

AMŽIAUS SĄSAJOS SU PAPRASTOS IR SUDĖTINGOS INFORMACIJOS APDOROJIMO GREIČIU, ATMINTIMI BEI PSICHINĖS VEIKLOS PERKĖLIMU

Vytautas Jurkuvėnas

Doktorantas
Vilniaus universitetas
Bendrosios psichologijos katedra
Universiteto g. 9/1, LT-01513 Vilnius
Tel. + 370 6 177 1372
El. paštas: vytautas.jurkuvenas@fsf.vu.lt

Suaugusiųjų amžius siejamas su informacijos apdorojimo greičio lėtėjimu ir daugelio kitų fluidinių gebėjimų (atmintis, psichinės veiklos perkėlimas) susilpnėjimu. Remiantis informacijos apdorojimo greičio teorija ir gausiais empiriniais įrodymais galima teigti, kad informacijos apdorojimo greitis yra amžiaus ir fluidinių gebėjimų ryšių mediatorius. Vis dėlto nėra aišku, ar mediacinis ryšys išlieka, jeigu atskiriamas paprastos ir sudėtingos informacijos apdorojimo greitis. Šiame straipsnyje aprašyto tyrimo tikslas – ištirti tiesioginius ir mediacinius ryšius tarp amžiaus, paprastos ir sudėtingos informacijos apdorojimo greičio, atminties ir psichinės veiklos perkėlimo. Tyrime dalyvavo 415 asmenų, kurių amžius – nuo 18 iki 84 metų ($M = 39,05$; $SD = 18,34$). Visi tyrimo dalyviai, naudodamiesi kompiuteriu, atliko vienuolika pažintinėms funkcijoms tirti skirtų užduočių. Užduotys suskirstytos į keturias grupes. Toks grupavimas pagrįstas patvirtinamąja faktorių analize ($X^2 = 83,035$; $df = 47$; $p = 0,001$, $RMSEA = 0,043$; $CFI = 0,973$; $TLI = 0,961$). Tyrimo dalyviai taip pat užpildė klausimyną, kurį sudarė demografiniai klausimai apie šeiminių padėčių, darbą, lytį, kalbą, išsilavinimą ir amžių. Tiesiniai ir mediaciniai amžiaus ir pažintinių gebėjimų ryšiai įvertinti keturiais kelių analizės modeliais. Nustatyta, kad amžius stipriai susijęs su paprastos ir sudėtingos informacijos apdorojimo greičio lėtėjimu bei atminties prastėjimu. Paprastos informacijos apdorojimo greitis yra mediatorius, paaiškinantis amžiaus sąsają su atmintimi ir iš dalies – amžiaus sąsają su psichinės veiklos perkėlimu. Paprastos informacijos apdorojimo greitis tik iš dalies paaiškina amžiaus sąsają su sudėtingos informacijos apdorojimo greičiu. Sudėtingos informacijos apdorojimo greitis yra mediatorius, paaiškinantis paprastos informacijos apdorojimo greičio sąsają su psichinės veiklos perkėlimu ir iš dalies – sąsają su atmintimi.

Pagrindiniai žodžiai: amžius, paprastos informacijos apdorojimo greitis, sudėtingos informacijos apdorojimo greitis, atmintis, psichinės veiklos perkėlimas.

Evoliuciškai ir kaupiant patirtį susiformavusiais pažintiniais mechanizmais žmogus nuolat sprendžia įvairaus pobūdžio ir sudėtingumo uždavinius. Šie uždaviniai turi būti išspręsti ne tik tinkamai, bet ir pakankamai greitai, kad mūsų sprendimas turėtų prasmę (Barrett, 2008). Pavyzdžiui, individas, susidūręs su pavojumi, ne tik turi

jo išvengti, bet ir tai padaryti laiku. Taigi pažintinių užduočių atlikimo greitis neabejotinai yra viena labai svarbių efektyvaus pažintinio funkcionavimo sąlygų.

Informacijos apdorojimo greitis – tai įvairių pažintinių operacijų atlikimo trukmė (Salthouse, 1996). Gebėjimas greitai atlikti pažintines operacijas matuojamas naudojant

santykinai nesudėtingas motorinio greičio, paprasto reakcijos laiko, sprendimo reakcijos laiko, raidžių paieškos, žodžių palyginimo ir panašias užduotis (Carroll, 1993; Salthouse, 2000). Šių užduočių atlikimas yra daug labiau susijęs tarpusavyje, nei su kitas pažintines funkcijas matuojančių užduočių atlikimu (Deary & Stough, 1996; Bors & Forrin, 1995; Carroll, 1993; Catts, Gillispie, Leonard, Kail, & Miller, 2002; Helmbold, Troche, & Rammsayer, 2007). Tai patvirtina, kad informacijos apdorojimo greitis yra atskira pažintinė funkcija.

Informacijos apdorojimo greitis bene dažniausiai nagrinėjamas tiriant šio gebėjimo sąsajas su amžiumi (Borella, Ghisletta, & de Ribaupierre, 2011; Kail & Salthouse, 1994; Lee et al., 2012; Salthouse, 2000; Salthouse, 1996). Manoma, kad stiprus amžiaus ir informacijos apdorojimo greičio ryšys turi biologinį pagrindą. Šiuo metu yra sukaupta nemažai įrodymų šiam teiginiui pagrįsti. Nustatyta, kad tiek informacijos apdorojimo greitis, tiek amžius tiesiogiai susiję su centrinėje nervų sistemoje esančios baltosios medžiagos vientisumu, dar vadinamu integralumu (Penke et al., 2010; Salami, Eriksson, Nilsson, & Nyberg, 2012; Vernooij et al., 2009). Baltosios medžiagos vientisumas yra išskirtinai stipriai susijęs su apdorojimo greičiu, tačiau pasižymi silpnesniais ryšiais su kitomis pažintinėmis funkcijomis (Borghesani et al., 2013). Remiantis minėtais tyrimais, galima kelti prielaidą, kad biologinį pagrindą turintis su amžiumi susijęs informacijos apdorojimo lėtėjimas užima išskirtinę vietą apibūdinant senėjimo procesus.

Žinoma, suaugusių žmonių amžius siejamas ne tik su informacijos apdorojimo greičio lėtėjimu, bet ir su daugelio kitų

pažintinių gebėjimų susilpnėjimu (Fristoe, Salthouse, & Woodard, 1997; Kennedy, Partridge, & Raz, 2008; Schroeder & Salthouse, 2004; Verhaeghen & Salthouse, 1997). Dėmesio, ilgalaikės ir trumpalaikės atminties, percepciniai, kalbos, sprendimo priėmimo, vykdomosios funkcijos, fluidiniai ir bendrieji intelektiniai gebėjimai – visi siejami su bendru amžiaus nulemtu pažintinių funkcijų susilpnėjimu (Carroll, 1993; Horn & Cattell, 1967; Riddle, 2007). Su amžiumi susijęs, arba „normalus“, pažintinis susilpnėjimas, anot Salthouse (2000), prasideda jau apie dvidešimtuosius gyvenimo metus. Tačiau ne visi gebėjimai vienodai susilpnėja didėjant amžiui, o žodyno ar žinių testų rezultatai neretai gerėja iki pat šešiasdešimties metų. Galima kelti prielaidą, kad amžiaus sąsajos su pažintinėmis funkcijomis nėra vienakryptės ir pasižymi ne tik tiesiniais, bet ir mediaciniais ryšiais.

Manoma, kad būtent informacijos apdorojimo greitis yra mediatorius, kuris tiesiogiai siejasi su amžiumi ir kitais pažintiniais gebėjimais. Kitaip tariant, informacijos apdorojimo greitis paaiškina ryšius tarp amžiaus ir kitų pažintinių funkcijų (Fry & Hale, 1996; Kail, 2000; Jensen, 2006). Šios sąsajos pagrindžiamos tiek skerspjūvio, tiek tęstinais tyrimais (Finkel, Reynolds, McArdle, Hamagami, & Pedersen, 2009). Remdamasis gausiais įrodymais, kad informacijos apdorojimo greitis yra amžiaus ir kitų pažintinių gebėjimų sąsajų mediatorius, Salthouse (1996) sukūrė apdorojimo greičio teoriją.

Nors Salthouse (1996) informacijos apdorojimo greičio teorija nėra vienintelė, aiškinanti amžiaus sąsajas su pažintiniais gebėjimais (Dennis & Cabeza, 2008), ji paaiškina suaugusių asmenų fluidinių

gebėjimų (atminties, mąstymo ir erdvi- nių) skirtumus, kurie susiję su amžiumi ir apdorojimo greičiu (Salthouse, 1996). Są- sąsajos tarp informacijos apdorojimo greičio ir minėtų pažintinių funkcijų aiškinamos dviem mechanizmais. Visų pirma, „riboto laiko“ mechanizmo hipotezė teigia, kad jei fluidinio gebėjimo užduotis yra apribota laike, savaime suprantama, kad asmuo, negebantis greitai atlikti paprastų pažintinių operacijų, tiesiog neturės pakankamai laiko atlikti fluidinių gebėjimų reikalaujančią užduotį (Salthouse, 1996). Pavyzdžiui, jei žmogus per ribotą laiką nori išsiminti, o vėliau atgaminti žodžius, jo gebėjimas tai atlikti priklauso nuo to, kaip greitai jis geba suprasti jam pateikiamus stimulus ir kaip greitai jis juos pakartoja, perkelia į trumpalaikę atmintį. Taigi iš pažiūros su informacijos apdorojimo greičiu nesusi- jusi pažintinė funkcija vis dėlto gali turėti nemažai informacijos apdorojimo greičio komponentų.

