

# Õpetajakoolituse tudengite õppimisega seotud neuromüüdid

Katrin Poom-Valickis<sup>a1</sup>, Kati Aus<sup>a</sup>, Elina Malleus-Kotšegarov<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Tallinna Ülikool, Haridusteaduste instituut

## Annotatsioon

Haridusüldsusel on suur huvi neuroteaduste uurimustulemuste rakendamise vastu praktikas, kuid valdkondlike teadmiste puudumine ning teadlaste ja õpetajate vähene kommunikatsioon keeruliste teadustulemuste tõlgendamisel on viinud mitmete väärarusaamade ehk neuromüütide tekkeni. Siinse uuringu eesmärk oli kaardistada, kuidas on rahvusvahelistes uuringutes esitatud väärarusaamad levinud meie tulevaste õpetajate hulgas ning kas õpetajaks õppijaid iseloomustavad taustategurid (nt vanus, läbitud õpingud, õppekava või töökogemus õpetajana) on seotud sellega, milliseid väärarusaamu enam tõeseks peetakse. Küsitluses osales kokku 297 õpetajakoolituse üliõpilast Tallinna ja Tartu Ülikoolist. Kõige levinum neuromüüt tudengite hulgas on arusaam, et inimesed õpivad paremini, kui info jagamisel arvestatakse nende visuaalse, auditiiivse ja kinesteetilise õpistiiliga. Õppekavade arendus ja interdistsiplinaarne koostöö teadusvaldkondade vahel on võti teaduspõhise õpetajakoolituse arendamisel.

*Võtmesõnad:* neuromüüdid, õpetajakoolituse tudengite teadmised, õpetajakoolitus

## Sissejuhatus

Neuroteaduste kiire areng tänu tehnoloogilistele võimalustele on viimastel aastakümnetel oluliselt laiendanud meie teadmisi ajust ja selle toimimisest. Lootus, et aju toimimise parem mõistmine võiks aidata õpet tõhusamalt kavadada, on toonud kaasa suurenenud huvi neuroteaduslike uurimustulemuste rakendamise vastu haridusvaldkonnas (Dekker *et al.*, 2012; Im *et al.*, 2017; Simmonds, 2014). Paraku on ebapiisavad teadmised keerukate teadustulemuste tõlgendamisel ning soov neid klassiruumi üle kanda viinud mitmete lihtsustatud arusaamade ja väärtõlgenduste tekkeni (Devonshire & Dommett, 2010;

<sup>1</sup> Haridusteaduste instituut, Tallinna Ülikool, Narva mnt 25, 10120 Tallinn; katrinpv@tlu.ee.

Howard-Jones, 2014). Juba 2002. aastal juhtis OECD oma raportis „Understanding the Brain: Towards a New Learning Science“ tähelepanu psüühika ja aju kohta levivatele väärarusaamadele haridusvaldkonnas. OECD raportis määratletakse neuromüüdid kui väärarusaamad, mis on tekkinud teadustulemuste mittemõistmise, vääralt interpreteerimise või teaduslikult tõestatud faktide vale esitamise ja tõlgendamise tagajärjel (OECD, 2002). Neuromüüdid on seega vääralt või lihtsustatult tõlgendatud neuroteaduslike uuringute tulemused, mida püütakse üle kanda rakendusvaldkondadesse nagu õpetamine, õppimine ja juhendamine.

Kuigi neuromüütidena kirjeldatakse ekslikke arusaamu aju toimimise kohta, on need teatud aspektides seotud tõsiteaduslike leidudega (vt Dekker *et al.*, 2012; Ferrero *et al.*, 2016; Grospietsch & Mayer, 2019; OECD, 2002), mida ülemäära lihtsustatud või valesti mõistetud ja seega ka valesti tõlgendatud (Dekker *et al.*, 2012; Grospietsch & Mayer, 2019; Howard-Jones, 2014). Neuromüütide leviku põhjustena tuuakse eelkõige õpetajate vähesed valdkondlikud teadmised, mis ei võimalda keerukaid teadustulemusi tõlgendada ega kriitiliselt hinnata. Samuti põhjendatakse müütide levikut haridusvaldkonnas kehva kvaliteediga teabeallikatele toetumise ning teadlaste ja õpetajate vahelise vähesese kommunikatsiooniga (Torrijos-Muelas *et al.*, 2021). Uurijad on leidnud, et paljud müüdid levivad hariduses just populaarteaduslike, õpetajatele suunatud allikate kaudu ning vaid väga väike hulk õpetajatest loeb esmaallikaid, s.o teadusajakirju (Ferrero *et al.*, 2016). Samuti võib põhjus peituda osaliselt selles, et keerukate teemade lihtsustamisel tekkivad tähendused haakuvad tavaliselt inimeste igapäevaelulisel tajukogemusel põhinevate arusaamadega, muutes need inimeste jaoks meeldivaks ja ka hästi meeldejäävaks (De Bruyckere *et al.*, 2015; Nyhan & Reifler, 2015).

Probleemi püsimist toetab ka vähene koostöö eri teadusvaldkondade vahel. Kuna neuro- ja haridusteadus kuuluvad eri teadusvaldkondadesse – neil on erinevad eesmärgid, keel, teoreetiline teadmusbaas ja terminoloogia ning epistemoloogilised arusaamad –, muudab see ka teadlaste omavahelise ja loomulikult ka teadlaste ja praktikute kommunikatsiooni keeruliseks. Seetõttu võib ka öelda, et

„neuromüüdid, mis on haridusvaldkonnas laialdaselt levinud, on mugavalt kaitstud ning elavad segamatult edasi. Seda kaitset pakuvad müütide lähteluseks olevad keerukad teaduslikud kontseptsioonid ning asjaolu, et müütide ümberlukkamiseks vajalikud teadmised ja tõendid on peidetud keerulise keelega teadusajakirjadesse, mille mõistmine eeldab häid erialaseid teaduslikke teadmisi. Samuti ei ole võimalik kõiki müüte ka ümber lükata, sest müüdi ümberlukkamiseks vajalikke tõendeid pole lihtsalt võimalik koguda“ (Howard-Jones, 2014, lk 3).

Näitena võib tuua levinud müüdi, et kasutame vaid kümnendikku oma ajust. Nimelt pole mitte mingisugust võimalust, kuidas selgitada välja, milline oleks aju saajaprotsendiline võimsus, ning teisalt poleks evolutsiooniliselt mõeldav, et organismid hoiavad „igaks juhuks“ tagavaraks nii suurt osa kasutatud massi, eriti veel aju puhul, mis on kõige enam energiat kasutav organ (Geake, 2008).

Paraku kinnitavad uuringud ka seda, et väärarusaamade ümberlukkamine või ümberkonstrueerimine on tohutu väljakutse, sest valeinfo võib olla muutustele väga vastupidav (Nyhan & Reifler, 2015). Nimelt, kui me millessegi usume, leiame igapäevases praktikas nende uskumuste tõendamiseks piisavalt tõendeid ja isiklikel kogemustel põhinevaid näiteid. Kogemusi, mis meie uskumusi ei toeta, kipume lihtsalt ignoreerima, olgu siis kas teadlikult või ebateadlikult (De Bruyckere *et al.*, 2015). Seetõttu võib valeinfo mõjutada uskumusi ja hoiakuid ka pärast nende ümberlukkamist, kui seda ei asendata alternatiivse põhjusliku ja piisavalt veenva seletusega. Paljude neuromüütide rahvusvaheline populaarsus viitab nende tegurite globaalsele mõõtmele ning sellele, et müüdid on enamasti taju- ja hoiakupõhised, hõlmates sageli tervet keerukat arusaamade süsteemi (mentaalsete mudelite võrgustikku) ning seega ei piisa nende ümberlukkamiseks vaid ühekordsest õige infoga kokkupuutumisest (Chi, 2013; Lassonde *et al.*, 2016; Verkade *et al.*, 2017).

Mure neuromüütide leviku pärast hariduses on olnud päevakorral juba pikalt ning rahvusvaheliselt on korraldatud palju uuringuid, mis kaardistavad nende levikut õpetajaskonna ja teiste haridusspetsialistide hulgas. Artikli autorite teada ei ole seda teemat Eestis varem uuritud ning seega huvitas meid, kuivõrd on rahvusvahelistes uuringutes esitatud neuromüüdid levinud meie tudengite hulgas, et osata vajaduse korral nendele väärarusaamadele õpetajakoolituses teadlikult tähelepanu juhtida. Samuti soovisime teada, kas õppijate teatud taustategurid (nt vanus, läbitud õpingud, õppekava või töökogemus õpetajana) on seotud sellega, milliseid väärarusaamu enam tõeseks peetakse, ning kas üliõpilastel, kes on õpingute raames läbinud õppimise ja arengu teemalisi (haridus)psühholoogia kursuseid, on teistega võrreldes paremad teadmised.

## Õpetajate seas enam levinud neuromüüdid

Neuromüütide levikut õpetajate hulgas on viimase paarikümne aasta jooksul uuritud üle maailma. Läbivalt on kasutatud uuringutes OECD (2002) ja Howard-Jonesi ning kolleegide (2009) hariduslike neuromüütidenäidatena määratletud väiteid, mis toetuvad vääralt või lihtsustatult tõlgendatud neuroteaduslike uuringute tulemustele. Neuromüütide levikut on uuritud mitmes riigis eri sihtrühmade seas. Fookuses on olnud valdavalt õpetajad (Ferrero *et al.*, 2016;

Hughes *et al.*, 2020), aga ka eripedagoogid, koolijuhid ja ülikooli õppejõud (Tardif *et al.*, 2015; van Dijk & Lane, 2018). Näiteks uuris Dekker kolleegidega (2012) müütide levikut neuroteadustest huvituvate õpetajate hulgas ning samuti on võrreldud tunnustatud ja oma õpetamise eest auhindu saanud õpetajate teadmisi alles alustanud õpetajatega (Horvath *et al.*, 2018).

