

Tartu Ülikool
Psühholoogia instituut

Annegrete Palu

**Motiveeritud ebasiira käitumise uurimine selle sõltuvuses transkraniaalse
magnetstimulatsiooni pidurdavast mõjust**

Seminaritöö

Juhendaja: Talis Bachmann, PhD

Kaasjuhendaja: Inga Karton, MSc

Läbiv pealkiri: TMSi pidurdav mõju valetamisele

Tartu 2014

Lühikokkuvõte

Motiveeritud ebasiira käitumise uurimine selle sõltuvuses transkraniaalse magnetstimulatsiooni pidurdavast mõjust

Käesolevas seminaritöös uuriti, kuidas dorsolateraalse prefrontaalkoore (DLPFC) pidurdamine transkraniaalse magnetstimulatsiooniga (TMS) mõjutab motiveeritud ebasiirast käitumist ehk valetamist. Selleks valmistati ette katse, kus 17 katseisiku mõlema ajupoolkera DLPFC-d pidurdati korduva TMSi abil ning seejärel lasti neil mängida interaktiivset arvutimängu, milles katseisik sai ise valida, millal ja kui palju valetada. rTMS-mõjutamisele võeti võrdluseks *sham*-tingimus. Tulemused ei näidanud valetamismäära muutumist stimuleerimise tulemusena, kuid leiti erinevusi aegades vastamise võimaldamisest vastuseni. Parema ja vasaku poolkera DLPFC pidurdamine pikendab valetamisel vastamise kiirust võrreldes tõe rääkimisega, mis kinnitab, et valetamine on keeruline kognitiivne tegevus ning nõuab keerulisemat kontrolli. Valetamine on väga atraktiivne teema, kuid selle protsesside täieliku tundmaõppimise jaoks on vaja läbi viia täiendavaid uurimusi.

Abstract

An inhibiting effect of transcranial magnetic stimulation on motivated deceptive behaviour

The aim of this seminary paper is to test whether lying can be changed by stimulating the DLPFC with low frequency rTMS. This was studied by an experiment where 17 subjects were instructed to play an interactive computer game after they were given rTMS to both of their DLPFC. During the game the subjects could choose freely when and how much they wanted to lie. *Sham*-condition was used in comparison with the rTMS condition. The results did not show any change in the rate of lying but there was a significant change in answering times. Stimulating right and left DLPFC increases answering speed when lying compared to truth-telling. This confirms that lying is indeed a complicated cognitive process that acquires more complex control to function. Lying is an attractive topic but further research needs to be conducted in order to fully get to know its processes.

Sissejuhatus

Valetamine ja petmine ei ole kellegi jaoks uudne nähtus. Võib arvata, et kõik inimesed valetavad ja petavad oma elus teatud määral. Erinevus seisneb aga selles, kuivõrd kaalukas ja tõsine on kontekst, milles valesid esitatakse. Valesid on väga erinevaid ning nad hõlmavad erinevaid osapooli – on nii-öelda süütuid valesid, petmist inimeste vahel kui ka riikide ja rahvuste vahel. Valetamine, petmine ja võimalused seda avastada on väga mõjuvõimsad vahendid ning seetõttu on see intrigeeriv teema, mida on nii eri psühholoogia kui ka muudes distsipliinides erinevate meetmetega juba ammu ajast uuritud. Psühholoogias on uuritud näiteks näoilmeid ja teisi välimäärasid valetamise tuvastamisel (nt Ekman ja O’Sullivan 1991; Ekman 2009) ning polügraafi tööga seonduvaid füsioloogilisi näitajaid (nt Verschuere, Crombez, De Clerq ja Koster 2005). Valetamist on uuritud ka seoses psühholoogiaga õigusteaduses (nt Vrij, Mann ja Fisher 2006; Edelstein, Luten, Ekman ja Goodman 2006), politoloogias (nt Minozzi ja Woon 2013; Dixon 2002) ning keeleteadustes (nt Arico ja Fallis 2013; Newman, Pennebaker, Berry ja Richards 2003). Ebasiira käitumise uurimise tähtsus seisneb eelkõige vajaduses osata seda tuvastada. Kui on teada valetamisega seotud protsessid ja nende täpne toimimine, siis saab edasi uurida võimalusi, kuidas valetamist tuvastada. Tänapäeval on petva käitumise vastu erinevates valdkondades suur huvi – näiteks järjest kasvab nõudlus usaldusväärsetele valedetektoritele (Langleben 2008).