Antrasis, „vienalaikiškumo“, mechaniz- mas (Salthouse, 1996) apibūdina situaciją, kai, atlikdamas fluidinių gebėjimų reikalau- jančias užduotis, kurios nėra apribotos laike, žmogus vis tiek turi gebėti greitai koduoti, ieškoti, pakartoti esminę informaciją, kitaip ją praras ankstyvose apdorojimo stadijose ir vėliau nebegalės panaudoti. Pavyzdžiui, atlikdamas veikliosios atminties (angl. *working memory*) užduotį, žmogus vienu metu naudoja ir atminties, ir manipuliacijos atmintimi gebėjimus. Jei kuri nors operacija atliekama lėčiau, informacija prarandama ir žmogus nesugeba įvykdyti užduoties. Api- bendrinant galima teigti, kad riboto laiko ir vienalaikiškumo mechanizmai paaiškina, kaip informacijos apdorojimo greitis siejasi su kitomis pažintinėmis funkcijomis.

Atmintis ir vykdomosios funkcijos yra vieni iš dažniausiai apdorojimo grei- čio teorijos kontekste tyrinėtų fluidinių pažintinių gebėjimų, kurių ryšius su am- žiumi daugiausia paaiškina informacijos apdorojimo greičio lėtėjimas senstant (Lu et al., 2013). Tyrimų rezultatai rodo, kad įvairiausi atminties gebėjimai, matuojami trumpalaikės, veikliosios, asociacinės ir ki- tomis atminties užduotimis, yra daugiausia lemiami informacijos apdorojimo greičio (Chen & Li, 2007; Salthouse, 1994; Kail & Salthouse, 1994; Kunimi & Kojima, 2014). Pavyzdžiui, tęstiniame tyrime (Finkel, Reynolds, McArdle, & Pedersen, 2007) nustatyta, kad informacijos apdorojimo greitis ne tik aiškiai lėtėja dėl amžiaus, bet ir laiko perspektyvoje yra esminis atminties pokyčių rodiklis.

Kita vertus, vykdomosios funkcijos są- sąsajų su amžiumi ir informacijos apdorojimo greičiu negalima taip paprastai apibūdinti, nes vykdomosios funkcijos apima labai plačią ir nehomogenišką gebėjimų sritį (Genova, DeLuca, Chiaravallotti, & Wy- lie 2013; Lee et al., 2012). Vykdomosios funkcijos – tai tarpusavyje susiję pažinti- niai gebėjimai, kurie svarbūs tikslingoje, žmogui naudingoje veikloje ir susiję su naujomis, nepažįstamomis aplinkybėmis, kai elgesys nėra iš anksto suplanuotas (An- derson, Jacobs, & Anderson, 2008). Vykdo- mosioms funkcijoms tirti bene daugiausia naudojama psichinės veiklos perkėlimo (angl. *attentional set-shifting*) paradigma pagrįsta Viskonsino kortelių užduotis. Šia paradigma pagrįstose užduotyse asmuo turi perkelti dėmesį nuo vieno stimulų modalu- mo prie kito, remdamasis grįžtamuju ryšiu (Pantelis et al., 1999). Viskonsino kortelių užduoties atlikimas siejamas būtent su

informacijos apdorojimo greičiu ir atmintimi, o ši sąsaja pagrindžiama riboto laiko ir vienalaikiškumo mechanizmais (Fristoe et al., 1997). Psichinės veiklos perkėlimo ir amžiaus ryšys gali paaiškinti ne tik informacijos apdorojimo greičio, bet dar ir atminties gebėjimus. Taigi tiek atminties, tiek psichinės veiklos perkėlimo gebėjimai yra svarbūs tyrinėjant apdorojimo greičio teorijos apibūdinamą reiškinį.

Šiuo metu apdorojimo greičio teorijos prielaidos yra nuolat tikrinamos ir papildomos. Viena teorijos papildymo krypčių yra apdorojimo greičio konstrukto perskėlimas į daugiau dalių, nes abejojama informacijos apdorojimo greičio vienalytiškumu. Taigi tyrimas ne tik su amžiumi susijęs bendrasis informacijos apdorojimo lėtėjimas, bet ir specifinių (verbalinių / neverbalinių, erdviųjų, skaitinių) pažintinių užduočių atlikimo lėtėjimas (Hale & Myerson, 1996; Salthouse, 2000). Daug dėmesio susilaukė paprastos ir sudėtingos informacijos apdorojimo greičio atskyrimas (Chiaravalloti, Christodoulou, Demaree, & DeLuca, 2003; Cepeda, Blackwell, & Munakata, 2013). Toks padalijimas aiškinamas tuo, kad paprastos informacijos apdorojimo greičio užduotys glaudžiau susijusios su koncentracijos, atpažinimo ir motorinio atsako gebėjimais, o sudėtingos informacijos apdorojimo greičio užduotys pasižymi ir veikliosios atminties bei vykdomosios funkcijos elementais (Cepeda et al., 2013). Anot Cepeda ir kitų (2013), toks atskyrimas leidžia tiksliau paaiškinti informacijos apdorojimo greičio sąsajas su kitais pažintiniais gebėjimais. Remdamiesi anksčiau išdėstytais prielaidomis, sudėtingos informacijos apdorojimo greitį apibrėžėme kaip sprendimo priėmimo

greitį atliekant santykinai sudėtingas pažintines užduotis. Paprastos informacijos apdorojimo greitis – tai santykinai paprastų motorinių, percepcinių ar reakcijos laiko užduočių atlikimo greitis (Salthouse, 2000). Šiuo metu dar nėra tyrimų, nagrinėjančių šių konstrukto mediacinius efektus amžiaus sąsajai su atmintimi ir psichinės veiklos perkėlimu.

Šio tyrimo tikslas yra išanalizuoti tiesioginius ir mediacinius ryšius tarp amžiaus, paprastos ir sudėtingos informacijos apdorojimo greičio, atminties bei psichinės veiklos perkėlimo. Visų pirma, teigiame, kad amžius siejasi su paprastos ir sudėtingos informacijos apdorojimo greičiu, atmintimi ir psichinės veiklos perkėlimu. Antra, kad paprastos informacijos apdorojimo greitis, kaip mediatorius, paaiškina amžiaus sąsajas su atmintimi ir psichinės veiklos perkėlimu. Trečia, kad sudėtingos informacijos apdorojimo greitis, kaip mediatorius, paaiškina amžiaus ir paprastos informacijos apdorojimo greičio sąsajas su atmintimi bei psichinės veiklos perkėlimu.

Tyrimo metodika

Tyrimo dalyviai

Tyrimas atliktas 2014 m. sausį–2015 m. vasarį Vilniaus universitete ir Lietuvos edukologijos universitete. Tyrimo dalyviai pasirinkti patogiosios imties sudarymo principu – daugiausia studentai. Dalis studentų, kurie susidomėjo tyrimu, buvo apmokyti atlikti tyrimą ir apklausė įvairaus amžiaus pažįstamus asmenis ar artimuosius. Tyrime iš viso dalyvavo 415 suaugusių asmenų, iš jų 271 moteris ir 144 vyrai. Dalyvių amžius – nuo 18 iki 84 metų (1-a lentelė). Didžiausios dalies tyrimo dalyvių gimtoji

kalba buvo lietuvių (87,5 %), jie turėjo aukštąjį išsimokslinimą (37,6%), buvo vedę ar ištekęsios (38,1 %) ir tyrimo metu dirbo (44,6 %). Neurologinio ar psichiatrinio sutrikimo diagnozė per visą gyvenimą nustatyta 24,09 % tyrimo dalyvių, dažniausia įvardyta diagnozė buvo depresija sulaukus pilnametystės (9,63 %).

Dviejų skirtingų testo formų vienodumo tyrimas atliktas 2014 m. vasarį–2015 m. sausį Vilniaus universitete ir Lietuvos edukologijos universitete. Testo versija priskirta atsitiktine tvarka 286 tyrimo dalyviams. Pirmą testo versiją atliko 140 dalyvių, o antrą – 146 dalyviai. Tyrimo dalyvių amžius – nuo 18 iki 73 metų ($M = 30,98$, $SD = 12,50$). Grupės buvo lygios amžiaus, lyties ir išsimokslinimo atžvilgiu. Visi likę bendros imties dalyviai atliko pirmą versiją, tačiau ši imtis nebuvo įtraukta į formų palyginimą.

Testo ir retesto tyrimas atliktas (2014 m. spalio 6 d. (testas), 2014 m. spalio 20 d. (retestas)) Lietuvos edukologijos universitete, jame dalyvavo 45 studentai. Tyrimo dalyvių amžius – nuo 18 iki 42 metų ($M = 20,82$; $SD = 3,49$). Tyrimo dalyviai testų rinkinio užduotis ir skales atliko po du kartus, per dvi savaites. Dalis ($N = 18$) tyrimo dalyvių

atliko pirmą testų rinkinio versiją, o paskui antrą. Kita dalis ($N = 29$) tyrimo dalyvių atliko antrą, o paskui pirmą versiją.