Õpetajakoolituse üliõpilased on uurimise keskmes olnud samuti paljudes maades. Papadatou-Pastoul kolleegidega (2017) analüüsis Kreeka, Dündar ja Gündüz (2016) analüüsisid Türgi tulevaste õpetajate teadmisi. Saksamaal uurisid Grospietsch ja Mayer (2019) nende üliõpilaste teadmisi, kes spetsialiseerusid bioloogiale ja olid läbinud neuroteaduslikke teadmisi puudutavad kursused (inimese bioloogia / loomade füsioloogia) ning kes tulevikus peaksid neid teemasid õpetama ka õpilastele. Lõuna-Koreas hindas Im kolleegidega (2018), kas hariduspsühholoogia kursuste läbimine parandab neuroteadustealast kirjaoskust ja vähendab õpetajakoolituse üliõpilaste usku neuromüütidesse. Kõigi nende uuringute sõnum on paraku sama: neuromüüdid on hoolimata kultuuri-kontekstist ja läbitud õpingutest levinud õpetajate ja haridusspetsialistide seas laiat üle maailma.

Torrijos-Muelase ja kolleegide (2021) neuromüüte puudutava kirjanduse süsteemsest analüüsist selgub, et haridusvaldkonnas on üle maailma kõige enam levinud müüt, et inividid õpivad paremini, kui arvestatakse nende visuaalse, auditivse või kinesteetilise (VAK) õpistiili eelistusi. 91,3 protsendis uuringutes on see toodud esile kui üks enam levinud neuromüüte. Uurimustele tuginedes on aga teada, et „valdav osa õppesisu on talletatud tähenduse alusel ega tugine visuaalsele, kuulmis- või kinesteetilisele mälule“ (Willingham, 2005). Pigem võib juhtuda, et kohandades juhendamise viise vaid õppija teatud modaalsuse tugevustele, on mõju õppimisele ja õpitulemustele oodatust hoopis vastupidine, sest õppimine vaid ühte tajukanalit kasutades jääb ühekülgeks ja mälujälgede kodeerimine ning hilisem mälust kättesaamine piiratuks (vt nt Kirschner, 2017; Pashler *et al.*, 2008).

Enam kui pool uuringuist (58,3%) kirjeldab õpetajate vankumatut usku ka esimese kolme eluaasta kriitilisuse müüti õppimise seisukohalt. Ilmselgelt on esimesed eluaastad lapse arengus tähtsad ning müüdi tekke taga arvatakse olevat teadmine, et sünapsite kasv on eriti kiire esimese kolme eluaasta jooksul. Selle teadmise ületähtsustamine ning tervikliku neuroloogilise arengu kontekstist väljarebimine on arvatavasti viinud lihtsustatud väärteadmiseni. Nimelt on meie ajul võime neid neuroseoseid luua kogu elu, kuigi enamasti tõepoolest mõnevõrra aeglasemalt ning lisaks ei sõltu õppimisvõime pelgalt sünapsite tekkest, vaid ka sünapsite hulga optimeerimisest, mis hoogustub eri eluetappidel, näiteks teismeeas (Blakemore, 2018; van Dijk & Lane, 2018). Kõikide elusolendite arengus on tundlikke aegu, mil nende psüühika areng

on keskkonna suhtes kõige vastuvõtlikum, kuid keskendudes vaid esimesele kolmele eluaastale, alahindame näiteks arengut, mis toimub hilisemas lapse- ja noorukieas. Tasub ka meeles pidada, et ehkki kiindumussuhte tekkes mängivad esimesed kolm eluaastat tõesti oma rolli, omandame suurema osa sotsiaalemotsionaalsetest ja kognitiivsetest oskustest alles pärast kolmandat eluaastat ning puudujäägid mingis arenguetapis on enamasti kompenseeritavad veel ka hilisemas eas (Blakemore, 2018; Im *et al.*, 2018; Paris, 2013).

Viimane kolmest kõige levinumast neuromüüdist, millele leidub viiteid 41,7 protsendis Torrijos-Muelase jt (2021) analüüsitud uuringutes, on seotud usuga, et erinevused aju poolkerade domineerimisel (vasak *vs.* parem) selgitavad õppijate individuaalseid erinevusi. Tardifi jt (2015) uuringus ilmnis, et seda müüti uskusid enam keskkooli- kui algklasside õpetajad. Kuigi ajupoolkeradel on teatud erifunktsioone, siis aju toimimiseks komplekssete oskuste puhul on tähtis koostöö eri ajuosade vahel. Kõik need on küll diferentseerunud, kuid annavad oma panuse aju kui terviku toimimisse ning täiesti eksitav on väita, justkui peaksid kaks ajupoolkera omavahel lakkamatut võitlust. Lisaks pole ajukuvamismeetodeid appi võttes üheski uuringus leitud, et saaks väita, et üks ajupoolkera on teisest domineerivam. Sellised keerukad funktsioonid nagu mõtlemine, õppimine ja loovus sõltuvad aju erinevate piirkondade ja ajupoolkerade vahelisest koordineeritud tegevusest (Geake, 2008).

Sotsiokultuurilisest aspektist on ilmnenu teatud erinevused õpetajate uskumustes ehk milline neuromüüt on ühes või teises riigis populaarsuselt esikohal ehk millega nõustumise määr on suurim (Ferrero *et al.*, 2016). Näiteks Hispaania õpetajate seas on enam levinud müüt, et stiimulirikas keskkond parandab koolieelsete laste ajutegevust. Koguni 94 protsenti õpetajatest pidas seda tõeseks. Paraku on teada, et arengut takistavalt võivad mõjuda nii ala- kui ka ülestimuleerimine. Soovides lapse arengut toetada, tuleks iga lapse puhul hoolega jälgida ja analüüsida, kui palju, mida ja millal rakendada (Blakemore, 2018; Im *et al.*, 2018; Paris, 2013). 91,1 protsenti Hispaania õpetajatest arvas, et õppija VAK-õpistiiliga arvestamine toetab õppimist, ning 82 protsenti uskus, et peenmotoorikat parandavad koordineerimisharjutused võivad parandada kirjaoskust. Selle kohta, et koordineerimisharjutused või muud nn aju võimlemise meetodid omaksid mingit mõju aju jõudluse parandamisele, pole aga senini mingeid usaldusväärseid tõendeid (Im *et al.*, 2018). Dekkeri ja tema kolleegide uuringus (2012, lk 3), kus valim koosnes Suurbritannia ja Hollandi alg- ja keskkooli õpetajatest, kes teatasid, et on huvitatud neuroteadustest, selgus, et 80 protsenti õpetajatest pidas tõeseks infot, et 1) „inimesed õpivad paremini, kui arvestatakse nende õpistiiliga (nt kuulmis-, visuaalne, kinesteetiline) ehk neile esitatakse infot nende eelistatud tajukanali kaudu“, 2) „erinevused poolkera domineerimises (vasak *vs.* parem) võivad aidata selgitada

individuaalseid erinevusi õppijate vahel“ ning 3) „lühikesed koordinatsiooni toetavad harjutused võivad parandada vasaku ja parema ajupoolkera funktsioonide integreerimist“.

Kuigi uuringuid neuromüütide leviku kohta õpetajate hulgas on väga palju, ei ole siiani üheselt selge, mis ennustab väärarusaamade teket ja mis nende eest kaitseks, sest uuringute tulemused on väga vastuolulised (Ferrero *et al.*, 2016). Näiteks on leitud, et erisused nais- ja meesõpetajate vahel puuduvad (Dekker *et al.*, 2012; Hughes *et al.*, 2020), kuid on ka uuringuid, kus on leitud, et naised usuvad müüte enam kui mehed (Ferrero *et al.*, 2016), ning neid, kus on leitud, et hoopis mehed usuvad naistest enam neuromüütidesse (Dündar & Gündüz, 2016). Enamasti ei ole leitud seoseid neuromüütidesse uskumise ja töökogemuse või õpetatava ainevaldkonna vahel (Dekker *et al.*, 2012; Hughes *et al.*, 2020). Näiteks uuriti algajate ja tunnustatud, oma õpetamistõhusust tõestanud õpetajate usku neuromüütidesse ning nii algajad kui ka edukad õpetajad uskusid müüte samavõrra. Samas tõdeti, et ilmselt need väärarusaamad ei mõjuta praktikat, sest hoolimata uskumustest olid hinnatud õpetajad õpetamisel väga tulemuslikud (Horvath *et al.*, 2018). See võib kinnitada ka asjaolu, et neuroteaduste tulemustega küll ollakse mõnevõrra kursis, aga neid õpetamisel siiski ei rakendata.