Valel on palju erinevaid külgi. Traditsioonilise definitsiooni järgi toimub valetamine siis, kui esitatakse ebatõest informatsiooni eesmärgiga petta (Arico ja Fallis 2013, viide originaalallikale Augustine 1952). Petmine tähendab, et tahetakse sõnumi vastuvõtjat panna midagi uskuma (Sip, Roepstorff, McGregor ja Frith 2008; Abe jt 2011) ning see hõlmab endas otsust valetada, tõe allasurumist, valet kandva sõnumi tootmist, vastuvõtja reaktsiooni jälgimist, vale parandamist vajadusel ning selle järjepidevana hoidmist (Verschuere, Schuhmann ja Sack 2012). Valetamine on keeruline kognitiivne tegevus ning nõuab tõe rääkimisest rohkem pingutust (Sip jt 2008; Karim jt 2010; Verschuere, Spruyt, Meijer ja Otgaar 2011; Verschuere jt 2012; Luber, Fisher, Appelbaum, Ploesser ja Lisanby 2009). Selline informatsiooni haldamine tähendab täidesaatva funktsiooni elluviimist ja selle kontrolli (Sip jt 2008; Debey, Verschuere ja Crombez 2012), mis on ebasiira käitumise jaoks oluline. Valetamisel ei saa rääkida ainult selle väljendamisest (Sip jt 2010), tähtis on ka tõe rääkimisest hoidumine, mis mõnel juhul võib olla veelgi tugevamat kontrolli eeldav (Verschuere jt 2012; Langleben jt 2002). Tõde on domineeriv ja automaatne ning selle

TMSi pidurdav mõju valetamisele

mahasurumist saab defineerida kui kognitiivset funktsiooni (Verschuere jt 2012). Pettuseid on palju ning need on erinevad, seetõttu on raske täpselt määrata, millised kognitiivsed protsessid töötavad milliste pettuste puhul. Lisaks on valetamisel olulised ka isikuomadused ja emotsioonid (Johnson, Barnhardt ja Zhu 2005).

Valetamise aluseks on neurokognitiivsed protsessid ning seetõttu on seda viimasel ajal palju uuritud just neuroteadustes. Kuna valetamine on väga lai mõiste, siis on meetodid ja tulemused olnud erinevad ning andmed pole süstematiseeritud (Karton ja Bachmann 2011). Seetõttu on valetamise edasine uurimine väga oluline. See annab teadmisi inimese ja tema aju toimimise kohta ning neid teadmisi on võimalik kasutada väga erinevates valdkondades.

Üheks populaarsemaks meetodiks valetamise uurimisel on olnud ajukuvamismeetodid (Langleben jt 2002; Sip jt 2010; Ito jt 2012), mille abil võrreldakse erinevaid ajuprotsesse samal ajal, kui katseisikud vastavad stiimulite kohta kas tõeselt või valetades. Ajukuvamismeetodid, näiteks fMRI, näitavad ära erineval vastamisel aktiivseks muutuvad ajupiirkonnad, kuid ei näita nende vastuste põhjuslikku seotust aktiivsusega. Kuna valetamisel aktiveeruvad ajupiirkonnad, mis on seotud paljude kognitiivsete protsessidega (Karton ja Bachmann 2011), siis ei saa kindlalt väita, et ajuaktiivsus on põhjustatud just ebasiirast käitumisest (Luber jt 2009; Abe 2011; Karim jt 2010; Sip jt 2008; Robertson, Théoret ja Pascual-Leone 2003). Valetamist on uuritud ka transkraniaalse magnetstimulatsiooni (TMS) abil. See meetod võimaldab stimuleerida erinevaid ajukoore piirkondi. TMSi põhimõtteline eelis on see, et ta aitab uurida põhjuslikke seoseid mingi ajupiirkonna aktiveerituse ja käitumise vahel ning sellega kontrollida ajukuvamismeetodite tulemuste valiidsust (Robertson jt 2003; Karton ja Bachmann 2011; Verschuere jt 2012; Thut ja Pascual-Leone 2010; Luber jt 2009). TMS kasutab elektromagneetilise induktsiooni põhimõtet, millega muudetakse lühiajaliselt ajuaktiivsust teatud spetsiifilises ajukoore alas. Suunatud magneetilised väljad häirivad ajutiselt fookuseeritud piirkonna neuraalset tegevust (Karton ja Bachmann 2011; Verschuere jt 2012; Luber jt 2009; Robertson jt 2003). Kui teatud ajuosasid stimuleerides muutub katseisiku käitumine, siis on võimalik eeldada põhjuslikku seost nende vahel.