Tyrimo priemonės

Tyrimui parengtas originalus kompiuterizuotas pažintinių testų rinkinys, kurį sudaro vienuolika pažintines funkcijas tiriančių užduočių. Užduotyse naudoti du skirtingų stimulų rinkiniai, vadinami skirtingomis testų formomis, kad testo ir retesto metu dalyviai negalėtų išmokti stimulų. Dvi formos buvo sulygintos stimulų požymius parenkant atsitiktine tvarka (nežodinių stimulų) ar pagal naudojimo dažnumą ir skiemenų skaičių (žodinių stimulų). Kartu su pažintinių testų rinkiniu surinkta tyrimo dalyvių sociodemografinė informacija. Pažintinių funkcijų užduotys suskirstytos į keturias grupes: 1) paprastos informacijos apdorojimo greičio (rotoriaus persekiojimo, mygtuko spaudymo ir dviejų pasirinkimų atsako greičio užduotys); 2) sudėtingos informacijos apdorojimo greičio (leksinio pasirinkimo, semantinio kategorizavimo, objektų atpažinimo ir Londono bokšto užduotys); 3) atminties (taip / ne atpažinimo, neuždelsto skaičių serijos atsiminimo ir Corsi kubelių užduotys) ir 4) psichinės

1 lentelė. Tyrimo dalyvių pasiskirstymas pagal amžių ir lytį

Amžiaus grupė	Tyrimo dalyvių skaičius (%)	Amžiaus vidurkis (SD)	Moterų skaičius (%)
18–24	143 (34,5)	21,03 (1,7)	93 (65,0)
25–34	69 (16,6)	27,51 (2,6)	36 (52,2)
35–44	39 (9,4)	40,08 (3,0)	23 (59,0)
45–54	62 (14,9)	49,48 (2,8)	46 (74,2)
55–64	44 (10,6)	59,31 (2,9)	35 (79,5)
65–74	49 (11,8)	68,57 (2,7)	30 (61,2)
75–84	9 (2,2)	77,89 (3,6)	8 (88,9)
Iš viso	415 (100)	30,98 (12,5)	271 (65,3)

veiklos perkėlimo (du Bergo Viskonsino kortelių užduoties įverčiai – visi teisingi atsakymai ir išskirtinės klaidos).

Šiam lietuviškų testų rinkiniui suteiktas PEBL-Lt vardas, nes šis rinkinys sudarytas naudojantis psichologinių eksperimentų kūrimo kalba (angl. *The Psychology Experiment Building Language* (PEBL)) ir PEBL užduočių rinkiniu (angl. PEBL *battery*), kuriems naudoti nereikia leidimų (Mueller & Piper, 2014). PEBL-Lt sudarytas tiek iš visiškai originalių (taip / ne atpažinimas; leksinio pasirinkimo užduotis; semantinio kategorizavimo užduotis), tiek iš išverstų ir modifikuotų užduočių (likusios aštuonios užduotys). PEBL-Lt atlikti trunka 30–60 min. Užduotys atliekamos didesnės nei dešimties colių įstrižainės kompiuteriais, prie kurių prijungta išorinė pelytė. Kompiuterinė programa pati nustato 800 × 600 taškų rezoliuciją, pelė nustatoma į programinės įrangos („Windows XP“, 7, 8) numatytą poziciją. Sutrikęs regėjimas koreguojamas akiniais. Be minėto testų ir skalių rinkinio, prieš pradėdant užduotis pateikiama susipažinimo su kompiuterio naudojimu dalis, kurią atlikdamas tyrimo dalyvis gauna esminių žinių apie kompiuterio naudojimą vykdant užduotis. Visų, išskyrus Bergo Viskonsino kortelių atrankos, užduočių pradžioje pateikiamos bandomosios užduotys, kuriomis užtikrinamas instrukcijų supratimas.

Rotoriaus persekiojimas (angl. *Rotor pursuit*). Tyrime naudojama kompiuterizuotos rotoriaus persekiojimo užduoties (angl. *Pursuit rotor task*) (Mueller & Piper, 2014) modifikuota versija. Rotoriaus persekiojimo užduotis – tai klasikinis neuropsichologinis testas. Ši užduotis priskiriama sensomotorinius gebėjimus matuojančių užduočių sričiai (Larrabee, 2014). Atlikdamas šią

užduotį, tyrimo dalyvis pelyte seka ratu judantį raudoną tašką. PEBL-Lt užduoties versijoje atliekami tik trys bandymai, matuojamas laikas, kurį tyrimo dalyvis išlaiko pelytės žymeklį ant raudono taško, vidurkis.

Mygtuko spaudymas (angl. *Finger tapping*). Ši užduotis yra PEBL kompiuterizuoto testų rinkinio dalis (Mueller & Piper, 2014). Mygtuko spaudymo testas – tai klasikinė paprastą motorinį gebėjimą (angl. *Simple motor skill*) matuojanti užduotis (Witt, Laird, & Meyerand, 2008). PEBL-Lt rinkinyje naudojama užduoties versija, kai asmuo du kartus, iš pradžių dešine, o paskui kaire ranka po dešimt sekundžių kuo greičiau spaudžia mygtuką. Šioje versijoje matuojamas vidutinis paspaudimų skaičius per dešimt sekundžių dešine ir kaire ranka.

Dviejų pasirinkimų atsako greitis (angl. *Choice response time*). PEBL-Lt dviejų pasirinkimų atsako greičio užduotis sukurta naudojantis PEBL (Mueller & Piper, 2014). Atlikdamas užduotį tyrimo dalyvis turi kuo greičiau nuspausti dešinėje arba kairėje pusėje esantį mygtuką, kai tik kompiuterio ekrane pamato į dešinę arba į kairę pusę nukreiptą rodyklę. Kompiuteris užfiksuoja kiekvieno atsako greitį vienos tūkstantosios sekundės dalies tikslumu ir dvidešimt aštuonių pasirinkimų klaidų skaičių. Šia užduotimi matuojamas reakcijos laiko vidurkis.

Taip / ne atpažinimas (angl. *Yes / No recognition*). Ši užduotis skirta tirti verbalinio atpažinimo atminčiai (Khoe, Kroll, Yonelinas, Dobbins, & Knight, 2000). Atlikdamas taip / ne atpažinimo užduotį, tyrimo dalyvis, žiūrėdamas į vienas po kito rodokus matytus ir naujus stimulus, turi įvardyti, ar stimulus buvo matytas (Yonelinas, 2002). PEBL-Lt taip / ne atpažinimo

užduotyje pateikiami verbaliniai stimulai, iš viso 14 dviskiemenių ir triskiemenių dažnai naudojamų daiktavardžių, kuriuos sudaro nuo penkių iki septynių raidžių. Tyrimo dalyvis žiūri į vienas po kito kompiuterio monitoriuje pasirodančius stimulus. Po septynių PEBL-Lt užduočių tyrimo dalyvis prašomas spausti mygtuką „matytas“ arba „nematytas“. Iš viso pateikiami 45 žodžiai, iš kurių 14 – matytų. Skaičiuojamas teisingų atpažinimų proporcijos ir neteisingų atpažinimų proporcijos skirtumas.

Leksinio pasirinkimo užduotis (angl. *Lexical decision task*). Gavęs šią užduotį, tyrimo dalyvis mato raidžių eilės ir turi jas suklasifikuoti į „žodžius“ arba „ne žodžius“. Manoma, kad užduotis matuoja žodžių atkūrimo iš leksinės atminties greitį (Wagenmakers, Ratcliff, Gomez, & McClelland, 2008). PEBL-Lt leksinio pasirinkimo užduotyje „ne žodžiais“ yra vadinami „žodžiai, parašyti su klaidomis“, tai reiškia, kad visi užduoties stimulai yra prasmingi, tačiau pusė jų parašyti su aiškiomis klaidomis. Iš viso pateikiami dvidešimt aštuoni žodžiai. Šia užduotimi matuojamas reakcijos laiko vidurkis.

Semantinio kategorizavimo užduotis (angl. *Semantic categorisation task*). Ši užduotis matuoja semantinio apdorojimo greitį. Ją atlikdamas tyrimo dalyvis mato vieną žodį ir vieną žodžių kategoriją, ir jam reikia kuo greičiau nuspręsti, ar žodis priklauso kategorijai (Hargreaves, White, Pexman, Pittman, & Goodyear, 2012). PEBL-Lt testų rinkiniui parengta semantinio kategorizavimo užduotis sudaryta iš penkių kategorijų, kurioms priskirta po keturis kategorijai tinkančius ir po keturis netinkančius žodžius. Šia užduotimi matuojamas reakcijos laiko vidurkis.

Neuždelsto skaičių serijos atsiminimo užduotis (angl. *Immediate serial recall*). Ši užduotis yra skirta trumpalaikės skaitinės atminties apimčiai tirti (St Clair-Thompson & Allen, 2013). PEBL-Lt taikoma paprasto atgaminimo užduotis, kuri yra modifikuota skaičių talpos (angl. *Digit span*) užduotis iš PEBL testų rinkinio (Mueller & Piper, 2014). Gavęs šią užduotį tyrimo dalyvis turi įsiminti ekrane jam rodomus skaičius, o paskui juos įvesti naudodamasis klaviatūra. Pirmame užduoties etape rodomi du skaičiai, jei tyrimo dalyvis sugeba juos prisiminti, rodomi trys skaičiai, taip užduotis sunkėja, kol dalyvis nebegali prisiminti visų rodomų skaičių. Skaičiuojamas bendras trumpalaikės atminties apimties įvertis.

Objektų atpažinimo užduotis (angl. *Object judgement*). Ši užduotis priklauso vaizdinio identifikavimo užduočių, kurios matuoja gebėjimą greitai įvardyti skirtumus ir panašumus tarp dviejų objektų ar įvykių, grupei (Jordan, Heinze, Lutz, Kanowski, & Jäncke, 2001). Atlikdamas objektų atpažinimo užduotį žmogus mato vieną po kitos pasirodančias dvi figūras, jam reikia nuspręsti, ar tos figūros yra vienodos, ar skirtingos. Užduotį pasunkina tai, kad figūros yra pasukamos (Mueller, 2010). PEBL-Lt objektų atpažinimo užduotis buvo modifikuota taip, kad figūrų dydis nekito, o kito tik pasukimo kampas, nuo 15 iki 170 laipsnių. Šioje užduotyje skaičiuojamas atsako greičio efektyvumo matas (reakcijos laikas, padalytas iš teisingų atsakų proporcijos visuose atsakuose).