Mitmes uuringus on viidatud, et neuroteaduslik kirjaoskus pole osutunud tõhusaks kaitsvaks teguriks väärarusaamade eest. Nimelt on hinnatud õpetajate neuromüütidesse uskumise kõrval ka nende üldteadmisi aju ja psüühika kohta. Näiteks Austraalias korraldatud uuringus ilmnes koguni, et need õpetajad, kel olid paremad faktiteadmised aju kohta, uskusid ka neuromüüte enam (Gleichgerrcht *et al.*, 2015). Ka Dekker jt (2012) leidsid Suurbritannia ja Hollandi õpetajate puhul, et usku müütidesse ennustasid paremad üldteadmised aju kohta ehk õpetajad, kellel oli suurem üldteadmiste skoor, uskusid tõenäolisemalt ka müüte. Mitte ükski teine tegur [riik, sugu, vanus, koolitüüp (alg-/keskkool), populaarteadusliku või teadusajakirjanduse lugemine, täienduskoolitused] ei ennustanud usku müütidesse. Küll aga ilmnes seos, et mida enam loeti populaarteaduslikke ajakirju, seda enam osati vastata õigesti aju toimimist puudutavatele üldistele küsimustele ning need teadmised olid Hollandi õpetajatel paremad kui Suurbritannia õpetajatel. Uuringute tulemused näitavad, et vastajatel, kes regulaarselt loevad populaarteaduslikke ajakirju, olid üldteadmisi puudutavates küsimustes paremad tulemused, kuid paraku seostus parem üldteadmiste skoor ka suurema vastuvõtlikkusega neuromüütidele. Üks seletusi siinkohal on see, et õpetajad, kes otsivad infot aju ning neuroteaduste kohta, võivad tahtmatult kokku puutuda ka suures koguses ringleva valeinfoga. Teisalt on võimalik ka see, et õpetajad, kes usuvad neuromüüte, otsivad teavet aju või neuroteaduse kohta, suurendades seeläbi ka oma faktiteadmisi (Huges

et al., 2020). Samas leidsid Howard-Jones ja kolleegid (2009), et nende uuringus osalenud õpetajate puhul olid paremad üldteadmised siiski seotud madalama väärteadmiste hulgaga.

Seda, et neuromüütide ümberlökkamiseks ei piisa vaid ühekordsest õige infoga kokkupuutumisest, näitasid Imi ja kolleegide (2018) uuringu tulemused. Nimelt parandas hariduspsühholoogia kursuste läbimine küll tudengite neuroteadustealast kirjaoskust, kuid ei mõjutanud usku neuromüütidesse ehk pseudoteadmised eksisteerisid kõrvuti tõsiteaduslike teadmistega. Ferrero jt (2016) uuringust selgus, et kui teadusajakirjade lugemine vähendas usku neuromüütidesse, siis haridusajakirjade lugemine seda usku suurendas ehk müüdid võivad levida just õpetajatele suunatud populaarteaduslikes väljaannetes, mis oma olemuselt tegelevad teaduspõhise teadmise lihtsustamisega. Ka teised uurijad on esile toonud, et just mittespetsialistide koostatud trükiste, konverentside, töötubade või õppematerjalide levitamine on hõlbustanud küsitava kehtivusega neuroteadusliku sisu levikut kogu haridusringkonnas (Busso & Pollack, 2014; Goswami, 2006; Howard-Jones, 2014). Need ülelihtsustatud ja vähese teadusliku taustaga soovitusel on tihti selgemini mõistetavad, atraktiivsed ning klassiruumi lihtsalt ülekantavad ning seega tõenäoliselt õpetajatele meeelpärasemad ja meelde jäävamad. Tardif jt (2015), kes uurisid Šveitsi õpetajaid ja tudengeid, töid esile, et vastajatest veerand tões, et kuulis visuaalsete, auditiivsete ja kinesteetiliste õpistiilide olemasolust just koolitusel. See tähendab, et neuromüüdid levivad tihti õpetajatele suunatud koolituste kaudu, kus ei õpeterialaspetsialistid. Inglisekeelses maailmas on neuromüütide levitamisel suur roll ka kommertskirjastustel ning väga levinud on ka nn ajupõhised (*brain-based*) harjutused ja programmid, millest paljud põhinevad ajupoolkerade spetsialiseerumisest tuletatud väärtõlgendatud pseudoteadmistel (Howard-Jones, 2014).

## Uurimuse eesmärk ja uurimisküsimused

Õpetajahariduses on oluline olla teadlik üliõpilaste seas levinud väärarusaamadest, et osata neile õpingute jooksul teadlikult tähelepanu pöörata. Seega oli siinse uurimuse eesmärk selgitada, mil määral on rahvusvahelistes uuringutes esitatud neuromüüdid levinud meie erineva tausta ja õpikogemusega õpetajakoolituse tudengite hulgas. Täpsemalt otsiti vastust kahele uurimisküsimusele.

- 1) Millised on õpetajakoolituse üliõpilaste hulgas enam levinud neuromüüdid ning kas õpetajaks õppijaid iseloomustavad taustategurid (vanus, läbitud õpingud, õppekava või töökogemus õpetajana) on seotud sellega, milliseid väärarusaamu enam tõseks peetakse?

- 2) Kas üliõpilastel, kes on õpingutel läbinud teatud arengu ja õppimise teemasid puudutavaid hariduspsühholoogiaalaseid kursusi, on paremad teadmised võrreldes nendega, kes seda teinud ei ole?

## Metoodika

### Valim

Kokku vastas küsimustikule 2020/21. õppeaastal 297 Tallinna ( $N = 221$ ) ja Tartu ( $N = 76$ ) ülikooli õpetajakoolituse tudengit. Küsitluses osalemine oli vabatahtlik, üliõpilasi informeeriti enne küsitlust selle eesmärkidest ning andmete kasutamisest. Küsimustik korraldati elektrooniliselt ning selle täitmisele kulus keskmiselt 15 minutit. Tallinna Ülikooli üliõpilased täitsid küsimustiku loengul ning Tartu Ülikooli tudengid kodus.

Vastajate keskmine vanus oli 31 aastat (Min = 18 ja Max = 66). Töökogemus õpetajana puudus vaid vähem kui pooltel, s.o 130 vastajal. Õpetajatöö kogemusega üliõpilastest kõige suurem hulk, s.o 24 protsenti ( $N = 71$ ), oli töökogemusega 2–5 aastat ja 21 protsenti, s.o 62 vastajat, olid kas just õpetajatööd alustanud või töötanud ühe aasta. Töökogemust 6–10 aastat oli 12 vastajal ja enam kui 11 aastat töökogemust 22-l. Õpingute kõrvalt ei töötanud parasjagu õpetajana 155 vastajat (52%), koormusega vähem kui 20 tundi nädalas töötas 79 (27%) ning rohkem kui 20 tundi 63 (21%) vastajatest. Vastajatest enamiku, s.o 89 protsenti emakeeleks oli eesti keel, vene emakeelega vastajaid oli 32 (11%) ning nii eesti kui ka vene emakeelt või muu emakeele kõnelejatena määratles end mõlemal juhul ainult üks vastaja. Õppekavade poolest moodustas kõige suurema grupi, s.o 28 protsenti ( $N = 82$ ), vastajatest tulevased klassiõpetajad, neile järgnesid humanitaarainete õpetajateks õppijad, s.o eesti ja võõrkeelte ning ajaloo õpetajad (22%;  $N = 65$ ). Pea võrdselt osales küsitluses reaal- ja loodusainete, s.o matemaatika, informaatika, gümnaasiumi loodusainete õpetajaid ( $N = 39$ ) ja oskusainete, s.o kehalise kasvatuse, kunsti, muusika ja tehnoloogia ainete õpetajaid ( $N = 38$ ). Mitme aine õpetaja õppekaval õppijaid oli 19, eripedagooge 17, pedagoogika õppekaval õppijaid 19, alushariduse pedagooge 6 ning tulevasi kutseõpetajaid 5. Üks üliõpilane oli sotsiaalpedagoogika õppekavalt ning 6 üliõpilase puhul oli õppekava jäänud määratlemata.

Küsitlusele vastanud tudengite seas oli 58 protsenti vastajatest õpingute alguses ning seetõttu veel mitte läbinud arengu ja õppimise teemadega seotud hariduspsühholoogia kursuseid. 42 protsenti vastanutest ( $N = 126$ ) oli need kursused läbinud.



## Instrument

Andmekogumiseks kasutatud küsimustik koosnes kahest osast, millest esimene puudutas demograafilisi näitajaid, nagu vanus, emakeel, töökogemus, õppekava, millel õpitakse, ning töökoormus õpetajana õpingute kõrval. Teine küsimuste plokk sisaldas kokku 29 väidet, millest 14 puudutas enam levinud neuromüüte (vt tabelit 1) ehk levinud väärtadmisi, mis on tekkinud teadustulemuste mittemõistmise, väärtalt interpreteerimise või teaduslikult tõestatud faktide vale esitamise ja tõlgendamise tagajärjel (OECD, 2002). Varasemate uuringutega kooskõla huvides sisaldas küsimustik lisaks neuromüüte puudutavatele väidetele ka 15 väidet aju ja aju toimimist puudutavate faktide ehk üldteadmiste kohta (vt tabelit 2).

Kuna eesmärk oli eelkõige selgitada, kas ja kuivõrd on rahvusvaheliselt enam levinud neuromüüdid levinud meie õpetajakoolituse tudengite hulgas, siis toetuti uuringutes kõige enam kasutatud Dekkeri ja tema kolleegide (2012) loodud instrumendile, mis tõlgiti eesti keelde ja millele lisati mõned väited uuemast ja laiapõhjalisemast Imi ja kolleegide (2018) loodud küsimustikust. Küsimustiku sisulise valiidsuse tagamiseks kaasati uurimisrühma ekspertidena hariduspsühholoogia ja kasvatusteaduste valkonna esindajad, kellega arutati läbi väidete tõlked ning võrreldi uurimusi, kus neid väiteid oli kasutatud. Toetudes aruteludele ja varasemate tööde analüüsile, tehti väidete valik, sealhulgas otsustati näiteks jätta küsitlusest välja teatud müüdid, mis olid seotud aju töö ja teatud toiduainete või toidulisandite (nt suhkruga ja oomega-3-ning -6-rasvhapete) tarbimisega. Küsimustikku jäänud väidete sisereliaabluse näitajad (Cronbachi alpha) kahes kategoorias olid neuromüütide puhul 0,67 ja aju toimimist puudutavate üldteadmiste skaala puhul 0,72.