TMS võimaldab ajupiirkondi mõjutada erinevate sagedustega impulsse kasutades. Korduva TMSi (*rTMS – repetitive transcranial magnetic stimulation*) korral suunatakse rida impulsse ajukoore ning sellega mõjutatakse ajukoore erutatust. Kõrge sagedusega rTMSi kasutatakse tavaliselt ajukoore erutatuse suurendamiseks. Madalal sagedusel mõjutamine ehk väsitamine, vastupidiselt erutamisele, vähendab ajukoore erutatust ning pidurdab antud piirkonna

TMSi pidurdav mõju valetamisele

funktsioone. Väsitamine eelneb käitumuslikule osale ning pikem stimuleerimine tähendab reeglina ka kauem kestvat efekti (Robertson jt 2003; Thut ja Pascual-Leone 2010).

Ebasiira käitumisega seostatakse kõige rohkem prefrontaalset koort (Verschuere jt 2012). Valetamise ja vastava ajupiirkonna kindlaks tegemisel on suurimaks probleemiks see, et aktiivsus piirkondades on olemas ka ilma pettusega (Sip jt 2008), sest petmine põhineb mitmetel kognitiivsetel protsessidel, mida seostatakse sama piirkonnaga (Sip jt 2010). Üha rohkem on erinevate autorite poolt uuritud ja väidetud, et valetamise protsessid on seotud dorsolateraalsete prefrontaalkoorega (DLPFC) (Karton ja Bachmann 2011; Langleben jt 2002; Karim jt 2010; Priori jt 2008; Abe 2011; Knoch jt 2006a; Mamedi jt 2010; Ito jt 2012; Abe jt 2006; Carter jt 1998). Kuna prefrontaalne koor on asümmeetriline nii funktsiooni kui ka struktuuri poolest, siis on võimalik oletada, et paremale ja vasakule DLPFC-le antud rTMSi tõttu on ka käitumine erinev (Knoch jt 2006b). Karton ja Bachmann (2011) on leidnud, et rTMSiga DLPFC stimuleerimine mõjutab spontaanse valetamise ja tõerääkimise määra käitumuslikus ülesandes. Vasaku DLPFC pidurdamine suurendab valetamise suhtelist määra ning vastupidiselt, parema DLPFC pidurdamine vähendab valetamise suhtelist määra ning suurendab tõe rääkimist. Nende tulemustega seostuvad ka mitmed teised uuringud (Karim jt 2010; Ito jt 2012; Abe jt 2006), kus ajukuvamismeetodeid kasutades leiti, et ajuaktiivsus ebatõeste vastuste korral suurenes vasakus prefrontaalkoores (Sip jt 2010) ja DLPFC-s. Aktiivsus selles piirkonnas näitab, et vasak DLPFC on seotud valetamise ning selle tekitamisega, ehkki leitud efektid võivad olla erinevasuunalised. Viimase asjaolu tõttu on vastavad uuringud jätkuvalt aktuaalsed, sest ühene selgus selles küsimuses puudub.

Lisaks poolkerade vahelisele võimalikule erinevusele tuleb valetamise neurokognitiivsete protsesside uurimisel tähelepanu pöörata ka instruksiooni andmisel motiveeritusele ja valetamist nõudva instruksiooni erisustele. Kui katseisikutele anda motivatsioonilised instruksioonid, mis on seotud valetamisvalmiduse suurenemisega, siis tõenäoliselt viivad need ka motiveerituma valetamiseni (Rosenfeld, Hu ja Pederson 2012). Samas tuleb rõhku panna sellele, et katseisikutel oleks vaba voli ise valida, millal nad valetavad. Kui eksperimentaator kontrollib, millal katseisik peab valetama, siis ei pruugi vastamisel aktiivsed olla isiku enda initsiatiivil tehtud pettuses osalevad protsessid ja funktsioonid (Karton ja Bachmann 2011; Derksen 2012; Karim jt 2010). Antud töös kasutatakse eelnevalt motiveeritud spontaanse valetamise strateegiat.

TMSi pidurdav mõju valetamisele

Käesoleva seminaritöö põhiliseks eesmärgiks on uurida, kas varasem tulemus (Karton ja Bachmann 2011) ilmneb ka motiveeritud valetamise tingimuses, ehk kas ja kuidas rTMS mõjutab valetamist olukorras, kus erinevalt eelnevast, on uurimisaluseid instrueeritud valetama, samas sarnaselt eelnevaga on neile jäetud vabadus valida, millal ja kui palju nad valetavad ning kõik erinevad katsetingimused võetakse kasutusele samade uurimisaluste puhul. Viimane asjaolu võimaldab paremini kontrollida ka poolkerade lateralisatsiooni võimalikku mõju.

