smegenų struktūroms, vaikai, atlikdami mokyklinės užduotis, ima remtis įvairesniais kognityviais procesais.

## Išvados

1. Veikliosios atminties reprezentacijų atnaujinimas yra vienas iš veiksmų, tiesiogiai prognozuojančių pradinio mokyklinio amžiaus vaikų skaitymo ir rašymo pasiekimus.
2. Vykdomosios funkcijos prognozuoja pradinio mokyklinio amžiaus vaikų matematikos pasiekimus ne tiesiogiai, o per elgesio veiksnius: mokyklinis elgesys yra psichinės veiklos perkėlimo ir matematikos pasiekimų ryšio mediatorius, o hiperaktyvus elgesys – atsako slopinimo ir matematikos pasiekimų ryšio mediatorius.
3. Pradiniame mokykliniame amžiuje mokymosi elgesys ir veiklioji atmintis yra svarbesni pasiekimų veiksniai nei intelektiniai gebėjimai.

## LITERATŪRA

Altemeier, L. E., Abbott, R. D., & Berninger, V. W. (2008). Executive functions for reading and writing in typical literacy development and dyslexia. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 30 (5), 588–606. doi:10.1080/13803390701562818.

Blair, C., & Razza, R. P. (2007). Relating effortful control, executive function, and false belief

understanding to emerging math and literacy ability in kindergarten. *Child Development*, 78 (2), 647–663. doi:10.1111/j.1467-8624.2007.01019.x.

Brock, L. L., Rimm-Kaufman, S. E., Nathanson, L., & Grimm, K. J. (2009). The contributions of “hot” and “cool” executive function to children’s academic achievement, learning-related behaviors,

and engagement in kindergarten. *Early Childhood Research Quarterly*, 24 (3), 337–349. doi:10.1016/j.ecresq.2009.06.001.

Brydges, C. R., Reid, C. L., Fox, A. M., & Anderson, M. (2012). A unitary executive function predicts intelligence in children. *Intelligence*, 40 (5), 458–469. doi:10.1016/j.intell.2012.05.006.

Bull, R., Espy, K. A., & Wiebe, S. A. (2008). Short-term memory, working memory, and executive functioning in preschoolers: Longitudinal predictors of mathematical achievement at age 7 years. *Developmental Neuropsychology*, 33 (3), 205–228. doi:10.1080/87565640801982312.

Bull, R., & Scerif, G. (2001). Executive functioning as a predictor of children's mathematics ability: Inhibition, switching, and working memory. *Developmental Neuropsychology*, 19 (3), 273–293. doi:10.1207/S15326942DN1903\_3.

Christopher, M. E., Miyake, A., Keenan, J. M., Pennington, B., DeFries, J. C., Wadsworth, S. J., ..., Olson, R. K. (2012). Predicting word reading and comprehension with executive function and speed measures across development: A latent variable analysis. *Journal of Experimental Psychology: General*, 141 (3), 470–488. doi:10.1037/a0027375.

Espy, K. A., McDiarmid, M. M., Cwik, M. F., Stalets, M. M., Hamby, A., & Senn, T. E. (2004). The contribution of executive functions to emergent mathematic skills in preschool children. *Developmental Neuropsychology*, 26 (1), 465–486. doi:10.1207/s15326942dn2601\_6.

Gathercole, S. E., Alloway, T. P., Kirkwood, H. J., Elliott, J. G., Holmes, J., & Hilton, K. A. (2008). Attentional and executive function behaviours in children with poor working memory. *Learning and Individual Differences*, 18 (2), 214–223. doi:10.1016/j.lindif.2007.10.003.

Gintilienė G., Černiauskaitė D., Povilaitis R., Girdzijauskienė S., Lesinskienė S., Pūras, D. (2004). Lietuviškas SDQ – standartizuotas mokyklinio amžiaus vaikų „Galių ir sunkumų klausimynas“. *Psichologija*, 29, 88–105.

Girdzijauskienė S. (2002). Psichometrinės WISC-III charakteristikos. D. *Wechsler. Wechslerio intelekto skalė vaikams – trečias leidimas*. Vadovas. Vilnius: VU Specialiosios psichologijos laboratorija, p. 38–50.