Küsitluses osalenud üliõpilastel paluti hinnata iga väidet, märkides vastusena üks kolmest võimalusest: „väide on õige“, „väide on vale“ või „ei tea“. Küsitlusele vastasid kõigepealt Tallinna Ülikooli tudengid ja see korraldati loenguruumis, kus tudengitele pakuti küsitluse täitmise ajal ka võimalust esitada täpsustavaid küsimusi, kui väited jäid selgusetuks. Seda võimalust tudengid ei kasutanud. Tartu Ülikooli tudengitele tutvustas õppejõud uuringut ja saatis küsitluse lingi; küsitlus täideti kodus.

Andmeanalüüsi tehti tarkvaraprogrammiga SPSS 27. Peale kirjeldava statistika esitamise võrreldi rühmade keskmiste erinevusi, kasutades t-testi ning dispersioonianalüüsi. Varasemate uuringutega sarnaselt analüüsisime ka siinses uuringus eraldi neuromüüte ja üldteadmiste küsimusi. Eri tunnuste vaheliste seoste väljaselgitamiseks tehti korrelatsioonanalüüs.

## Tulemused

### Õpetajakoolituse üliõpilaste seas enam levinud neuromüüdid

Analüüsidest õpetajakoolituse üliõpilaste vastuseid neuromüüte puudutavatele väidetele, selgus, et kõige enam levinud neuromüüt on arusaam, et õppimine on tõhusam, kui info jagamisel arvestatakse õppijate VAK-õpistiiliga (visuaalne, auditiiivne, kinesteetiline; vt tabelit 1). Koguni 82,8 protsenti üliõpilasi arvas, et see neuromüüt vastab tõeale.

Ainult pisut vähem ehk 79,5 protsenti üliõpilastest uskus, et põgusad koordinaatsiooniharjutused aitavad parandada vasaku ja parema ajupoolkera vahelist koostööd. Kolmas enam levinud neuromüüt üliõpilaste hulgas oli seotud arusaamaga, et aju arengu mõttes on esimesed kolm eluaastat kõige olulisemad. Kokku 76,9 protsenti üliõpilastest pidas seda väidet tõeseks. Üle poole, s.o 64,6 protsenti küsimustikule vastanud üliõpilastest uskus ka müüti, et stiimulitega rikastatud keskkonnad parandavad eelkooliealiste laste ajufunktsioonide toimimist, seega mida rikkalikum keskkond, seda kiiremini ajufunktsioonid küpsevad. 59,9 protsenti vastajatest pidas õigeks väidet, et mälujäljed talletatakse ajju sarnaselt arvutiga, mis tähendab, et iga mälu pilt salvestub ühte imepisikesse ajupiirkonda.

Väga levinud tunduvad üliõpilaste seas olevat ka ajupoolkerade eri funktsioonidega seotud müüdid ehk 62 protsenti arvab, et erinevus aju poolkerade domineerimises (vasak ja parem ajupoolkera) aitab selgitada, miks inimesed erinevalt õpivad, 58,6 protsenti usub, et vasak ajupoolkera tegeleb ratsionaalse mõtlemisega ning parem ajupoolkera emotsionaalse info töötlemisega, ning 50,2 protsenti peab tõeseks väidet, et inimesed, kel domineerib parem ajupoolkera, on loomingulisemad kui inimesed, kel domineerib vasak ajupoolkera.

Kõige vähem usuti neuromüüti aju suuruse ja intelligentsuse seose kohta ehk 90,2 protsenti vastajatest pidasid seda väidet valeks. Üle poole ehk 65,3 protsenti teadis, et kakskeelne haridus ei aeglusta lapse arengut. Pisut üle poole, s.o 54,9 protsenti üliõpilastest teadis, et kuigi kõigi elusolendite arengus on tundlikke perioode, mil nende psüühika on keskkonna suhtes kõige vastuvõtlikum, ei tähenda see aga seda, et hiljem pole õppimine enam võimalik, sest inimese aju muutub terve elu, luues muu hulgas uusi närvirakkudevahelisi ühendusi ning kustutades neid, mida enam ei kasutata. Samuti ei olnud pooled, s.o 51,5 protsenti, üliõpilastest nõus väitega, nagu kasutaksime vaid kümnendikku oma ajust.

**Tabel 1.** Ülevaade neuromüütide kohta antud õigetest ja valedest vastustest

| Väited   | Valede vastuste määr (%) | Korrektsete vastuste määr (%) | Vastuse „Ei tea“ määr (%) |
|--|--------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| 1) Inimesed õpivad paremini, kui info jagamisel arvestatakse nende õpistiiliga (nt visuaalne, auditiivne, kinesteetiline).   | 82,8                     | 12,1                          | 5,1                       |
| 2) Põgusad koordineerimisvõimused aitavad parandada vasaku ja parema ajupoolkera vahelist koostööd.  | 79,5                     | 3,4                           | 17,2                      |
| 3) Aju arengu mõttes on esimesed kolm eluaastat kõige olulisemad.  | 76,8                     | 7,7                           | 15,5                      |
| 4) Erinevus aju poolkerade domineerimises (vasak ja parem ajupoolkera) aitab selgitada, miks inimesed erinevalt õpivad.  | 62,0                     | 13,5                          | 24,6                      |
| 5) Erinevate stiimulitega rikastatud keskkonnad parandavad eelkooliealiste laste ajufunktsioonide toimimist – mida rikkalikum keskkond, seda kiiremini ajufunktsioonid küpsevad. | 64,6                     | 14,8                          | 20,5                      |
| 6) Mälujäljed talletatakse ajju sarnaselt arvutiga, mis tähendab, et iga mälupeht salvestub ühte imepisikesse ajupiirkonda.  | 59,9                     | 19,5                          | 20,5                      |
| 7) Vasak ajupoolkera tegeleb ratsionaalse mõtlemisega ning parem ajupoolkera emotsionaalse info töötlemisega.  | 58,6                     | 13,8                          | 27,6                      |
| 8) Inimesed, kel domineerib parem ajupoolkera, on loomingulisemad kui inimesed, kel domineerib vasak ajupoolkera.  | 50,2                     | 20,9                          | 29,0                      |
| 9) Kasutame ainult 10% oma ajust.  | 36,4                     | 51,5                          | 12,1                      |
| 10) Iga kord, kui me midagi õpime, lisandub ajju üks väike kurd.   | 27,9                     | 36,7                          | 35,4                      |
| 11) Mozarti muusika kuulamine tõstab intelligentsust.  | 26,6                     | 41,4                          | 32,0                      |
| 12) Inimese arengus on nn kriitilised perioodid, pärast mida pole teatud asjade õppimine enam võimalik.  | 24,9                     | 54,9                          | 20,2                      |
| 13) Kakskeelne haridus tekitab mitme keelesüsteemi konflikti tõttu lapses segadust ning aeglustab tema arengut.  | 20,2                     | 65,3                          | 14,5                      |
| 14) Aju suurus on seotud intelligentsusega – mida suurem aju, seda intelligentsem on inimene.  | 4,0                      | 90,2                          | 5,7                       |

Analüüsidest vastuseid aju toimimist puudutavatele üldteadmiste väidetele (vt tabelit 2) on vaid ühe väite puhul valede vastuste määr suurem õigete vastuste määrast. Nimelt 43,1 protsenti vastajatest arvas ekslikult, et hormoonid mõjutavad keha seesmisi olekuid, kuid mitte inimese isiksust.

**Tabel 2.** Ülevaade aju tööd puudutavatest valedest ja korrektsetest vastustest

| Väited  | Valede vastuste (%) | Korreksete vastuste (%) | Ei tea (%) |
|---|---------------------|-------------------------|------------|
| 1) Hormoonid mõjutavad keha seesmisi olekuid, kuid mitte inimese isiksust (V).  | 43,1                | 33,0                    | 23,9       |
| 2) Pärast sündi ajurakke ehk neuroneid enam juurde ei teki (V).   | 27,9                | 53,5                    | 18,5       |
| 3) Ajupiirkonnad töötavad eraldiseisvalt (V).   | 26,3                | 59,6                    | 14,1       |
| 4) Pärast seda, kui mõnest sündmusest on mälujälg moodustunud, jääb see alatiseks sellisena alles (V).                            | 20,2                | 69,4                    | 10,4       |
| 5) Kui mõni ajupiirkond saab kahjustada, võib juhtuda, et teised piirkonnad võtavad selle piirkonna funktsioonid enda kanda (T).  | 17,8                | 61,6                    | 20,5       |
| 6) Keelelise info töötlemisega tegeleb peamiselt vasak ajupoolkera (T).   | 13,8                | 48,8                    | 37,4       |
| 7) Keha tsirkadiaansed rütmid (ööpäevarütmid) muutuvad teismeeas, mistõttu õpilased on esimeste tundide ajal väsinud (T).         | 13,8                | 56,2                    | 30,0       |
| 8) Kasutame oma aju 24 tundi ööpäevas (T).  | 13,1                | 84,5                    | 2,4        |
| 9) Teismeliste impulsiivne käitumine on osaliselt selgitatav sellega, et nende ajufunktsioonid pole veel täielikult arenenud (T). | 10,4                | 75,8                    | 13,8       |
| 10) Aju areng või küpsemine on jõudnud lõpule põhikooli lõpuks või keskkooli alguseks (V).  | 9,8                 | 75,8                    | 14,5       |
| 11) Vasak ajupoolkera kontrollib peamiselt paremat kehapoolt ning parem ajupoolkera vasakut kehapoolt (T).                        | 7,4                 | 79,1                    | 13,5       |
| 12) Neuraalse suhtluse kiirust parandav müeliniseerumine intensiivistub oluliselt teismeeajajooksul (T).                          | 5,7                 | 36,7                    | 57,6       |
| 13) Emotsionaalseid stiimuleid töötleb aju kiiremini kui neutraalseid stiimuleid (T).   | 5,4                 | 71,0                    | 23,6       |
| 14) Ajurakkudevaheline uute ühenduste loomine võib toimuda veel ka väga kõrges eas (T).   | 5,1                 | 84,2                    | 10,8       |
| 15) Erinevate ajuosade vaheline suhtlus toimub keemiliste ainete ja elektriimpulsside abil (T).                                   | 3,4                 | 77,8                    | 18,9       |