Seminaritöö on osa suuremast eksperimentaalsest uurimustööst, mis on heaks kiidetud Tartu Ülikooli inimuuringute eetika komitee poolt ning mille raames toimunud katsed viidi läbi vastavalt Helsingi Deklaratsioonis välja toodud põhimõtetele. Lisaks motiveeritud ebasiira käitumise uurimisele rTMSiga pidurdamise tingimustes kasutati samu katseisikuid ka selleks, et uurida motiveeritud ebasiira käitumise sõltuvust rTMSi ergastavast mõjust. Käesolev seminaritöö keskendub ainult motiveeritud ebasiira käitumise uurimisele selle sõltuvuses rTMSi pidurdavast mõjust. Autori panuseks antud uuringus oli osade katseisikute leidmine ja nende motoorse läve määramine, DLPFC-d pidurdavate katsete läbiviimine, vastavate andmete analüüs ning seminaritöö kirjutamine.

Lähtudes eespool välja toodud informatsioonist, on seminaritöö eesmärgiks uurida, kas ja kuidas pidurdav rTMS mõjutab motiveeritud ebasiirast käitumist olukorras, kus uurimisalused saavad ise otsustada, millal ja kui palju nad valetavad, valetamise põhjuslikku seotust mõlema poolkera DLPFC-ga ning selle läbi jõuda lähemale valetamise uurimise oskusteabele ja teadmistele, mis võiksid tulevikus viia valede avastamise usaldusväärsemate meetoditeni. Antud töös püstitatud hüpoteesideks on, et vasaku poolkera pidurdamine suurendab valetamist ning parema poolkera pidurdamine vähendab valetamist.

Meetod

Valim

Valimi moodustasid 17 paremakäelist katseisikut (4 meest) vanuses 20 – 47 (keskmine vanus 25.4, SD = 7.65). Kõik katseisikud olid täisealised, normaalse või korrigeeritud nägemisega, terved ning neil ei esinenud ühtegi piirangut TMSi kasutamise suhtes. Kõiki katses osalejaid informeeriti eelnevalt katse käigust ning TMSi kasutamisest, samuti allkirjastati informeeritud

TMSi pidurdav mõju valetamisele

nõusolekulehed. Kuna antud eksperiment eeldas eelneva MRI-salvestise olemasolu, siis üritati värvata katsesse juba olemasoleva salvestisega isikuid, kes on varem labori katsetest osa võtnud või kellel on sõltumatult antud laboris tehtud uurimuste tarbeks sobivad MRI-salvestised endal olemas. Lisaks kutsuti katsesse inimesi Tartu ja Tallinna ülikooli üliõpilaste meililistide ning sotsiaalmeedia kaudu. Katses osalemise eest oli võimalik katseisikutel vastavalt tulemustele iga katsekorra eest saada 5-8 eurot kompensatsiooni.

Mõõtmisvahendid

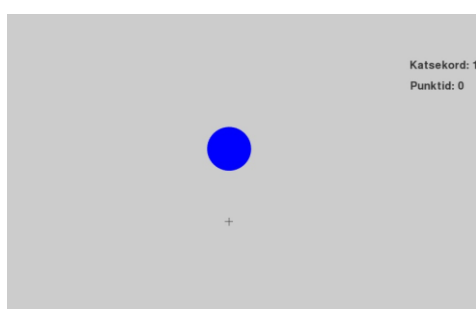
Dorsolateraalset prefrontaalkoore määramiseks ja stimulatsiooniks kasutati MRI-kuvandi põhjal toimivat neuronavigatsioonisüsteemi NBS (Navigated Brain Stimulation) Nexstim Ltd ning katseisikuid stimuleeriti kaheksakujulise TMS-pooliga. TMSi intensiivsuseks seati 100% eelnevalt määratud motoorsest lävest ning impulsside sageduseks oli 1 Hz rTMS režiimis. Kogu katse vältel kasutati ka kõrvaklappe, et vähendada erinevusi TMSi ja *sham*-tingimuse vahel. *Sham*-tingimuses pandi katseisik arvama, et talle rakendatakse TMS-stimulatsiooni. Sel ajal esitati katseisikutele kõrva TMS-pooli tööga kaasnevate helide salvestiste signaale koos taustaks kostva valge müraga („sahinaga“), kuid magnetimpulsse ei esitatud. TMSi ajal esitati ainult taustamüra. Mängimiseks kasutataval arvutil oli SUN CM751U monitor (1024x768 pikslit), kus stiimulid esitati 100 Hz värskendussagedusega (*refresh rate*) ning mis asus katseisikutest umbes ühe meetri kaugusel. Arvutiklaviatuur asetati vastamiseks katseisikutele sülle. Arvuti salvestas kõik tulemused ja andmed.