Corsi kubelių užduotis (angl. *Corsi block test*). Ši užduotis yra skirta trumpalaikės vaizdinės atminties apimčiai tirti (Mueller & Piper, 2014). Atlikdamas Corsi

kubelių užduotį, tyrimo dalyvis mato devynis mėlynus kvadratėlius, kurie atsitiktine tvarka vienas po kito tampa geltoni. Jam reikia pelyte ta pačia tvarka paeiliui paspausti mėlynus kvadratėlius. Užduotis nuolat sunkėja – reikia įsiminti vis ilgesnę seką. PEBL-Lt taikoma modifikuota originalios Corsi kubelių užduoties versija iš PEBL testų rinkinio (Mueller & Piper, 2014). Skaičiuojamas bendras trumpalaikės erdvinės atminties apimtys įvertis.

Londono bokšto užduotis (angl. *Tower of London*). Ši užduotis gali būti naudojama planavimo greičiui tirti (Kremen, Jacobson, & Panizzon, 2010). Atliekančio PEBL-Lt Londono bokšto užduotį tyrimo dalyvio tikslas yra pelyte sudėlioti ekrane rodomus diskus pagal duotą pavyzdį. Tyrimo dalyvis diskus gali judinti tik po vieną. Norėdamas pajudinti diską, jis turi paspausti langelį, iš kurio nori paimti diską, o tada – langelį, į kurį nori perkelti diską. Tyrimo dalyvis turi stengtis padaryti kuo mažiau ėjimų ir diskus sudėlioti kuo greičiau. PEBL-Lt taikoma modifikuota originalios Londono bokšto užduoties versija iš PEBL testų rinkinio (Mueller & Piper, 2014). Atliekantiems PEBL-Lt Londono bokšto užduotį, pateikiama aštuoni sunkėjantys uždaviniai, visuose juose būna po penkis diskus. Skaičiuojamas vidutinis ėjimo laikas.

Bergo Viskonsino kortelių atrankos užduotis (angl. *Berg Wisconsin Card Sorting Test*). Ši užduotis yra skirta įvairiems vykdomybiams gebėjimams tirti. Bene svarbiausias jų yra psichinės veiklos perkėlimo gebėjimas (Mueller & Piper, 2014). PEBL-Lt pateikiama užduoties versija atliekama kompiuteriu, naudojantis pelyte, skirtingai nei kitose užduotyse, šioje nėra praktikos dalies, nes naujumas yra svarbus

atlikties veiksnys. Atliekdamas užduotį tyrimo dalyvis turi suskirstyti korteles, remdamasis paveiksluokais ant jų. Kiekviena kortelių grupė turi skirtingą skaičių simbolių, spalvą ir formą. Skirtingas korteles reikia priskirti kuriai nors grupei. Teisingas atsakymas priklauso nuo to, kokia taisykle vadovaujasi kompiuteris, tačiau tyrimo dalyvis nežino tos taisyklės, jis turi suprasti taisyklę gaudamas atgalinį ryšį. Vertinamas teisingų atsakų skaičius ir išskirtinių klaidų (kurios nesutampa nei su prieš tai buvusiu, nei su esama taisykle) skaičius.

Kiekvieno pažintinių funkcijų testo patikimumas įvertintas apskaičiuojant testo ir retesto koreliacijos koeficientus tarp klasių (angl. *Intra-class correlation coefficient* (ICC)). Taip pat apskaičiuoti tarpgrupiniai formų skirtumai, juos vertinant Stjudento *t* testu. Užduočių pirmojo ir po dviejų savaičių atliktų bandymų ICC įverčiai buvo dideli arba vidutiniai ir statistiškai reikšmingi: vidutinio išlaikymo laiko rotoriaus persekiojimo užduotyje (ICC = 0,859; $p < 0,001$); paspaudimų skaičiaus vidurkio mygtuko spaudymo užduotyje (ICC = 0,885; $p < 0,001$); atsako greičio vidurkio dviejų pasirinkimų atsako greičio užduotyje (ICC = 0,595; $p < 0,001$); įsiminimo įvertis taip / ne atpažinimo užduotyje (ICC = 0,571; $p < 0,001$); atsako greičio vidurkis leksinio pasirinkimo užduotyje (ICC = 0,818; $p < 0,001$); atsako greičio vidurkis semantinio kategorizavimo užduotyje (ICC = 0,803; $p < 0,001$); teisingų atsakų skaičius neuždėsto skaičių serijos atsiminimo užduotyje (ICC = 0,448; $p < 0,001$); efektyvumo įvertis objektų atpažinimo užduotyje (ICC = 0,656; $p < 0,001$); teisingų atsakų skaičius Corsi kubelių užduotyje (ICC = 0,472; $p < 0,001$); vidutinis ėjimo laikas Londono

bokšto užduotyje ($ICC = 0,760$; $p < 0,001$). Statistinio reikšmingumo nepasiekė tik Bergo Viskonsino kortelių atrankos užduoties teisingų atsakų ($ICC = 0,229$; $p = 0,063$) ir išskirtinių klaidų ($ICC = 0,093$; $p = 0,344$) ICC įverčiai. Viskonsino kortelių atrankos užduoties prasti pakartojamumo rodikliai siejami su „naujumo efektu“, kitaip tariant, jei asmuo, kurio nepažeisti atminties gebėjimai, antrą kartą atlieka užduotį, matuojami jau ne psichinės veiklos perkėlimo, o kiti pažintiniai gebėjimai. Šią užduoties savybę aprašo Spreen ir Strauss (1991). Tarpgrupinių formų skirtumų nenustatyta atliekant nė vieną užduotį.

Testų rinkinio konstrukto validumas patikrintas atliekant patvirtinamąjį faktorių analizę, taip pat iširtas faktorius sudarančių užduočių suminių įverčių patikimumas. Kadangi patvirtinamoji faktorių analizė reikalauja duomenų normalumo, įverčiai, kurie buvo pasiskirstę ne normaliai, logaritmiškai transformuoti. Modelyje vienuolika užduočių suskirstytos į keturis faktorius: paprastos informacijos apdorojimo greičio (svoriai nuo 0,587 iki 0,673; suminio įverčio $ICC = 0,885$, $p < 0,001$), sudėtingos informacijos apdorojimo greičio (svoriai nuo 0,644 iki 0,880; suminio įverčio $ICC = 0,887$, $p < 0,001$), atminties (svoriai nuo 0,386 iki 0,555; suminio įverčio $ICC = 0,465$, $p < 0,001$) ir psichinės veiklos perkėlimo (išskirtinių klaidų įverčio svoris – 0,543; teisingų atsakų įverčio svoris – 0,822; suminio įverčio $ICC = 0,377$, $p = 0,005$). Užduočių grupavimo pagrįstumas įrodytas ($X^2 = 83,035$; $df = 47$; $p = 0,001$; $RMSEA = 0,043$; $CFI = 0,973$; $TLI = 0,961$), remiantis kriterijais ($RMSEA < 0,08$, $CFI > 0,900$, $TLI > 0,900$), rekomenduojamais literatūroje (Čekanavičius ir Murauskas, 2009).

Duomenų skaičiavimas

Norint išsiaiškinti sąsajas tarp amžiaus, paprastos ir sudėtingos informacijos apdorojimo greičio, atminties bei psichinės veiklos perkėlimo, atlikta kelių analizė. Suminiai įverčiai apskaičiuoti sudedant standartizuotus užduočių balus (z reikšmes). Modelių ir duomenų atitiktis įvertinta statistiškai, be to, optimizuoti modeliai palyginti su nepriklausomais modeliais. Šis statistinis metodas pasitelktas todėl, kad juo remiantis galima aiškiausiai apibūdinti prognostinius pažintinių gebėjimų sričių ryšius. Be to, skirtingai nei atliekant koreliacinę analizę, kelių analizėje galima įvertinti, ar kelių panaikinimas pataiso modelio tinkamumą duomenims ar bent jo nepakeičia (Čekanavičius ir Murauskas, 2009).

Tyrime naudojami keturi modeliai: 1) visiškai identifikuotas modelis, aprašantis amžiaus, paprastos informacijos apdorojimo greičio, atminties ir psichinės veiklos perkėlimo ryšius; 2) optimizuotas modelis, aprašantis amžiaus, paprastos informacijos apdorojimo greičio, atminties ir psichinės veiklos perkėlimo ryšius; 3) visiškai identifikuotas modelis, aprašantis amžiaus, paprastos ir sudėtingos informacijos apdorojimo greičio, atminties ir psichinės veiklos perkėlimo ryšius; 4) optimizuotas modelis, aprašantis amžiaus, paprastos ir sudėtingos informacijos apdorojimo greičio, atminties ir psichinės veiklos perkėlimo ryšius. Optimizuoti modeliai sudaryti paeiliui panaikinant statistiškai nereikšmingus kelius, kol surandamas modelis, geriausiai atitinkantis duomenis, remiantis trimis tinkamumo kriterijais (patikimumo indeksas (CFI), aproksimacijos liekanos kvadrato šaknies paklaida ($RMSEA$), Tuckerio ir Lewiso

indeksas (TLI)). Optimizuotų modelių palyginimas taip pat atliktas remiantis minėtais kriterijais ir įvertintas chi kvadrato skirtumas tarp optimizuotų ir nepriklausomų modelių (kur visi keliai prilyginami nuliui). Visa statistinė analizė atlikta naudojantis SPSS 22 ir SPSS AMOS 22 programomis.