Suuremal osal õpetajakoolituse üliõpilastest on suhteliselt head teadmised aju üldisest toimimisest ehk sellest, et kasutame aju 24 tundi ööpäevas, et aju-osadevaheline suhtlus toimub keemiliste ainete ja elektriimpulsside abil ning et ajurakkude vaheliste uute ühenduste loomine võib toimuda veel ka väga kõrges eas. Kuigi ajupoolkerade toimimise kohta on palju väärteadmist, teatakse, et vasak ajupoolkera kontrollib peamiselt paremat ning parem ajupoolkera vasakut kehapoolt. Üle 75 protsendi vastajatest on õiged vastused andnud ka aju arengut puudutavatele väidetele ehk teatakse, et aju areng või küpsemine ei ole jõudnud veel lõpule põhikooli lõpuks või keskkooli alguseks ning et teismeliste impulsiivne käitumine on osaliselt selgitatav sellega, et nende ajufunktsioonid pole veel täielikult arenenud. Huvitav on see, et ehkki ollakse hästi kursis sellega, et ajuosadevaheline suhtlus toimub keemiliste ainete ja elektriimpulsside abil, ei tea üle poole, s.o 57,6 protsenti vastajatest, et neuromaalse suhtluse kiirust parandav müeliniseerumine intensiivistub oluliselt teismee jooksul. 37,4 protsenti ei ole kindlad selles, et keelelise info töötlemisega tegeleb peamiselt vasak ajupoolkera.

Kokkuvõttes võib öelda, et õigete vastuste osakaal oli kõrgem üldteadmisi puudutavate küsimuste juures, seal oli õigete vastuste osakaal keskmiselt 66 protsenti ja neuromüütide puhul vaid 30,7 protsenti kõigist vastustest.

## Õpetajakoolituse üliõpilaste rühmade erinevused

Peale selle, kuivõrd levinud on neuromüüdid Eesti õpetajakoolituse tudengite hulgas, soovisime teada, kas õpetajaks õppijaid iseloomustavad taustategurid (vanus, läbitud õpingud, õppekava, töökogemus õpetajana) on seotud sellega, milliseid väärarusaamu enam tõeseks peetakse.

Analüüsimeks seoseid vastajate vanuse ja neuromüüte puudutavatele väidetele antud vastuste vahel, tehti Pearsoni korrelatsioonanalüüs. Nõrk positiivne korrelatsioon ( $r = 0,12$ ;  $p = 0,044$ ) ilmnes ainult vanuse ja müütide kohta antud valede vastuste vahel ehk vanuse kasvades suurenes valede vastuste arv, s.o usk neuromüütidesse. Üldteadmiste osas niisugused seosed puudusid. Dispersiooni-analüüsi tulemused õppekavade järgi näitasid, et statistiliselt olulised erinevused puuduvad ehk neuromüütidesse uskumist esineb kõikidel õppekavadel õppivate õpetajakoolituse üliõpilaste hulgas võrdsel määral. Ka ei eristunud erinevatel õppekavadel õppivad üliõpilased üksteisest oma üldteadmiste poolest. Sama ilmnes ka töökogemuse puhul: nii töökogemuseta kui ka töökogemusega üliõpilaste hulgas on võrdselt neid, kes usuvad neuromüütidesse, ning rühmade vahel statistiliselt olulised erinevused puuduvad. Üldteadmiste osas ilmnes statistiliselt oluline erinevus ( $F(2,123) = 3,115$ ;  $p = 0,048$ ;  $\eta^2 = 0,48$ ) üliõpilaste rühmade vahel, kes ei tööta ( $M = 10,7$ ) ja kes töötavad rohkem kui 20 tundi

nädalas ( $M = 9,1$ ) ehk üliõpilastel, kes ei tööta, olid üldteadmised paremad kui neil, kes töötasid õpingute kõrvalt õpetajatena rohkem kui 20 tundi nädalas. Dispersioonianalüüs üliõpilaste tööstaaži rühmade järgi tõi välja olulise erinevuse kahe grupi vahel ( $F(4,121) = 3,278$ ;  $p = 0,014$ ;  $\eta^2 = 0,10$ ). Nimelt oli üliõpilastel, kellel oli tööstaaži õpetajana 6–10 aastat, enam neuromüüte puudutavaid õigeid vastuseid ( $M = 6,8$ ;  $SD = 2,4$ ) kui üliõpilastel, kelle tööstaaž oli 0–1 aastat ( $M = 3,8$ ;  $SD = 1,7$ ). Samuti ilmnis statistiliselt oluline erinevus kahe rühma vahel neuromüütide küsimustele antud „ei tea“ vastuste puhul, ( $F(4,121) = 2,927$ ;  $p = 0,024$ ;  $\eta^2 = 0,09$ ). Nimelt üliõpilased tööstaažiga 0–1 aastat vastasid enam „ei tea“ ( $M = 3,6$ ;  $SD = 2,2$ ) kui üliõpilased, kellel tööstaaž õpetajana puudus ( $M = 2,0$ ;  $SD = 2,0$ ). Üldteadmiste osas erineva tööstaažiga õpetajate rühmade vahel erinevusi ei ilmnenu.

Võrreldes õpingute käigus õppimise ja arengu teemasid käsitleva psühholoogiakursuse läbinud üliõpilaste teadmisi nende üliõpilaste teadmistega, kes ei olnud asjaomaseid kursusi läbinud, ilmnis kahe rühma vahel statistiliselt oluline erinevus neuromüütide osas antud õigetes vastustes,  $t(295) = 2,342$ ;  $p = 0,020$ , ja üldteadmiste osas antud õigetes vastustes,  $t(295) = 2,160$ ;  $p = 0,032$ . Nimelt andsid üliõpilased, kes olid läbinud psühholoogiakursusi, kus üldjuhul käsitletakse ka aju tööprotsesse konkreetsete kognitiivsete ülesannete täitmisel, enam õigeid vastuseid neuromüütide osas (vastavalt  $M = 4,6$ ;  $SD = 2,18$  ja  $M = 4,0$ ;  $SD = 1,87$ ). Samuti oli nende üldteadmiste osas õigete vastuste hulk teistest suurem (vastavalt  $M = 10,28$ ;  $SD = 2,74$  ja  $M = 9,56$ ;  $SD = 2,88$ ). Valede vastuste ja „ei tea“ vastanute vahel neuromüütide ja üldteadmiste osas erisused kahe rühma vahel puudusid. Analüüsides aga õpingutel õppimise ja arengu teemalisi psühholoogiakursusi läbinud õppijate ( $N = 126$ ) neuromüütidele antud õigete ja valede vastuste hulka, selgub, et väga suur osa üliõpilastest, kes on mõne sellise kursuse õpingutel läbinud, usuvad endiselt neuromüütidesse. Nimelt 83 protsenti nõustub endiselt väitega, et inimesed õpivad paremini, kui info jagamisel arvestatakse nende VAK-õpistiiliga, 78 protsenti usub, et aju arengu mõttes on esimesed kolm eluaastat kõige olulisemad ning 77 protsenti arvab, et põgusad koordinatsiooniharjutused aitavad parandada vasaku ja parema ajupoolkera koostööd. Üle poole neist peab tõeseks väidet, et mida rikkalikum keskkond, seda kiiremini ajufunktsioonid küpsevad (66%) ning et mälujäljed talletatakse aju sarnaselt arvutiga ehk iga mälu pilt salvestub ühte imepisesesse ajupiirkonda (60%). Üliõpilaste hulgas, kes on arengu ja õppimise teemasid puudutavaid psühholoogiakursusi läbinud, on endiselt levinud ka väärarusaamad ajupoolkerade spetsiifiliste funktsioonide kohta ehk 55 protsenti usub, et vasak ajupoolkera tegeleb ratsionaalse mõtlemisega ning parem ajupoolkera emotsionaalse info töötlemisega, 54 protsenti arvab, et erinevus aju poolkerade domineerimises aitab selgitada, miks inimesed erinevalt õpivad,

ning 50 protsenti usub, et inimesed, kel domineerib parem ajupoolkera, on loomingulisemad. Seega, kuigi teatud erisus kahe rühma vahel ilmnes, on neuromüüdid üliõpilaste hulgas väga levinud ning paraku ei ole ka õpingute käigus saadud õppimist ja arengut puudutavad teadmised vähendanud usku enam levinud neuromüütidesse. Küll aga ilmnes korrelatsioonanalüüsis, et üliõpilastel, kel oli kokku enam õigeid vastuseid, olid paremad teadmised nii neuromüütide ( $r = 0,78$ ;  $p < 0,01$ ) kui üldteadmiste osas ( $r = 0,89$ ;  $p < 0,01$ ) ning vähem valesid vastuseid nii neuromüütide ( $r = -0,15$ ;  $p < 0,05$ ) kui ka üldteadmiste osas ( $r = -0,13$ ;  $p < 0,05$ ). Samuti oli neil vähem „ei tea“ vastuseid nii neuromüütide ( $r = -0,52$ ;  $p < 0,01$ ) kui ka üldteadmiste osas ( $r = -0,77$ ;  $p < 0,01$ ). Seega võib meie valimi puhul öelda, et paremad üldteadmised on siiski seotud sellega, et neuromüütide suhtes oldakse kriitilisemad.