Ringide mäng

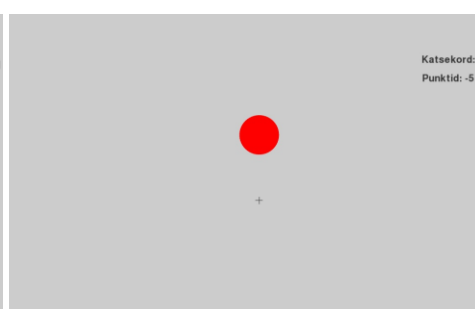
Käitumuslik osa katsest oli niinimetatud ringide mängu mängimine, kus esitati suvalises järjekorras punaseid ja siniseid ringe. Esitatavate ringide raadiuseks oli 13 millimeetrit ning ringid ilmusid ekraanile 100 millisekundiks. Ringide esitamise ja vastamise võimaluse vahel oli 400 millisekundit. Enne ringide esitamist näidati väikest fikatsiooniristi, varieerides selle esitusaega 1000 – 1500 ms, et vältida katseisikutel stiimuli esitamishetkel tekkivat muutumatut ajalist ootust. Joonised 1, 2 ja 3 illustreerivad vastavalt esitatavat sinist ringi, punast ringi ning vastuseakent. Katseisikute ülesandeks oli vastata, kumba värvi ringiga on tegu. Vastates „punane ring“ võis saada ühe punkti, kuid vastus „sinine ring“ punkte ei andnud. Kokku esitati terve mängu jooksul juhuslikus järjekorras 240 ringi, 120 neist olid punast värvi ning 120 olid sinist värvi. Mängu eesmärgiks oli koguda võimalikult palju punkte. Punktide kogumiseks oli katseisikul võimalus valetada ning vastata sinise ringi

TMSi pidurdav mõju valetamisele

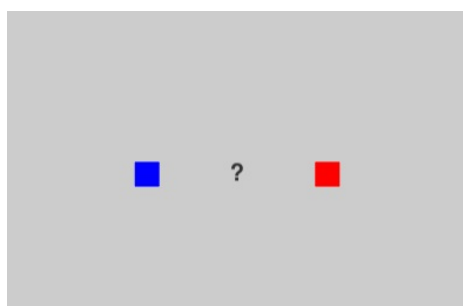
ilmumisel, et tegu oli punase ringiga. Vastamiseks kasutati parema käe kahte sõrme: punase vastamiseks pidi iga kord vajutama paremat nooleklahvi ning sinise vastamiseks pidi vajutama vasakut nooleklahvi. Katseisikud said ise valida, millal ja kui palju nad soovivad valetada. Mängu kestel esinesid ka juhuslikud kontrollid. Vale vastuse esitamisel tuvastamisel kontrolli poolt võeti katseisiku kogutud punktidest 5 punkti maha. Mängus esitatavatest ringidest olid 40 ringi kontrollitavad, 20 korral kaasnes vastuse kontroll sinise ringiga ning 20 juhul kaasnes vastuse kontroll punase ringiga. Ekraani paremas ülemises nurgas oli katseisikutel terve katse vältel näha nende punktisumma ja mängitud korduste arv, samuti teatas arvuti kontrollile vahele jäämisest ning mitte vahele jäämisest.



Joonis 1. Esitatav sinine ring.



Joonis 2. Esitatav punane ring.



Joonis 3. Vastamist võimaldav vastuseaken.