Jodo, E., & Kayama, Y. (1992). Relation of a negative ERP component to response inhibition in a Go/No-go task. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 82 (6), 477–482. doi:10.1016/0013-4694(92)90054-L.

Kastner, J. W., May, W., & Hildman, L. (2001). Relationship between language skills and academic achievement in first grade. *Perceptual and Motor Skills*, 92, 381–390. doi: 10.2466/pms.2001.92.2.381.

Konkle, T., & Oliva, A. (2012). A familiar-size Stroop effect: Real-world size is an automatic property of object representation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 38 (8), 561–569.

Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “Frontal Lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41 (1), 49–100. doi:10.1006/cogp.1999.0734.

Monette, S., Bigras, M., & Guay, M.-C. (2011). The role of the executive functions in school achievement at the end of Grade 1. *Journal of Experimental Child Psychology*, 109 (2), 158–173. doi:10.1016/j.jecp.2011.01.008.

Neuenschwander, R., Röthlisberger, M., Cimeli, P., & Roebers, C. M. (2012). How do different aspects of self-regulation predict successful adaptation to school? *Journal of Experimental Child Psychology*, 113 (3), 353–371. doi:10.1016/j.jecp.2012.07.004.

Oberle, E., & Schonert-Reichl, K. A. (2013). Relations among peer acceptance, inhibitory control, and math achievement in early adolescence. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 34 (1), 45–51. doi:10.1016/j.appdev.2012.09.003.

Pakalniškienė V. (2013). *Tyrimo ir įvertinimo priemonių patikimumo ir validumo nustatymas*. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla.

Passolunghi, M. C., & Pazzaglia, F. (2005). A comparison of updating processes in children good or poor in arithmetic word problem-solving. *Learning and Individual Differences*, 15 (4), 257–269. doi:10.1016/j.lindif.2005.03.001.

Peirce, J. W. (2007). PsychoPy—Psychophysics software in Python. *Journal of Neuroscience Methods*, 162 (1–2), 8–13. doi:10.1016/j.jneumeth.2006.11.017.

Rappoport, M. D., Chung, K. M., Shore, G., Denney, C. B., & Isaacs, P. (2000). Upgrading the science and technology of assessment and diagnosis: Laboratory and clinic-based assessment of children with ADHD. *Journal of Clinical Child Psychology*, 29 (4), 555–568. doi:10.1207/S15374424JCCP2904\_8.

Riggs, N. R., Blair, C. B., & Greenberg, M. T. (2003). Concurrent and 2-year longitudinal relations between executive function and the behavior of 1st and 2nd grade children. *Child Neuropsychology: A Journal*

on *Normal and Abnormal Development in Childhood and Adolescence*, 9 (4), 267–276. doi:10.1076/chin.9.4.267.23513.

Rose, S. A., Feldman, J. F., & Jankowski, J. J. (2011). Modeling a cascade of effects: The role of speed and executive functioning in preterm/full-term differences in academic achievement. *Developmental Science*, 14 (5), 1161–1175. doi:10.1111/j.1467-7687.2011.01068.x.

Rydell, A.-M., Thorell, L., & Bohlin, G. (2004). Two types of inhibitory control: Predictive relations to social functioning. *International Journal of Behavioral Development*, 28 (3), 193–203. doi:10.1080/01650250344000389.

St Clair-Thompson, H. L., & Gathercole, S. E. (2006). Executive functions and achievements in school: Shifting, updating, inhibition, and working memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology* (2006), 59 (4), 745–759. doi:10.1080/17470210500162854.

Steinmayr, R., Ziegler, M., & Trauble, B. (2010). Do intelligence and sustained attention interact in predicting academic achievement? *Learning and Individual Differences*, 20 (1), 14–18. doi:10.1016/j.lindif.2009.10.009.

Van der Sluis, S., de Jong, P. F., & van der Leij, A. (2007). Executive functioning in children, and its relations with reasoning, reading, and arithmetic. *Intelligence*, 35 (5), 427–449. doi:10.1016/j.intell.2006.09.001.

Van der Ven, S. H. G., Kroesbergen, E. H.,

Boom, J., & Leseman, P. P. M. (2012). The development of executive functions and early mathematics: A dynamic relationship. *The British Journal of Educational Psychology*, 82 (Pt 1), 100–119. doi:10.1111/j.2044-8279.2011.02035.x.