### Arutelu ja kokkuvõte

Haridusüldsus on üha enam huvitatud õpetamise kvaliteedi parandamist võimaldavate neuroteaduste tulemuste rakendamisest praktikas, kuid vähesed valdkonnapõhised eelteadmised võivad osutada viljakaks pinnaseks ülelihtsustatud üldistuste ja müütide tekkeks. Siinse uuringuga analüüsiti 297 Tallinna ja Tartu ülikooli õpetajakoolituse üliõpilase teadmisi psüühilistest protsessidest ja aju toimimisest. Täpsemalt olid uuringu fookuses neuromüüdid ja nende levik õpetajakoolituse üliõpilaste seas, kuid analüüsiti ka õpetajaks õppijate üldisi faktiteadmisi aju toimimise kohta.

Nagu ka mitmes teises uuringus (Torrijos-Muelas *et al.*, 2021), osutus tulevaste õpetajate seas enim levinud väärteadmiseks arusaam, et õpilaste õpistiilidega (visuaalne, auditiivne, kinesteetiline) arvestamine toetab õppimist. Sellest, miks üle maailma laialdaselt levinud nn VAK-õpistiilide müüt, mida siiani väga paljudes õpetajatele suunatud koolitustes ja meedias populariseeritakse, ei pea paika, on kognitiivsete protsesside uurimisega tegelev hariduspsühholoogia professor Paul Kirschner 2017. aastal kirjutanud ülevaatliku artikli pealkirjaga „Stop propagating the learning styles myth“. Ta rõhutab, et probleemne on nii õppijate määratlemine teatud tajumodaalsustel põhinevatesse kategooriatesse kui ka VAK-õpistiilide testide valiidsus, usaldusvärsus ja ennustusvõime. Samuti rõhutab ta, et puuduvad tõendid, et VAK-õpistiilidele tuginevast õpetamisest oleks õppimisel mingit kasu, ning selgitab, miks ühe või teise tajumodaalsuse eelistamine on mäluprotsesside toimimise, sh info vastuvõtmise ja töötlemise põhimõtetele tuginedes multimodaalse lähenemisega võrreldes alati poolik lähenemine.

Aju toimimist puudutavate üldteadmiste osas oli üliõpilaste õigete vastuste hulk oluliselt suurem kui neuromüüte puudutavate väidete osas. Kõige rohkem valesid vastuseid, s.o 43,1 protsenti oli seotud väitega, et hormoonid mõjutavad keha seesmisi olekuid, kuid mitte inimese isiksust. Võib arvata, et isiksust peetakse tavateadmisele tuginedes millekski abstraktseks, püsivaks ja sünnipäraseks ning füsioloogilisest minast ja sellega seonduvatest muutustest lahusolevaks (Dweck, 2008; Netter *et al.*, 2021). 57,6 protsenti vastajatest märkis, et ei tea, et neuronaalse suhtluse kiirust parandav müeliniseerumine intensiivistub märgatavalt teismeea jooksul. Väite puhul võib olla tegemist ka keeruka sõnakasutusega, mis paneb kahtlema selle tõesuses. Ometi näitab just see väide n-õ korrektset aju tasandil toimuvat ning selle lihtsustamine võiks taas kaasa tuua uute väärarusaamade tekke.

Analüüsidest õpetajate teadmiste seoseid õpetajaid iseloomustavate taustateguritega, tuleb tõdeda nagu varasemateski uuringutes (nt Hughes *et al.*, 2020), et müüdid on levinud kõikidel õppekavadel õppivate õpetajakoolituse üliõpilaste hulgas. Uurimuse tulemustest ilmnes, et õpingute käigus arengu ja õppimise teemasid käsitlevaid psühholoogiakursusi läbinud üliõpilased andsid märgatavalt enam õigeid vastuseid üldteadmisi puudutavate väidete osas ning tundsid rohkem ära ka neuromüüte. See tulemus erineb varasematest uuringutest (nt Dekker *et al.*, 2012; Gleichgerrcht *et al.*, 2015), kus on leitud, et paremad üldteadmised aju kohta ei näi õpetajaid kaitsvat neuromüütidesse uskumise eest. Siinse uuringu tulemuste põhjal võiks öelda, et põhjalikum ettevalmistus teemakohaste kursuste varal annab siiski teatava eelise. Seda toetab ka uurimuses leitud seos, kus üliõpilased, kellel olid paremad üldteadmised, andsid ka enam õigeid vastuseid neuromüütide osas. Samas peab ütleva, et ehkki keskmiselt olid arengu ja õppimise teemasid käsitlevaid psühholoogiakursusi läbinud üliõpilaste teadmised teiste omadest paremad, uskusid nad siiski suurt osa enam levinud neuromüütidest – kursused on küll aidanud mingi piirini teadmisi parandada, kuid enam kinnistunud väärarusaamade ümber struktureerimiseks ei ole neist piisanud.

Siinse uurimuse tulemused sarnanevad varasemate rahvusvaheliste uuringute omadega (nt Grospietsch & Mayer, 2019; Im *et al.*, 2018), mis on näidanud, et neuromüüdid on laialdaselt levinud õpetajakoolituse tudengite hulgas hoolimata sellest, et varem on läbitud kursusi, mis käsitlevad õppimise ja arengu teemasid. Nii võib öelda, et pseudoteadmised eksisteerivad tudengitel paralleelselt teaduslike mõistete, erialaste teadmiste ja arusaamadega.

Paraku näitavad uuringud ka seda, neuromüütidenä käsitletavaid väärarusaamu ei ole lihtne neutraliseerida, kasutades selleks pelgalt tudengitele pakutavate neuroteaduslike teadmiste hulga suurendamist (Grospietsch & Mayer, 2019). Taju- ja kogemuspõhiselt kergesti kinnistuvate väärteadmistega



tuleb õpetajakoolituses tegeleda teadlikult, arvestades väärtadmiste tekkimise ja nende ümberkonstrueerimise seaduspärasustega, mille kohta on rikkalikult uurimusi ka muudes väärmõistetega tegelemist nõudvates teadmusvaldkondades, näiteks füüsikas, keemias ja matemaatikas (Lassonde *et al.*, 2016; Mareschal, 2016; Potvin *et al.*, 2015; Potvin *et al.*, 2020). Nii näiteks on Lassonde jt (2016) näidanud, et õpetajatööks vajalike psühholoogiateadmiste puhul levinud väärmõistete muutumiseks on määrav esitatava info vorm ja selle esitamise põhjalikkus ning kestus. Materjalid ja ülesanded, mis panevad üliõpilasi teadlikult kahtlema info tõesuses, toetavad uue info kinnistumist ning seega õigema teadmise aktiveerumist ka pikema aja möödumisel. Ning vastupidiselt, lihtsalt müütidest rääkimine võib süvendada olemasolevat arusaama, sest infot töödeldakse pinnapealselt ning märksa kergemini ja kiiremalt aktiveeruvad varasemad väärtadmised jäävad domineerima.

Uurijad rõhutavad ka õpetajate (neuro-)teadusliku kirjaoskuse taseme tõstmise vajalikkust (Ferrero *et al.*, 2016) ning panevad südamele, et õpetajakoolitus peaks sisaldama kursusi, mis arendavad teadusuuringute kvaliteedi hindamiseks vajalikke oskusi (Lilienfeld *et al.*, 2012). See ei tähenda, et õpetajakoolituses on tarvis tingimata õppida süvendatult neuroteadusi, pigem just seda, et tekiks oskus märgata võimalikke kõrvalekaldeid info töötlusel. Kuna paljud müüdid levivad eriti jõudsalt just populaarteaduslike, õpetajatele suunatud allikate ja veebilehtede kaudu, on oluline tõsta õpetajate teadmisi allikakriitilisusest, s.o õpetada küsima küsimusi, mis aitavad allikate tõeväärtust hinnata. Vähem tähtis ei ole ka õpetajate meediakirjaoskus. Grospietsch ja Mayeri arvates (2019) on neuromüütide tõhusaks ja jätkusuutlikuks kõrvaldamiseks haridussüsteemist vajalikud nii paremad neuroteaduslikud teadmised kui ka didaktilised sekumised, et kutsuda esile kontseptuaalseid muutusi.

Samas on neuroteaduste valdkonna uurimustulemuste tõlgendamine õpetajatele endale keeruline ning ei saagi olla omaette eesmärk. Teadustulemuste tõlgendamine vajab vahendajaid. Im jt (2018) pakuvad, et selleks sillaks neuroteaduste ja psühholoogia valdkonna uurimistöö ning hariduspraktika vahel võiks olla hariduspsühholoogia. Hariduspsühholoogi roll on mõlema valdkonna baasteadmiste vahendamise kõrval toetada teadlikult konkreetsete väärtadmiste ümberkonstrueerimist, mõistes õppimise üldisi seaduspärasusi ning osates pakkuda välja võimalusi keerukamate mõistete kujunemise toetamiseks. Lisaks leiab Wilcox kolleegidega (2021), et koolikeskkonnas saaksid just koolipsühholoogid oma oskusi ja teadmisi kasutades tegeleda õpetajate seas levinud müütidega.

Paljud autorid viitavad ka vajadusele lisada teadusuuringute ja kognitiivse neuroteaduse baaskursused õpetajakoolitusse (Ansari & Coch, 2006; Tardif *et al.*, 2015). See võiks aidata tulevastel õpetajatel mõista paremini uurimustulemusi ning hinnata kriitiliselt eri allikatest saadud infot. Ühe võimaliku

visiooni õpetajakoolituse õppekavade sisu ümberstruktureerimiseks on pakkunud välja ka Aaro Toomela raamatus „Haridusmõte 2020“. Samas tuleks neuroteadust käsitleda vaid kui üht lisavõimalust haridusteedade paremaks mõistmiseks, mis ei loo ettekirjutusi ega paku konkreetseid tööriistu (Ansari & Coch, 2006). Seega õppekavade arendamise kõrval on vaja tugevdada neuro- ja haridusteadlaste interdistsiplinaarset koostööd ja kahesuunalist dialoogi, mis aitaks tuvastada ja lahendada arusaamatusi, kui need tekivad, ning teisalt sõnastada nii teaduslikult põhjendatud kui ka pedagoogiliselt informatiivseid kontseptsioone ja sõnumeid (Dekker *et al.*, 2012; Howard-Jones, 2014). Vähe- masti sama oluline on ka õpetajakoolituses toetada õpetajaks õppijate mõistete arengut ning väärarusaamu teadlikult ümber konstrueerida.