Rezultatai

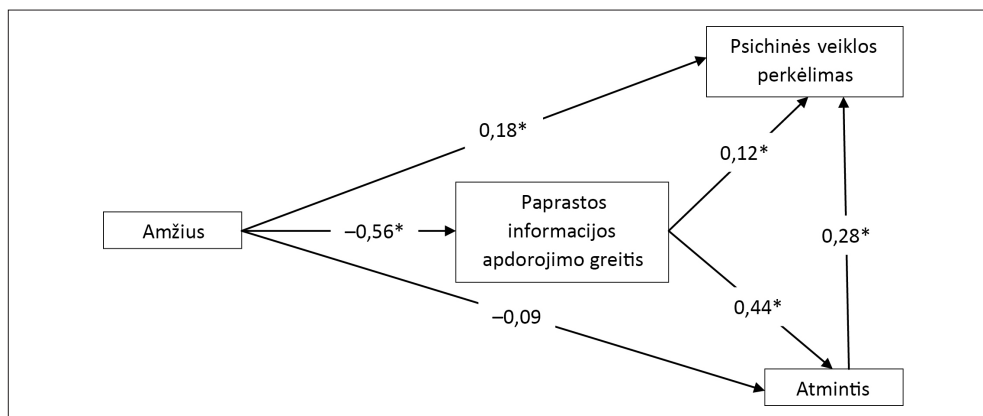
Pearsono koreliacijos koeficientai tarp amžiaus ir visų pažintinių funkcijų sričių pateikiami 2-oje lentelėje. Iš toje lentelėje pateiktų koreliacijos koeficientų matyti, kad psichinės veiklos perkėlimo gebėjimas buvo

vienintelis, kuris nėra susijęs su amžiumi. Norint išsiaiškinti, kaip amžius ir pažintiniai gebėjimai prognozuoja atskiras pažintinių gebėjimų sritis, atlikta kelių analizė.

Pirmasis modelis (1-as pav.) aprašo amžiaus, paprastos informacijos apdorojimo greičio, atminties ir psichinės veiklos perkėlimo ryšius. Šis modelis yra visiškai identifiukuotas, todėl jo rodikliai: chi kvadratas lygus 0,000; $df = 0$; TLI = 1,000; CFI = 1,000; RMSEA = 0,000. Tiesioginis ryšys sieja amžių ir paprastos informacijos apdorojimo greitį, paprastos informacijos apdorojimo greitį ir psichinės veiklos perkėlimo gebėjimą, paprastos informacijos apdorojimo

2 lentelė. *Pearsono koreliacijos koeficientai tarp amžiaus ir pažintinių gebėjimų (** $p < 0,001$)*

	Amžius	Atmintis	Paprastos informacijos apdorojimo greitis	Sudėtingos informacijos apdorojimo greitis	Psichinės veiklos perkėlimas
Amžius					
Atmintis	-0,341**				
Paprastos informacijos apdorojimo greitis	-0,563**	0,493**			
Sudėtingos informacijos apdorojimo greitis	-0,508**	0,392**	0,523**		
Psichinės veiklos perkėlimas	0,014	0,282**	0,158**	0,159**	

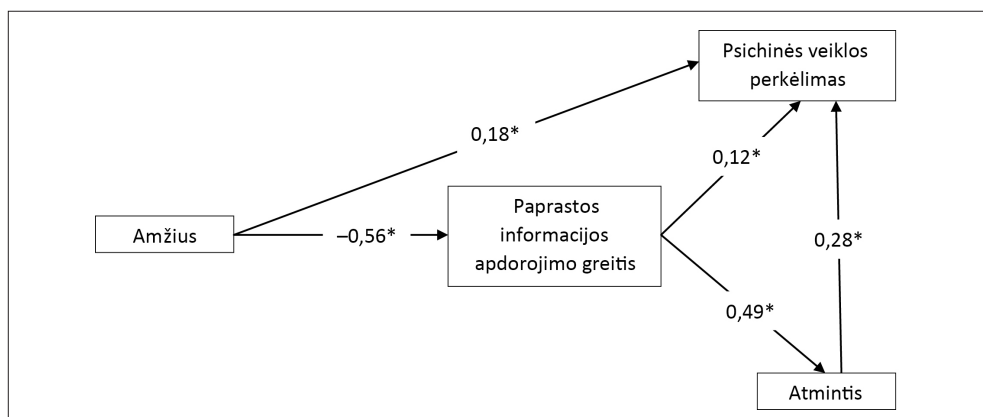


1 pav. *Visiškai identifiukuotas kelių analizės modelis, aprašantis sąsajas tarp amžiaus ir trijų pažintinių gebėjimų. Greta vienkrypčių rodyklių nurodyti standartizuoti regresiniai svoriai (* $p < 0,05$)*

greitį ir atminties gebėjimus bei atminties gebėjimą ir psichikos perkėlimo gebėjimą. Paprastos informacijos apdorojimo greitis iš dalies paaiškina amžiaus ir vykdomosios funkcijos gebėjimą ir visiškai – amžiaus sąsają su atminties gebėjimais.

Antras modelis (2-as pav.) aprašo tik tuos kelius, kurie buvo statistiškai reikšmingi pirmajame modelyje. Šio modelio rodikliai: chi kvadratas lygus 3,237; $df = 1$; $TLI = 0,957$; $CFI = 0,993$; $RMSEA = 0,073$. Šis modelis yra gerokai tinkamesnis negu nepriklausomas modelis, kur visi ryšiai prilyginami nuliui (chi kvadrato skirtumas lygus 317,13; $\Delta df = 5$; $p < 0,001$). Šis modelis paaiškina 31,7 % paprastos informacijos apdorojimo greičio variacijos, 24,3 % atminties gebėjimų variacijos ir 10,7 % psichinės veiklos perkėlimo gebėjimų variacijos.

reikšmingas tiesioginis ryšys sieja amžių ir paprastos informacijos apdorojimo greitį, amžių ir sudėtingos informacijos apdorojimo greitį, amžių ir psichinės veiklos perkėlimą, paprastos informacijos apdorojimo greitį ir atmintį, paprastos informacijos apdorojimo greitį ir sudėtingos informacijos apdorojimo greitį, sudėtingos informacijos apdorojimo greitį ir psichinės veiklos perkėlimo gebėjimą, atminties gebėjimą, sudėtingos informacijos apdorojimo greitį ir atmintį bei atmintį ir psichinės veiklos perkėlimo gebėjimą. Taigi paprastos informacijos apdorojimo greitis iš dalies paaiškina amžiaus ir sudėtingos informacijos apdorojimo greičio sąsają ir kartu su sudėtingos informacijos apdorojimo greičiu visiškai paaiškina amžiaus ir atminties sąsają. Kita vertus, sudėtingos informacijos apdorojimo greitis visiškai



2 pav. Optimizuotas kelių analizės modelis, aprašantis sąsajas tarp amžiaus ir trijų pažintinių gebėjimų. Greta vienkrypčių rodyklių nurodyti standartizuoti regresiniai svoriai (* $p < 0,05$)

Trečiasis modelis (3-ias pav.) aprašo amžiaus, paprastos ir sudėtingos informacijos apdorojimo greičio, atminties ir psichinės veiklos perkėlimo ryšius. Šis modelis yra visiškai identifikuotas, todėl jo rodikliai: chi kvadratas lygus 0,000; $df = 0$; $TLI = 1,000$; $CFI = 1,000$; $RMSEA = 0,000$. Statistiškai

paaiškina paprastos informacijos apdorojimo greičio sąsają su psichinės veiklos perkėlimu. Be to, atmintis iš dalies paaiškina sudėtingos informacijos apdorojimo greičio sąsają su psichinės veiklos perkėlimu.

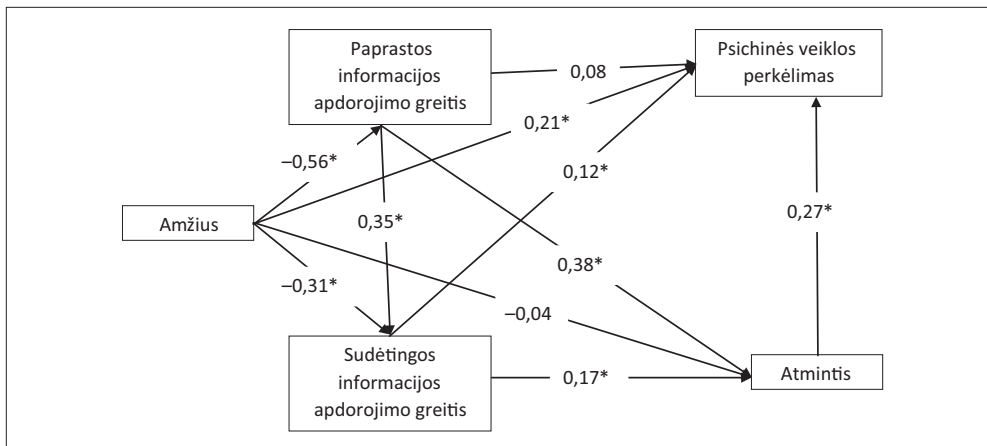
Ketvirtasis modelis (4-as pav.) aprašo tik tuos kelius, kurie buvo statistiškai reikš-

mingi pirmajame modelyje. Šio modelio rodikliai: chi kvadratas lygus 2,315; $df = 2$; $TLI = 0,997$; $CFI = 0,999$; $RMSEA = 0,020$. Šis modelis yra gerokai tinkamesnis negu nepriklausomas modelis, kur visi ryšiai prilyginami nuliui (chi kvadrato skirtumas lygus 505,536; $\Delta df = 8$; $p < 0,001$). Šis modelis paaiškina 31,7 % paprastos informacijos apdorojimo greičio variacijos, 34,0 % sudėtingos informacijos apdorojimo greičio, 26,8 % atminties gebėjimų variaci-