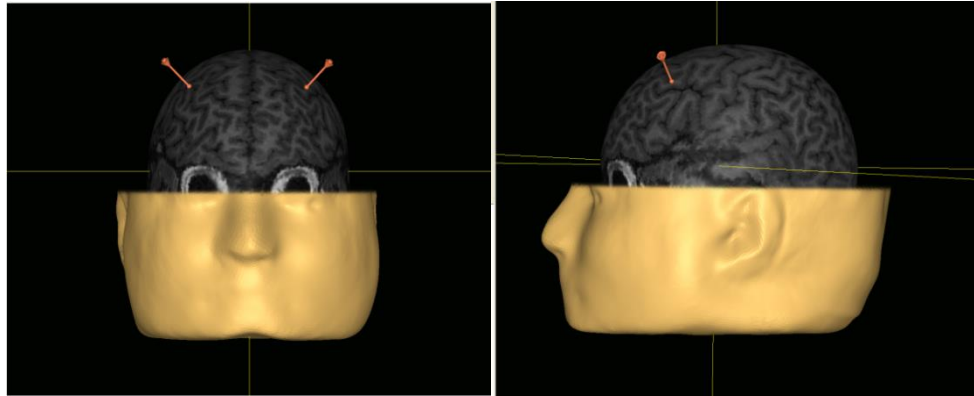
Katse käik

Enne põhikatseid viidi läbi kolme katseisikuga pilootkatse, mis hõlmas endas ringide mängu mängimist. Ükski kolmest isikust ei võtnud osa põhikatsest. Pilootkatse käigus selgitati välja mängu jaoks parimad töötavad parameetrid (katseisiku kaugus ekraanist, mängu pikkus, mängus esinevate ringide arv, aeg stiimuli esinemise ja vastamise võimaluse vahel).

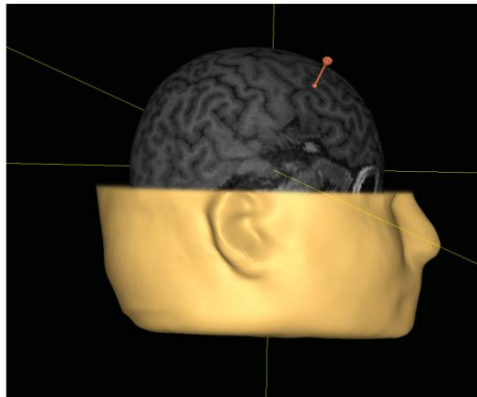
Eksperimendis osalevate katseisikute ajast oli olemas MRI-salvestis, mis võimaldas täpse stimuleeritava piirkonna leidmise. Katsete ülesehitus ja iga katseisiku ajupildid võimaldasid enne katseid lokaliseerida ja märkida individuaalsed DLPFC asukohad (sihtkohad) ning nende abil katsete ajal navigeerida TMS-pooli valitud sihtkohta. TMS-pooli asukohta jälgiti kogu

TMSi pidurdav mõju valetamisele

mõjutamise vältel, tagamaks sihtkoha täpse ja muutumatu stimuleerimise ning sellest kõrvalekaldumise vältimise. DLPFC-d hõlmavat ajukuvandit ja märgitud sihtkohti illustreerivad joonised 4, 5 ja 6.



Joonis 4. DLPFC asukohad eestvaates. **Joonis 5.** Vasakpoolne DLPFC.



Joonis 6. Parempoolne DLPFC.

Enne eksperimentide algust võeti kõikidelt katseisikutelt nõusolek eksperimentis osalemiseks, tehti töövõtuleping ning määrati individuaalne motoorne lävi (MT) vastusena primaarse motoorse koore standardstimulatsioonile (Robertson jt 2003; Kähkönen, Komssi, Wilenius ja Ilmoniemi, 2005). Sellest lähtuvalt võeti kasutusele katses kasutatav stimulatsiooni määr. See on kokkuleppeline ning lähtub eeldusest, et mõju DLPFC-le avaldub juba 60% MT juures. Mida kõrgem on stimulatsiooni intensiivsus, seda rohkem on aktiivsust mõjutatava piirkonna neuraalses tegevuses (Kähkönen jt 2005).

Iga katseisik osales katses kokku neljal korral; kahel korral pidurdati erinevate ajupoolkerade DLPFC-d ja kahel korral ergastati erinevate ajupoolkerade DLPFC-d. Erinevad tingimused (ergastamine vs pidurdamine, TMS vs *sham*, parem ajupoolkera vs vasak ajupoolkera) viidi katseplaanis katseisikute vahel tasakaalu. Antud töö jaoks on oluline ainult pidurdamise osas aset leidnud katsekäik.

TMSi pidurdav mõju valetamisele

Katse toimus kahes etapis, ühes osas stimuleeriti ajukoort TMSiga ning teises osas – *sham*-tingimuses – imiteeriti TMSi. Katse alguses pandi katseisik arvuti taha istuma ning seejärel registreeriti ta pea koordinaadid (Nexstim Ltd NBS süsteemis). Katseisikud lugesid läbi mängu instruksiooni (Lisa 1) ning said vajadusel suulisi täpsustusi. Olenevalt tingimuste läbimise järjekorda sätestavast katseskeemist (TMS+*sham*, *sham*+TMS) stimuleeriti enne mängimist katseisikute DLPFC-d rTMSiga või imiteeriti seda. Sellele järgnes katse käitumuslik osa, kus katseisik mängis ära poole ringide mängust. Pärast esimest käitumuslikku osa rakendati katseisikule uuesti sama palju stimulatsiooni või selle imitatsiooni ning seejärel katseisik lõpetas mängu mängimise. Pärast 10 minutit kestvat pausi kordus kõik samamoodi, välja arvatud see, et vahetus katsetingimus (TMS või *sham*), kuid ajupoolkera jäi samaks. Nii stimuleerimise kui ka mängu mängimise ajal seisis eksperimentaator katseisiku selja taga. Kahe tingimuse vahel olev paus oli vajalik selleks, et TMS-tingimuse korral kaoks selle pidurdav mõju *sham*-tingimuse ajaks. Teisel katsekorral stimuleeriti teist ajupoolkera ning ka katseskeem oli vastupidine.