Siinsel uuringul on ka teatud piirangud, mida tuleks tulemuste interpreteerimisel arvestada. Nimelt oli 58 protsenti vastajatest alles oma õpetajakoolituse õpingute alguses, millega võib ühelt poolt olla seletatav suur väärteadmiste osakaal. Teiselt poolt ei olnud meile uurijatena teada, millises mahus ja kuidas oli uuringu eel ülikooli kursustel käsitletud õppimise ja arengu teemasid. Samuti ei ole teada, millisel määral oli 42 protsenti uuringus osalenud üliõpilastest neid kursusi läbinud. Üliõpilaste varasemate teadmiste täpsem kaardistus ja ülevaade läbitud õpingute sisust ja mahust annaksid tulemuste tõlgendamiseks lisateavet. Piiranguks võib pidada ka siinse uuringu valimi heterogeensust (sh nii õpi- kui töökogemuse, õppekavade, vanuse poolest) ning vähest infot tulemusi mõjutada võivate teiste taustategurite kohta (nt varasemad koolitused töökohal, hariduspsühholoogiaalase teadus- ja erialakirjanduse, veebiallikate lugemine). Kuigi suur osa üliõpilasi täitis küsimustiku loengul ja küsimusi väidete kohta ei esitatud, tuleks edasistes uuringutes üle vaadata uurimisinstrumendi valiidsus, et tagada tulemuste suurem usaldusväärsus. Vältimaks võimalust, et tudengid tõlgendasid mõnda küsimust teisiti kui uurijad, oleks vaja kontrollida põhjalikumalt väidetest arusaamist. Kuna tegu oli esmase kaardistava uuringuga, tasub edaspidistes uuringutes pöörata tähelepanu tulevaste õpetajate arengut ja õppimist puudutavate teadmiste hindamist võimaldavate instrumentide valikule ja sügavamale analüüsile. Vaja oleks lisaks kvantitatiivsetele andmekogumismeetoditele kasutada ka kvalitatiivseid meetodeid, mis võimaldaksid põhjalikumalt mõista ja analüüsida teadmiste ning sealhulgas ka väärteadmiste päritolu ning tausta.

## Tänu sõnad

Täname kõiki uuringus osalenud Tallinna ja Tartu Ülikooli õpetajakoolituse üliõpilasi.

## Kasutatud kirjandus

- Akhtar, N., & Meniivar, J. A. (2012). Cognitive and linguistic correlates of early exposure to more than one language. *Advances in Child Development and Behaviour*, 42, 41–78. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394388-0.00002-2>
- Ansari, D., Coch, D. (2006). Bridges over troubled waters: education and cognitive neuroscience. *Trends in Cognitive Sciences*, 10(4), 146–151. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2006.02.007>
- Bjork, R. A., Dunlosky, J., & Kornell, N. (2013). Self-regulated learning: beliefs, techniques, and illusions. *Annual Review of Psychology*, 64, 417–444. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143823>
- Blakemore, S. J. (2018). *Inventing ourselves: The secret life of the teenage brain*. Public-Affairs.
- Busso, D.S., & Pollack, C. (2014). No brain left behind: consequences of neuroscience discourse for education. *Learning, Media and Technology*, 40(2), 1–19. <https://doi.org/10.1080/17439884.2014.908908>
- Chi, M. T. H. (2013). Two kinds and four sub-types of misconceived knowledge, ways to change it, and the learning outcomes. In S. Vosniadou (Ed.), *International handbook of research on conceptual change* (pp. 61–82). New York, NY: Routledge Press.
- Cubelli, R. (2009). Theories on mind, not on brain, are relevant for education. *Cortex*, 45(4), 562–564. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2008.06.006>
- De Bruyckere, P., Kirschner, P. A., & Hulshof, C. D. (2015). *Urban Myths about Learning and Education*. San Diego, CA: Elsevier.
- Dekker, S., Lee, N. C., Howard-Jones, P., & Jolles, J. (2012). Neuromyths in education. Prevalence and predictors of misconceptions among teachers. *Frontiers in Psychology*, 3, 429. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00429>
- Devonshire, I., & Dommett, E. J. (2010). Neuroscience: viable applications in education? *The Neuroscientist*, 16(4), 349–356. <https://doi.org/10.1177/1073858410370900>
- Dweck, C. S. (2008). Can personality be changed? The role of beliefs in personality and change. *Current directions in psychological science*, 17(6), 391–394. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8721.2008.00612.x>
- Dündar, S., & Gündüz, N. (2016). Misconceptions regarding the brain: the neuromyths of preservice teachers. *Mind Brain Education*, 10(4), 212–232. <https://doi.org/10.1111/mbe.12119>
- Ferrero, M., Garaizar, P., & Vadillo, M. A. (2016). Neuromyths in education: prevalence among Spanish teachers and an exploration of cross-cultural variation. *Frontiers in Human Neuroscience*, 10, 496. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2016.00496>
- Geake, J. (2008). Neuromythologies in education. *Educational Research*, 50(2), 123–133. <https://doi.org/10.1080/00131880802082518>
- Gleichgerrcht, E., Lira Luttges, B., Salvarezza, F., & Campos, A. L. (2015). Educational neuromyths among teachers in Latin America. *Mind Brain Education*, 9(3), 170–178. <https://doi.org/10.1111/mbe.12086>

- Goswami, U. (2006). Neuroscience and education: from research to practice? *Nature Reviews Neuroscience*, 7, 406–413. <https://doi.org/10.1038/nrn1907>
- Grospietsch, F., & Mayer, J. (2019). Pre-service science teachers' neuroscience literacy: Neuromyths and a professional understanding of learning and memory. *Frontiers Human Neuroscience*, 13, 20. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00020>
- Horvath, J. C., Donoghue, G. M., Horton, A. J., Lodge, J. M., & Hattie, J. A. C. (2018). On the irrelevance of neuromyths to teacher effectiveness: comparing neuro-literacy levels amongst award-winning and non-award winning teachers. *Frontiers in Psychology*, 9, 1666. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01666>
- Howard-Jones, P. A. (2014). Neuroscience and education: myths and messages. *Nature Reviews Neuroscience*, 15, 817–824. <https://doi.org/10.1038/nrn3817>
- Howard-Jones, P. A., Franey, L., Mashmoushi, R., & Liao, Y.-C. (2009). The neuroscience literacy of trainee teachers. *Paper presented at British Educational Research Association Annual Conference*, Manchester.
- Hughes, B., Sullivan, K. A., & Gilmore, L. (2020). Why do teachers believe educational neuromyths? *Trends in Neuroscience and Education*, 21, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.tine.2020.100145>
- Im, S-h., Cho, J-Y., Dubinsky, J.M., & Varma, S. (2018). Taking an educational psychology course improves neuroscience literacy but does not reduce belief in neuromyths. *PLoS One*, 13(2). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0192163>
- Kirschner, P. A. (2017). Stop propagating the learning styles myth. *Computers & Education*, 106, 166–171. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.12.006>
- Lassonde, K. A., Kendeou, P., & O'Brien, E. J. (2016). Refutation texts: overcoming psychology misconceptions that are resistant to change. *Scholarship of Teaching and Learning in Psychology*, 2(1), 62–74. <https://doi.org/10.1037/stl0000054>
- Lilienfeld, S. O., Ammirati, R., & David, M. (2012). Distinguishing science from pseudoscience in school psychology: science and scientific thinking as safeguards against human error. *Journal of School Psychology*, 50(1), 7–36. <https://doi.org/10.1016/j.jsp.2011.09.006>
- Mareschal, D. (2016). The neuroscience of conceptual learning in science and mathematics. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 10, 114–118. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2016.06.001>
- Netter, P., Hennig, J., & Munk, A. J. (2021). Principles and approaches in Hans Eysenck's personality theory: their renaissance and development in current neurochemical research on individual differences. *Personality and Individual Differences*, 169, 109975. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2020.109975>
- Nyhan, B., & Reifler, J. (2015). Displacing misinformation about events: an experimental test of causal corrections. *Journal of Experimental Political Science*, 2(1), 81–93. <https://doi.org/10.1017/XPS.2014.22>
- Organization for Economic Co-operation and Development [OECD] (2002). *Understanding the brain: towards a new learning science*. Paris: OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264174986-en>