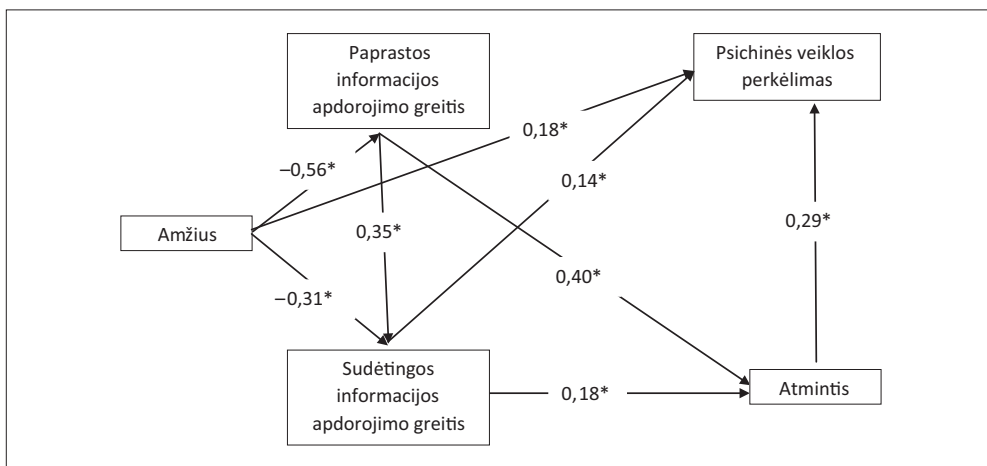
jos ir 10,9 % psichinės veiklos perkėlimo gebėjimų variacijos.

Rezultatų aptarimas

Šiuo tyrimu norėta išsiaiškinti tiesioginius ir mediacinius ryšius tarp amžiaus, paprastos ir sudėtingos informacijos apdorojimo greičio, atminties bei psichinės veiklos perkėlimo. Remdamiesi ankstesniais tyrimais darėme prielaidą, kad amžius siejasi su paprastos ir sudėtingos informacijos apdo-



3 pav. Visiškai identifiкуotas kelių analizės modelis, aprašantis sąsajas tarp amžiaus ir keturių pažintinių gebėjimų. Greta vienkrypčių rodyklių nurodyti standartizuoti regresiniai svoriai (* $p < 0,05$)



4 pav. Optimizuotas kelių analizės modelis, aprašantis sąsajas tarp amžiaus ir keturių pažintinių gebėjimų. Greta vienkrypčių rodyklių nurodyti standartizuoti regresiniai svoriai (* $p < 0,05$)

rojimo greičio lėtėjimu, prastesne atmintimi ir psichinės veiklos perkėlimu. Rezultatai rodo, kad amžius iš tiesų neigiamai siejasi su paprastos ir sudėtingos informacijos apdorojimo greičiu bei atmintimi. Tai patvirtina daugelio tyrimų, kuriuose apskritai dauguma pažintinių gebėjimų neigiamai siejasi su amžiumi, rezultatai (Fristoe et al., 1997; Kennedy et al., 2004; Verhaeghen & Salthouse, 1997).

Kita vertus, šiame tyrime amžius ir psichinės veiklos perkėlimas nebuvo susiję, nors, daugelio autorių teigimu, vyresni asmenys prasčiau atlieka vykdomosioms funkcijoms matuoti skirtas užduotis. Šį rezultatą galima aiškinti keliais būdais. Visų pirma, gali būti, kad dėl šiame tyrime naudotos Bergo Viskonsino kortelių užduoties prastų psichometrinių savybių sąsaja tiesiog nebuvo užfiksuota, tačiau naudojant psichometriškai geresnę priemonę ji būtų užfiksuota. Antra, galime kelti prielaidą, kad, kitaip nei informacijos apdorojimo greičio ar atminties sąsaja su amžiumi, psichinės veiklos perkėlimo sąsaja su amžiumi nėra tiesinė (Fristoe et al., 1997). Taigi psichinės veiklos perkėlimo pokyčius su amžiumi sieja skirtingos krypties kintamieji.

Hipotezę, kad paprastos informacijos apdorojimo greitis paaiškina amžiaus sąsają su atmintimi ir psichinės veiklos perkėlimu, tyrėme pasitelkę mediacinius kelių modelius. Šie modeliai patvirtino pagrindinį informacijos apdorojimo greičio teorijos teiginį, kad paprastos informacijos apdorojimo greitis paaiškina amžiaus sąsajas su fluidiniais gebėjimais (Salthouse, 1996). Šiame tyrime paprastos informacijos apdorojimo greitis visiškai paaiškina atminties gebėjimų ir iš dalies – psichinės veiklos perkėlimo gebėjimų sąsajas su amžiumi. Remdamiesi

informacijos apdorojimo greičio teorijos teiginiais galime kelti prielaidą, kad nesudėtingų psichomotorinių užduočių atlikimo greitis yra vienas svarbiausių atminties susilpnėjimo senstant veiksnių. Greičiausiai, lėtesnis psichomotorinis apdorojimo greitis neleidžia laiku tinkamai suvokti sensorinės informacijos, kuri būtina įsimenant žodinę, skaitinę ir erdvinę informaciją.

Įdomu, kad, atsižvelgus į kitų pažintinių funkcijų mediacinius efektus, psichinės veiklos perkėlimas, nors silpnai, tačiau teigiamai susijęs su amžiumi. Šis efektas iš dalies paaiškina tiesioginio ryšio tarp atminties ir amžiaus nebuvimą. Galima kelti prielaidą, kad Bergo Viskonsino kortelių užduotis nėra grynas psichinės veiklos perkėlimo ar fluidinių gebėjimų testas, tačiau apima ir kitus pažintinius aspektus (Mueller & Piper, 2014). Tai reiškia, kad kai kurie pažintiniai gebėjimai (pavyzdžiui, kalbiniai ar žinių), teigiamai susiję su amžiumi (Salthouse, 2009), galėjo nulemti teigiamą amžiaus sąsają su Bergo Viskonsino kortelių užduoties atlikimu. Nors Bergo Viskonsino kortelių užduotis savaime yra neverbalinė vykdomoji, jos instrukcijoms suprasti, ko gero, reikia kalbinių gebėjimų ir žinių.

Trečiuoju ir ketvirtuoju mediaciniais kelių modeliais tirtos amžiaus sąsajos su paprastos informacijos apdorojimo greičiu, sudėtingos informacijos apdorojimo greičiu, atmintimi ir psichinės veiklos perkėlimu. Šie modeliai papildė informacijos apdorojimo greičio teorijos teiginius paprastos ir sudėtingos informacijos apdorojimo greičio skyrimu, vertinama šių konstrukto santykinė reikšmė. Visų pirma, paaiškėjo, kad paprastos informacijos apdorojimo greitis tik iš dalies paaiškina sudėtingos informacijos apdorojimo greičio sąsajas su amžiumi.

Taigi, galime teigti, kad su amžiumi susijęs sudėtingos informacijos apdorojimo greičio lėtėjimas yra prognozuojamas ne tik paprastos informacijos apdorojimo greičio, bet ir gali būti laikomas atskiru pažintinio lėtėjimo aspektu.

Antra, šiame tyrime sudėtingos informacijos apdorojimo greitis visiškai paaiškina paprastos informacijos apdorojimo greičio sąsają su psichinės veiklos perkėlimu. Tad galime teigti, kad būtent sudėtingos, o ne paprastos informacijos apdorojimo greitis pasižymi svarbiu vykdomosios funkcijos komponentu, kuris prognozuoja psichinės veiklos perkėlimo gebėjimą. Šią prielaidą iš dalies pagrindžia Cepeda ir kolegų (2013) tyrimas, kuriuo nustatyta, kad sudėtingos informacijos apdorojimo greitis, ko gero, bent iš dalies pagrįstas vykdomaisiais gebėjimais.

Trečia, sudėtingos informacijos apdorojimo greitis iš dalies paaiškina paprastos informacijos apdorojimo greičio sąsają su atmintimi. Vis dėlto šis mediacinis ryšys nėra stiprus. Galima teigti, kad būtent paprastos informacijos apdorojimo greitis yra svarbus atliekant atminties užduotis (Salthouse, 1996). Greičiausiai, sudėtingos informacijos apdorojimo greitis būtų svarbesnis atminties užduočių atlikimui, jei naudotume veikliosios atminties gebėjimų reikalaujančias užduotis. Pavyzdžiui, jei būtų tiriami veiklieji žodinės ir erdvinės atminties gebėjimai (Chiaravalloti et al., 2003).

Be to, paaiškėjo, kad modeliai, į kuriuos įtrauktas sudėtingos informacijos apdorojimo greitis, tik keliais procentais papildoma atminties (24,3 % antrame modelyje, 26,8 % ketvirtame modelyje) ir psichinės veiklos perkėlimo (10,7 % antrame mode-

lyje, 10,9 % ketvirtame modelyje) paaiškinamo pasiskirstymo dalį. Šis rezultatas suteikia pagrindą svarstyti, kad sudėtingos informacijos apdorojimo greitis svarbesnis tyrinėjant ne atminties ar psichinės veiklos perkėlimo, o veikliosios atminties bei dėmesio kontrolės gebėjimus (Chiaravalloti et al., 2003).