TMS-tingimuse korral anti katseisikutele 360 impulssi (*TMS pulse*) 1 Hz rTMS stimulatsiooni, mis kestis 6 minutit. *Sham*-tingimuses imiteeris eksperimentaator TMS-pooliga töötamist 6 minuti jooksul. Ringide mängu üks osa koosnes 120 kordusest (ilmub 120 ringi ning nende värvi kohta on vaja vastata); kokku kestis mäng seega mahus 240 kordust. Ühe osa mängimine võttis katseisikutel aega keskmiselt 4 minutit. Korduva TMSi mõju kestab pidurdamise lõppemisest alates umbes poole stimulatsiooni ajast (või natuke rohkem) (Robertson jt 2003; Thut ja Pascual-Leone 2010).

Katsete lõpus lisati katseisikuga tehtud lepingule tehtud tööst lähtuv akt, kus töötasu arvatati vastavalt punktisummale. Katseisikutega viidi läbi lühiintervjuu, et saada tagasisidet katse kohta. Neilt küsiti, mis motiveeris neid katses käima, milline tunne oli katses käia (väsitav või mitte), kuidõrd tajuti katsekordade vahel erinevusi, milline kogemus ja muljed kaasnesid mängimisega ja valetamisega ning kas mängimiseks loodi omapoolseid strateegiaid.

Katsed viidi läbi Tallinnas TÜ kognitiivse psühholoogia laboris ning kõikide kordade kohta täideti katseprotokoll. Sinna märgiti katse algus- ja lõppaeg, TMS-pooli alg- ja lõpptemperatuur ning iga individuaalse katse kohta käivad vajalikud üksikasjad.

Andmete analüüs

Andmete analüüsil kasutati IBM SPSS Statistics 20 ja Microsoft Office Excel 20 tarkvara. Kogutud tulemused koondati kõik Microsoft Office Excel 2010 programmi, kus on näha iga katseisiku järjestusnumbrit, katsekordi, katsetingimusi, katsekorduse numbrit, vastuseid, punkte ja vastamise kiirusi. Koostati kaks eraldi tabelit – vasaku ja parema ajupoolkera andmete kohta. Tulemused korrastati nominaalskaala põhimõttel, kõik sõnalised väärtused kodeeriti numbrilisteks. Valetamine kodeeriti kui number 1 ja tõe rääkimine kui 0, olenemata kontrolli olemasolust. Korrastamine Excelis valmistas tulemused ette töötluseks. Andmed kanti Exceli keskkonnast üle IBM SPSS Statistics 2010 programmi, mille abil viidi läbi kirjeldav statistiline analüüs ja tehti statistilisi järeldusi. Kasutatavad kirjeldavad statistikud olid näiteks aritmeetiline keskmine, variatiivsus, Pearsoni r. Statistiliseks järeldamiseks rakendati töösse korduvmõõtmise puhul kasutatav ANOVA (*general linear model – repeated measures ANOVA*, edaspidi *GLM ANOVA*) ja t-test (*paired samples t-test*), et võrrelda kahe andmerühma keskmisi. Andmete analüüsil uuriti nii valetamise määra kui ka vastamise kiirust.

Tulemused

Andmete analüüsil võeti arvesse 16 katseisiku (4 meest, 12 naist, keskmine vanus 25.6, SD = 7.85) andmed. Välja jäeti üks katseisik, kes ei olnud üldse valetanud. Tema puhul ei tekkinud võrdlusmomenti valetamise ja tõerääkimise vahel ning seetõttu ei saanud andmeid kasutada. Valetamiseks peeti sinise ringi vastamist punaseks; motiveeritud valetamise tingimustes andis selline valetamine iga üksiku õnnestunud vale puhul katseisikule punkti juurde. Punase ringi vastamist siniseks loeti käitumuslikuks veaks, kuna selle tõttu jäädi punktist ilma ning see ei ole katses välja toodud ülesandega kooskõlas. Punase ringi vastamine siniseks moodustas 0.41% vastamistest kõikide tingimuste korral ja seega ei saanud tulemusi oluliselt mõjutada.