- Papadatou-Pastou, M., Haliou, E., & Vlachos, F. (2017). Brain knowledge and the prevalence of neuromyths among prospective teachers in Greece. *Frontiers in Psychology, 8*, 804. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00804>
- Paris, J. (2013). *Myths of childhood*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203778043>
- Pashler, H., McDaniel, M., Rohrer, D., & Bjork, R. (2008). Learning styles: Concepts and evidence. *Psychological Science in the Public Interest, 9*(3), 105–119. <https://doi.org/10.1111/j.1539-6053.2009.01038.x>
- Potvin, P., Malenfant-Robichaud, G., Cormier, C., & Masson, S. (2020). Coexistence of misconceptions and scientific conceptions in chemistry professors: a mental chronometry and fMRI study. *Frontiers in Education, 5*, 542458. <https://doi.org/10.3389/educ.2020.542458>
- Potvin, P., Masson, S., Lafortune, S., & Cyr, G. (2015). Persistence of the intuitive conception that heavier objects sink more: A reaction time study with different levels of interference. *International Journal of Science and Mathematics Education, 13*(1), 21–43. <https://doi.org/10.1007/s10763-014-9520-6>
- Simmonds, A. (2014). *How neuroscience is affecting education: report of teacher and parent surveys*. Kõlastatud aadressil <https://wellcome.ac.uk/sites/default/files/wtp055240.pdf>.
- Tardif, E., Doudin, P.-A., & Meylan, N. (2015). Neuromyths among teachers and student teachers. *Mind Brain Education, 9*(1), 50–59. <https://doi.org/10.1111/mbe.12070>
- Toomela, A. (2020). Õppimise ja õppija teooriast ning (eri)pedagoogi õppekava ülesehitusest. Teoses M. Heidmets (toim), *Haridusmõte* (lk 361–391). TLÜ kirjastus.
- Torrijos-Muelas, M., González-Villora, S., & Bodoque-Osma, A. R. (2021). The persistence of neuromyths in the educational settings: a systematic review. *Frontiers in Psychology, 11*, 591923. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.591923>
- van Dijk, W., & Lane, H. B. (2020). The brain and the US education system: Perpetuation of neuromyths. *Exceptionality, 28*(1), 16–29. <https://doi.org/10.1080/09362835.2018.1480954>
- Verkade, H., Mulhern, T. D., Lodge, J., Elliott, K., Cropper, S., Rubinstein, B., & Livett, M. (2017). *Misconceptions as a trigger for enhancing student learning in higher education*. The University of Melbourne.
- Wilcox, G., Morett, L. M., Hawes, Z., & Dommert, E. J. (2021). Why educational neuroscience needs educational and school psychology to effectively translate neuroscience to educational practice. *Frontiers in Psychology, 11*, 618449. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.618449>
- Willingham, D. T. (2005). Do visual, auditory, and kinesthetic learners need visual, auditory, and kinesthetic instruction? *American Educator*. Kõlastatud aadressil <https://www.aft.org/ae/summer2005/willingham>.

## Learning-related neuromyths among student teachers in Estonia

Katrin Poom-Valickis<sup>a1</sup>, Kati Aus<sup>a</sup>, Elina Malleus-Kotšegarov<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Tallinn University, School of Educational Sciences

### Summary

The prevalence of neuromyths among teachers has been studied around the world over the last few decades, and unfortunately, the message of all these studies is the same – neuromyths are widespread among teachers and educators. Neuromyths result from misinterpreted or simplistic interpretations of neuroscience research, which seeks to transfer to areas of application such as teaching, learning and instruction, which has led to the emergence of a wealth of pseudoscientific knowledge (OECD, 2002).

A systematic analysis of the literature on neuromyths by Torrijos-Muelas and colleagues (2021) shows that the most common myth in education around the world is that individuals learn better when their learning style preferences, i.e. visual, auditory or kinesthetic, are taken into account. In 91,3% of the studies, it has been identified as one of the most common neuromyths. More than half of the surveys (58,3%) also describe teachers' unwavering belief in the myth of the first three years of life being the most critical for development. The last of the three most common neuromyths, cited in 41,7% of the studies analysed, is related to the belief that differences in brain hemispheres (left vs right) explain individual differences in learning. The international popularity of many neuromyths suggests their existence on a global dimension. Being frequently based on habitual inferences and perceptions, neuromyths are not easily refuted by any single exposure to correct information (Chi, 2013; Lassonde, Kendeou, & O'Brien, 2016; Verkade et al., 2017).

Although there are many studies on the prevalence of neuromyths among teachers, it is still unclear what predicts and protects against misconceptions, as the results of the studies are highly contradictory (Ferrero et al., 2016). In most cases, teachers' lack of knowledge and skills to critically evaluate neuroscience research results and distinguish between scientific and pseudoscientific claims is cited as the reason for the spread of neuromyths (Ferrero et al., 2016). At the same time, the results of a study by Im and colleagues (2018) showed that taking

---

<sup>1</sup> School of Educational Sciences, Tallinn University, Narva str 25, Tallinn, 10120 Estonia; katrinpv@tlu.ee

educational psychology courses increased literacy in neuroscience but did not affect the belief in neuromyths.

As the authors of the article are not aware of studies carried out about the prevalence of neuromyths in Estonia, this study aimed explore which neuromyths are most common among Estonian student teachers and whether background factors (e.g. age, study courses, curriculum or work experience as a teacher) are related to believing in neuromyths. We were also interested in whether students who had completed courses in educational psychology had better knowledge than those who had not.

### Methodology

A total of 297 student teachers from Tallinn University (N = 221) and The University of Tartu (N = 76) participated in the study. The average age of the respondents was 31, and 167 respondents had work experience as a teacher. The majority of the respondents, i.e. 89%, were native Estonian speakers, 32 (11%) were native Russian speakers. In terms of curricula, the largest group, i.e. 28% (N = 82) of the respondents, were future class teachers, followed by students studying the humanities, i.e. teachers of Estonian and foreign languages as well as history (22%; N = 65). Teachers of natural sciences, i.e. mathematics, informatics, high school natural sciences (N = 39) and teachers of skill subjects, i.e. physical education, the arts, music and technology (N = 38), participated almost equally in the survey. There were 19 students in the multi-subject teacher curriculum, 17 special educators, 19 students in the pedagogy curriculum, six pre-school teachers and five future vocational teachers. One student was in the social pedagogy curriculum, and six students had not defined their curriculum.

Before answering the survey on neuromyths, 126 or 42% of the respondents had completed some kind of educational psychology course in development and learning. The questionnaire used for data collection consisted of two parts. The first part concerned demographic indicators such as age, mother tongue, work experience, the curriculum, and the workload as a teacher. The second set of questions was based on questionnaires developed by Dekker and his colleagues (2012) and Im and colleagues (2018), containing a total of 29 statements about the most common neuromyths (14) and general knowledge of the brain functioning (15).

T-test and analysis of variance were used to compare mean differences between groups. Correlation analysis was performed to determine the relationships between the different characteristics.

## Results

The analysis of student teachers' responses to statements about neuromyths showed, as in several previous studies (Torrijos-Muelas et al., 2021), that the most common misconception among prospective teachers was that adapting teaching to students' learning styles (visual, auditory, kinesthetic) supports student learning. The second neuromyth in terms of prevalence (79,5%) among student teachers was the belief that brief coordination exercises help improve cooperation between the left and right hemispheres. The third most common neuromyth among students was related to the belief that the first three years of life are most important for human brain development – a total of 76,9% of students considered this statement to be true.

In terms of general knowledge about brain functioning, the number of correct answers was significantly higher than in the case of statements about neuromyths. The biggest number of incorrect answers, i.e. 43,1%, was related to the statement that hormones affect the body's internal state but not the person's personality. 57,6% stated that they did not know that myelination, which improves the speed of neuronal communication, intensifies significantly during adolescence.

Based on the analysis of the associations between teachers' knowledge and background factors, it should be noted that, as in previous studies (e.g. Hughes *et al.*, 2020), there were no statistically significant differences and myths are prevalent among teacher education students in all curricula. Also, students involved in different curricula did not differ from each other in terms of their general knowledge. However, a weak positive correlation between age and wrong answers related to neuromyths appeared, i.e. younger students were slightly less likely to believe in neuromyths. As for work experience, differences appeared only in terms of general knowledge, i.e. students who did not have work experience demonstrated a better general knowledge of brain functioning than teachers who worked more than 20 hours a week. A comparison of the groups of students based on seniority showed that students with 6–10 years experience gave more correct answers about neuromyths than students with 0–1 years experience.

Unlike in several previous studies (e.g. Dekker *et al.*, 2012; Gleichgerricht *et al.*, 2015), having experiences with some educational psychology courses was positively related to students' knowledge. It means that students who had completed such a course gave significantly more correct answers to both statements about neuromyths and in the domain of general knowledge about brain functioning. At the same time, it must be said that although there was a difference between the two groups, the students who had completed educational



psychology courses still believed in a large number of neuromyths. In conclusion, it can be stated that the knowledge of teacher education students concerning neuromyths is still poor. In contrast to previous studies, where better general knowledge was often associated with greater belief in neuromyths, in our study, students with better general knowledge had more correct answers about neuromyths.

In conclusion, teacher education students' knowledge of cognitive neuroscience, their ability to critically evaluate information obtained from various sources and their ability to read scientific literature need to be improved. Neuromyths as easily entrenched misconceptions by being oversimplified and therefore attractive must be addressed consciously in teacher training, considering knowledge about dealing with conceptual change, a topic that is extensively researched in other complex knowledge domains such as physics, chemistry and mathematics (Lassonde *et al.*, 2016; Potvin, Masson, Lafortune, & Cyr, 2015; Potvin *et al.*, 2020). Also, it is important to develop interdisciplinary collaboration between the fields of neuroscience and education and a two-way dialogue between researchers and practitioners to identify and resolve misunderstandings when they arise and to formulate both scientifically based and pedagogically informative concepts and messages (Dekker *et al.*, 2012; Howard-Jones, 2014).

The present study also has some limitations that should be considered when interpreting the results. As researchers, we did not know which topics and to what extent were covered in the educational psychology courses. More detailed mapping of students' prior knowledge and a more accurate overview of the content and scope of their studies would provide essential additional information for interpreting the results. To ensure greater content validity of the research instrument and avoid the possibility that students interpreted some of the questions differently from the researchers, it would be necessary to check the understanding of the statements more closely. In addition to quantitative data collection methods, it would be advisable to use qualitative methods to understand and analyse the origin and background of students' knowledge, including misinformation.

*Keywords:* neuromyths, teacher education students' knowledge, teacher education