Žinoma, gautus rezultatus ir jų interpretacijas svarbu vertinti atsargiai. Visų pirma, imtis, kurią surinkome, nelygiavertiškai pasiskirsto amžiaus atžvilgiu, nes ją sudaro didelė dalis jaunų studentų. Antra, testo ir retesto imtis sudaryta tik iš jaunų studentų, tad ateityje būtina atlikti PEBL-Lt testo ir retesto patikimumo tyrimą pasitelkus kitas amžiaus ir išsilavinimo grupes ir pailginant testo ir retesto intervalą. Trečia, Bergo Viskonsino kortelių užduoties patikimumo rodiklis yra mažas, o psichinės veiklos perkėlimo gebėjimui vertinti buvo skirta tik viena užduotis, taigi ateities tyrimuose būtina pasitelkti daugiau užduočių ir pakartotinai pagrįsti Bergo Viskonsino kortelių užduoties patikimumą. Ketvirta, imtis surinkta patogiosios atrankos būdu, tad į ją daugiausia pateko mieste gyvenantys aukštojo išsimokslinimo siekiantys asmenys arba jų artimieji, tad imtis galimai nereprezentuoja populiacijos dalies iš kaimo, nedirbančiųjų ar asmenų, kurių mažesnis išsimokslinimas. Penkta, šiame tyrime naudoti visiškai kompiuterizuoti testai, tad užduočių forma galėjo turėti poveikį jų atlikimui.

Apibendrinami galime teigti, kad informacijos apdorojimo greičio tyrimai neabejotinai nusipelnė daugiau dėmesio, nei šiuo metu jiems jo skiriama. Apdorojimo greitis yra svarbus norint suprasti su amžiumi susijusio pažintinio silpnėjimo reiškinį, kuris tampa vis svarbesnis nuolat

senstančioje visuomenėje. Taigi tolesni tyrimai turėtų atsakyti į kelis pagrindinius klausimus. Visų pirma, ar galime pagrįstai atskirti paprastos ir sudėtingos informacijos apdorojimo greičio užduotis, naudodami kitas kompiuterizuotas ar užduotis raštu? Antra, kaip paprastos ir sudėtingos informacijos apdorojimo greitis siejasi su kitais pažintiniais gebėjimais, pavyzdžiui, dėmesingumu, ilgalaikė atmintimi, slopinimu, planavimu, bendruoju intelektu? Trečia, svarbu nustatyti paprastos ir sudėtingos informacijos apdorojimo greičio sąsajas su kitomis pažintinio silpnėjimo ar pažintinės disfunkcijos formomis, pavyzdžiui, sergant psichiniais ar neurologiniais sutrikimais.

Išvados

1. Amžius stipriai neigiamai susijęs su paprastos ir sudėtingos informacijos apdorojimo greičiu bei atmintimi.

LITERATŪRA

Anderson, V., Jacobs, R., & Anderson, P. (2008). *Executive functions and the frontal lobes: A lifespan perspective*. New York: Psychological Press. doi: 10.4324/9780203837863.

Barrett, H. C. (2008). Evolved cognitive mechanisms and human behavior. In C. Crawford & D. Krebs (Eds.), *Foundations of Evolutionary Psychology* (pp. 173–189). New York: Erlbaum. doi: 10.4324/9780203888155.

Borella, E., Ghisletta, P., & de Ribaupierre, A. (2011). Age differences in text processing: The role of working memory, inhibition, and processing speed. *The Journal of Gerontology. Series B, Psychological Sciences and Social Sciences*, 66 (3), 311–320. doi: 10.1093/geronb/gbr002.

Borghesani, P. R., Madhyastha, T. M., Aylward, E. H., Reiter, M. A., Swamy, B. R., Schaie, K. W., & Willis, S. L. (2013). The association between higher order abilities, processing speed, and age are variably mediated by white matter integrity during typical aging. *Neuropsychologia*, 51 (8), 1435–1444. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2013.03.005.

2. Paprastos informacijos apdorojimo greitis yra mediatorius, visiškai paaškinantis amžiaus sąsają su atmintimi ir iš dalies – amžiaus sąsają su psichinės veiklos perkėlimu.

3. Paprastos informacijos apdorojimo greitis yra mediatorius, tik iš dalies paaškinantis amžiaus sąsają su sudėtingos informacijos apdorojimo greičiu.

4. Sudėtingos informacijos apdorojimo greitis yra mediatorius, visiškai paaškinantis paprastos informacijos apdorojimo greičio sąsają su psichinės veiklos perkėlimu ir iš dalies – sąsają su atmintimi.

Padėka. Dėkojame visiems Vilniaus universiteto ir Lietuvos edukologijos universiteto studentams, padėjusiems surinkti tyrimo duomenis, ir Vilniaus universiteto Specialiosios psichologijos laboratorijos darbuotojams, suteikusiems mokslines konsultacijas.

Bors, D. A., & Forrin, B. (1995). Age, speech of information processing, recall, and fluid intelligence. *Intelligence*, 20 (3), 229–248. doi: 10.1016/0160-2896(95)90009-8.

Carroll, J. B. (1993). *Human cognitive abilities. A survey of factor-analytic studies*. New York: Cambridge University Press. doi: 10.1017/CBO9780511571312.

Catts, H. W., Gillispie, M., Leonard, L. B., Kail, R. V., & Miller, C. A. (2002). The role of speed of processing, rapid naming, and phonological awareness in reading achievement. *Journal of Learning Disabilities*, 35 (6), 510–525. doi: 10.1177/00222194020350060301.

Cepeda, N. J., Blackwell, K. A., & Munakata, Y. (2013). Speed isn't everything: Complex processing speed measures mask individual differences and developmental changes in executive control. *Developmental Science*, 16 (2), 269–286. doi: 10.1111/desc.12024.

Chen, T., & Li, D. (2007). The roles of working memory updating and processing speech in mediating

- age-related differences in fluid intelligence. *Neuropsychology, Development, and Cognition. Section B, Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 14 (6), 631–646. doi: 10.1080/13825580600987660.
- Chiaravalloti, N. D., Christodoulou, C., Demaree, H. A., & DeLuca, J. (2003). Differentiating simple versus complex processing speed: Influence on new learning and memory performance. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 25 (4), 489–501. doi: 10.1076/jcen.25.4.489.13878.
- Čekanavičius, V. ir Murauskas, G. (2009). *Statistika ir jos taikymas (III)*. Vilnius: TEV.
- Deary, I., & Stough, C. (1996). Intelligence and inspection time: Achievements, prospects, and problems. *American Psychologist*, 51 (6), 599–608. doi: 10.1037//0003-066x.51.6.599.
- Dennis, N. A., & Cabeza, R. (2008). Neuroimaging of healthy cognitive aging. In F. I. M. Craik & T. A. Salthouse (Eds.), *Handbook of Aging and Cognition*: Third edition (pp. 1–54). New York: Psychological Press. doi: 10.4324/9780203837665.
- Finkel, D., Reynolds, C. A., McArdle, J. J., & Pedersen, N. L. (2007). Age changes in processing speed as a leading indicator of cognitive aging. *Psychology and Aging*, 22 (3), 558–568. doi: 10.1037/0882-7974.22.3.558.
- Finkel, D., Reynolds, C. A., McArdle, J. J., Hama-gami, F., & Pedersen, N. L. (2009). Genetic variance in processing speed drives variation in aging of spatial and memory abilities. *Developmental Psychology*, 45 (3), 820–834. doi: 10.1037/a0015332.
- Fry, A. F., & Hale, S. (1996). Processing speed, working memory, and fluid intelligence: Evidence for a developmental cascade. *Psychological Science*, 7 (4), 237–241. doi: 10.1111/j.1467-9280.1996.tb00366.x.
- Fristoe, N. M., Salthouse, T. A., & Woodard, J. L. (1997). Examination of age-related deficits on the Wisconsin Card Sorting Test. *Neuropsychology*, 11 (3), 428–436. doi: 10.1037//0894-4105.11.3.428.
- Genova, H. M., DeLuca, J., Chiaravalloti, N., & Wylie, G. (2013). The relationship between executive functioning, processing speed, and white matter integrity in multiple sclerosis. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 35 (6), 631–641. doi: 10.1080/13803395.2013.806649.
- Hale, S., & Myerson, J. (1996). Experimental evidence for differential slowing in the lexical and nonlexical domains. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 3 (2), 154–165. doi: 10.1080/13825589608256621.
- Hargreaves, I. S., White, M., Pexman, P. M., Pittman, D., & Goodyear, B. G. (2012). The question shapes the answer: The neural correlates of task differences reveal dynamic semantic processing. *Brain and Language*, 120 (1), 73–78. doi: 10.1016/j.bandl.2011.10.004.
- Helmbold, N., Troche, S., & Rammsayer, T. (2007). Processing of temporal and nontemporal information as predictors of psychometric intelligence: A structural-equation-modeling approach. *Journal of Personality*, 75 (5), 985–1006. doi: 10.1111/j.1467-6494.2007.00463.x.
- Horn, J., & Cattell, R. (1967). Age differences in fluid and crystallized intelligence. *Acta Psychologica*, 26, 107–129. doi: 10.1016/0001-6918(67)90011-x.
- Jensen, A. R. (2006). *Clocking the mind: Mental chronometry and individual differences*. Amsterdam: Elsevier.
- Jordan, K., Heinze, H. J., Lutz, K., Kanowski, M., & Jäncke, L. (2001). Cortical activations during the mental rotation of different visual objects. *NeuroImage*, 13 (1), 143–152. doi: 10.1006/nimg.2000.0677.
- Kail, R. (2000). Speed of information processing: Developmental change and links. *Journal of School Psychology*, 38 (1), 51–61. doi: 10.1016/S0022-4405(99)00036-9.
- Kail, R., & Salthouse, T. (1994). Processing speed as a mental capacity. *Acta Psychologica*, 86, 199–225. doi: 10.1016/0001-6918(94)90003-5.
- Kennedy, K. M., Partridge, T., & Raz, N. (2008). Age-related differences in acquisition of perceptual-motor skills: Working memory as a mediator. *Neuropsychology, Development, and Cognition. Section B, Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 15 (2), 165–183. doi: 10.1080/13825580601186650.
- Khoe, W., Kroll, N. E. A., Yonelinas, A. P., Dobbins, I. G., & Knight, R. T. (2000). The contribution of recollection and familiarity to yes-no and forced-choice recognition tests in healthy subjects and amnesics. *Neuropsychologia*, 38 (10), 1333–1341. doi: 10.1016/S0028-3932(00)00055-5.
- Kremen, W., Jacobson, K., & Panizzon, M. (2009). Factor structure of planning and problem-solving: A behavioral genetic analysis of the Tower of London task in middle-aged twins. *Behavior Genetics*, 39 (2), 133–144. doi: 10.1007/s10519-008-9242-z.Factor.
- Kunimi, M., & Kojima, H. (2014). The effects of processing speed and memory span on working memory. *GeroPsych: The Journal of Gerontopsychology and Geriatric Psychiatry*, 27 (3), 109–114. doi: 10.1024/1662-9647/a000109.