WASI techninis vadovas (2011). A. Bagdonas, D. Butkienė, M. Černiauskaitė, S. Girdzijauskienė, V. Jakutienė, R. Malakauskaitė, L. Narkevič-Skurko, I. Salialionė (vertė ir adaptavo). Vilnius: VU Specialiosios psichologijos laboratorija.

Welsh, M. C., Pennington, B. F., & Groisser, D. B. (1991). A normative developmental study of executive function: A window on prefrontal function in children. *Developmental Neuropsychology*, 7 (2), 131–149. doi:10.1080/87565649109540483.

Wiebe, S. A., Espy, K. A., & Charak, D. (2008). Using confirmatory factor analysis to understand executive control in preschool children: I. Latent structure. *Developmental Psychology*, 44 (2), 575–587. doi:10.1037/0012-1649.44.2.575.

Wu, K. K., Chan, S. K., Leung, P. W. L., Liu, W. S., Leung, F. L. T., & Ng, R. (2011). Components and developmental differences of executive functioning for school-aged children. *Developmental Neuropsychology*, 36 (3), 319–337. doi:10.1080/87565641.2010.549979.

Yeniad, N., Malda, M., Mesman, J., van Ijzen-doorn, M. H., & Pieper, S. (2013). Shifting ability predicts math and reading performance in children: A meta-analytical study. *Learning and Individual Differences*, 23, 1–9. doi:10.1016/j.lindif.2012.10.004.

## RELATIONS BETWEEN EXECUTIVE FUNCTIONS AND ACADEMIC ACHIEVEMENTS IN PRIMARY SCHOOL CHILDREN

Lauryna Rakickienė, Sigita Girdzijauskienė

### S u m m a r y

Although the relations between executive functions and academic achievement are considered widely proven, due to the methodological limitations of most studies little can be said about the relational importance of various executive functions for achievements in math, reading, and writing. Therefore, this study aimed to examine the role of different executive functions postulated by Miyake et al. (2000) (response inhibition, working memory updating, and mental set shifting) on academic achievements in math, reading, and writing as well as the possible mediation effects of cognitive (verbal and performance intelligence) and

behavioral variables (learning-related behavior and hyperactivity). In total, 101 children were tested in the second grade of a primary school on nine simple computer tasks intended to predominantly tap one of the three executive abilities: response inhibition, mental set shifting, and working memory updating. In addition, all participants completed the Wechsler Abbreviated Scale of Intelligence (WASI). The construct validity of the executive function tasks was established by a confirmatory factor analysis: consistent with other latent variable studies of executive function, the three target executive abilities proved to be separable and

moderately correlated with each other (Miyake et al., 2000; Rose et al., 2011). Academic achievement was evaluated by a teacher's report. The research variables of hyperactivity and learning-related behavior were composed using teachers' answers to the questions from the Hyperactivity Scale of Strengths and Difficulties Questionnaire (SDQ) and the parents' and teachers' answers to additional questions concerning children's learning-related behavior. Structural equation modelling was used to examine the structural relations of predictors (latent factors of response inhibition, memory updating, and mental set-shifting), mediators (verbal intelligence, performance intelligence, hyperactivity, and learning-related behavior) and dependent variables (math, reading and writing achievement scores). Executive functions proved to be important predictors of academic achievement in primary school. Working memory updating was

directly related to achievements in reading ( $\beta = 0.69$ ,  $p = 0.04$ ) and writing ( $\beta = 0.71$ ,  $p = 0.01$ ). Response inhibition and mental set-shifting were related to math achievement through behavioral mediators: children with a better ability to regulate inappropriate responses showed fewer symptoms of hyperactivity ( $\beta = -0.42$ ,  $p = 0.05$ ), which in turn led to higher achievements in math ( $\beta = -0.40$ ,  $p = 0.001$ ); children with better mental set-shifting demonstrated more appropriate learning-related behaviors ( $\beta = 0.49$ ,  $p = 0.05$ ), while learning-related behaviors also predicted math achievements ( $\beta = 0.26$ ,  $p = 0.04$ ). In contrast, verbal and performance intelligence did not have any significant relation to academic achievements in primary school.

**Key words:** executive function, academic achievements, verbal and performance intelligence, hyperactivity, learning-related behaviors.

*Iteikta 2014 09 19*