- Larrabee, G. J. (2014). Test validity and performance validity: Considerations in providing a framework for development of an ability-focused neuropsychological test battery. *Archives of Clinical Neuropsychology: The Official Journal of the National Academy of Neuropsychologists*, 29 (7), 695–714. doi: 10.1093/arclin/acu049.
- Lee, T., Crawford, J. D., Henry, J. D., Trollor, J. N., Kochan, N. A., Wright, M. J., ..., Sachdev, P. S. (2012). Mediating effects of processing speed and executive functions in age-related differences in episodic memory performance: A cross-validation study. *Neuropsychology*, 26 (6), 776–84. doi: 10.1037/a0030053.
- Lu, P. H., Lee, G. J., Tishler, T. A., Meghpara, M., Thompson, P. M., & Bartzokis, G. (2013). Myelin breakdown mediates age-related slowing in cognitive processing speed in healthy elderly men. *Brain and Cognition*, 81 (1), 131–138. doi: 10.1016/j.bandc.2012.09.006.
- Mueller, S. T. (2010). A partial implementation of the bica cognitive decathlon using The Psychology Experiment Building Language (Pebl). *International Journal of Machine Consciousness*, 02 (02), 273–288. doi: 10.1142/S1793843010000497.
- Mueller, S. T., & Piper, B. J. (2014). The Psychology Experiment Building Language (PEBL) and PEBL Test Battery. *Journal of Neuroscience Methods*, 222, 250–259. doi: 10.1016/j.jneumeth.2013.10.024.
- Pantelis, C., Barber, F. Z., Barnes, T. R. E., Nelson, H. E., Owen, A. M., & Robbins, T. W. (1999). Comparison of set-shifting ability in patients with chronic schizophrenia and frontal lobe damage. *Schizophrenia Research*, 37, 251–270. doi: 10.1016/S0920-9964(98)00156-x.
- Penke, L., Muñoz Maniega, S., Murray, C., Gow, A. J., Hernández, M. C. V., Clayden, J. D., ..., Deary, I. J. (2010). A general factor of brain white matter integrity predicts information processing speech in healthy older people. *The Journal of Neuroscience. The Official Journal of the Society for Neuroscience*, 30 (22), 7569–7574. doi: 10.1523/JNEUROSCI.1553-10.2010.
- Riddle, D. R. (2007). *Brain aging: Models, methods, and mechanisms*. Boca Raton (FL): CRC Press. doi: 10.1201/9781420005523.
- Salami, A., Eriksson, J., Nilsson, L.-G., & Nyberg, L. (2012). Age-related white matter microstructural differences partly mediate age-related decline in processing speed but not cognition. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1822 (3), 408–415. doi: 10.1016/j.bbadis.2011.09.001.
- Salthouse, T. A. (2009). When does age-related cognitive decline begin? *Neurobiology of Aging*, 30 (4), 507–514. doi: 10.1016/j.neurobiolaging.2008.09.023.
- Salthouse, T. (2000). Aging and measures of processing speed. *Biological Psychology*, 54, 35–54. doi: 10.1016/S0301-0511(00)00052-1.
- Salthouse, T. A. (1996). The Processing-Speed Theory of Adult Age Differences in Cognition. *Psychological Review*, 103 (3), 403–428. doi: 10.1037/0033-295X.103.3.403.
- Salthouse, T. (1994). Aging associations: Influence of speed on adult age differences in associative learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning*, 20 (6), 1486–1503. doi: 10.1037//0278-7393.20.6.1486.
- Schroeder, D. H., & Salthouse, T. A. (2004). Age-related effects on cognition between 20 and 50 years of age. *Personality and Individual Differences*, 36 (2), 393–404. doi: 10.1016/S0191-8869(03)00104-1.
- Spren, O., & Strauss, E. (1991) *A compendium of neuropsychological tests*. New York: Oxford University Press.
- St Clair-Thompson, H. L., & Allen, R. J. (2013). Are forward and backward recall the same? A dual-task study of digit recall. *Memory & Cognition*, 41 (4), 519–532. doi: 10.3758/s13421-012-0277-2.
- Verhaeghen, P., & Salthouse, T. A. (1997). Meta-analyses of age-cognition relations in adulthood: Estimates of linear and nonlinear age effects and structural models. *Psychological Bulletin*, 122 (3), 231–249. doi: 10.1037//0033-2909.122.3.231.
- Vernooij, M. W., Ikram, M. A., Vrooman, H. A., Wielopolski, P. A., Krestin, G. P., Hofman, A., ..., Breteler, M. M. B. (2009). White matter microstructural integrity and cognitive function in a general elderly population. *Archives of General Psychiatry*, 66 (5), 545–553. doi: 10.1001/archgenpsychiatry.2009.5.
- Wagenmakers, E.-J., Ratcliff, R., Gomez, P., & McKoon, G. (2008). A diffusion model account of criterion shifts in the lexical decision task. *Journal of Memory and Language*, 58 (1), 140–159. doi: 10.1016/j.jml.2007.04.006.
- Witt, S. T., Laird, A. R. M., & Meyerand, M. E. (2008). Functional neuroimaging correlates of finger-tapping task variations: An ALE meta-analysis. *NeuroImage*, 42 (1), 343–356. doi: 10.1016/j.neuroimage.2008.04.025.
- Yonelinas, A. P. (2002). The nature of recollection and familiarity: A review of 30 years of research. *Journal of Memory and Language*, 46 (3), 441–517. doi: 10.1006/jmla.2002.2864.

RELATIONS AMONG AGE, SIMPLE INFORMATION PROCESSING SPEED, COMPLEX INFORMATION PROCESSING SPEED, MEMORY, AND SET-SHIFTING

Vytautas Jurkuvėnas

S u m m a r y

Age is related to the decline in processing speed and other fluid cognitive performance (like memory or set-shifting) in adult population. T. A. Salthouse's (1996) theory of adult age differences in cognition postulates that age changes in processing speed are the leading indicator of cognitive aging. However, the construct of information processing speed can be conceptualized and measured as two distinct cognitive functions: simple and complex information processing speed (Chiaravalloti, Christodoulou, Demaree, & DeLuca, 2003). The aim of this study was to explore direct and mediating relations among age, simple information processing speed, complex information processing speed, memory, and set-shifting. In total, 415 adults participated in the study. Participants completed a battery of eleven computer-administered tasks measuring one of the four cognitive functions: simple information processing speed, complex information processing speed, memory, and set-shifting. The confirmatory factor analysis was used to confirm the four-factor structure ($X^2 = 83,035$; $df = 47$; $p = 0,001$, $RMSEA = 0,043$, $CFI = 0,973$, $TLI = 0,961$). Also, participants answered additional questions about their family status, occupational status, sex, native language, education, and age. The Pearson correlation coefficients were calculated between age, simple information processing speed, complex information

processing speed, memory, and set-shifting. Also, the confirmatory path analysis was used to evaluate direct and mediating relations among these variables. Four models were tested: 1) the saturated model of age, simple information processing speed, memory, and set-shifting; 2) the optimized model of age, simple information processing speed, memory, and set-shifting; 3) the saturated model of age, simple information processing speed, complex information processing speed, memory, and set-shifting; 4) the optimized model of age, simple information processing speed, complex information processing speed, memory, and set-shifting. The results indicate that age is strongly related to the simple information processing speed, the complex information processing speed, and memory. The simple information processing speed mediated the effect of age on memory and partially mediated the effect of age on set-shifting. The simple information processing speed only partially mediated the effect of age on the complex information processing speed. The complex information processing speed mediated the effect of the simple information processing speed on set-shifting and partially mediated the effect of the simple information processing speed on memory.

Key words: age, simple information processing speed, complex information processing speed, memory, set-shifting.

Įteikta 2015 03 31