Selleks, et selgitada välja, kas rTMS mõjutab valetamist, uuriti esiteks valetamise määra. Keskmine valetamise määr tähendab katseisiku poolt antud teadlikult valede vastuste sagedust ning see arvutati välja erinevate tingimuste puhul. Valetamise sageduse määramisel ei võetud arvesse ringide mängus esinevaid kontrole. Keskmiste valetamise määrade puhul ei leitud statistiliselt olulist erinevust parema ja vasaku poolkera DLPFC stimulatsiooni tingimuste võrdluses ($F(1,15) = 2.982$, $p = 0.105$) ega rTMS ja sham võrdluses ($F(1,15) = 1.455$, $p =$

TMSi pidurdav mõju valetamisele

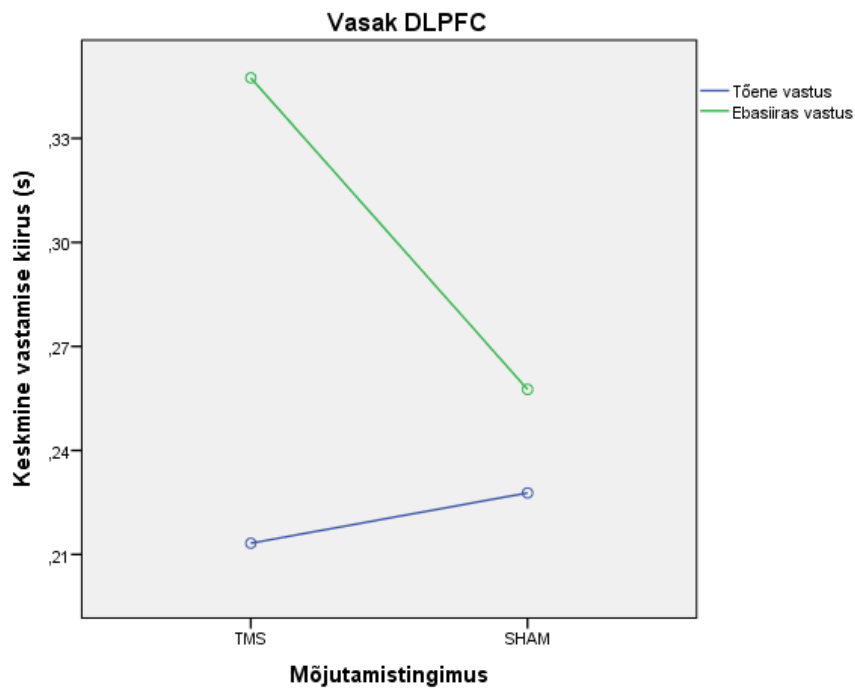
0.246). Ka t-test ei näidanud olulist erinevust ajupoolkerade vahel (rTMS: $t = 1.548$, $p = 0.142$; sham: $t = 1.394$, $p = 0.184$) ega rTMS ja sham puhul (vasak DLPFC: $t = -1.164$, $p = 0.263$; parem DLPFC: $t = -0.052$, $p = 0.96$).

Kuna TMSi mõju võib kaudselt avalduda ka reaktsiooniaegades, siis oli esialgu plaanis uurida ka neid. Ringide mängu programm oli aga algselt loodud selliselt, et vastamise ajal saaks ka EEG salvestada, ehk tegelikkuses ei mõõtnud arvuti mitte vastaja reaktsiooniaegu, vaid aegu vastamise võimaldamisest ehk vastuseakna ilmumisest kuni vastamiseni. Seetõttu tuleb reaktsiooniaegu käsitleda pigem tingliku vastamise kiirusena, mis antud kontekstis tähendab aega vastamise võimaldamisest vastuseni (AVVV) ning on kokkuleppeline mõiste. Neid arvuti poolt salvestatud aegu uurides selgus, et suur osa vastamiseks kulunud ajast võrdus paljudel katseisikutel nulliga. Nulliga võrduvad ajad moodustasid 52.04% kõikidest vastamise kiirustest kõikide tingimuste korral. Ringide mängus hakkas programm AVVV-sid mõõtma vastuseakna ilmumise ajast. Stiimulite esitamise ja vastamise võimaluse vaheliseks ajaks oli 400 millisekundit. Kui katseisikud vastasid enne vastuseakna ilmumist ehk stiimuli esitamise ajal või ooteajal, siis salvestas katsearvuti nende AVVV-d nulliks. Nulliga võrduvate aegade korral olid 79.71% neist tõeste vastuste omad ja 20.29% ebasiiraste vastuste andmise kiirused.

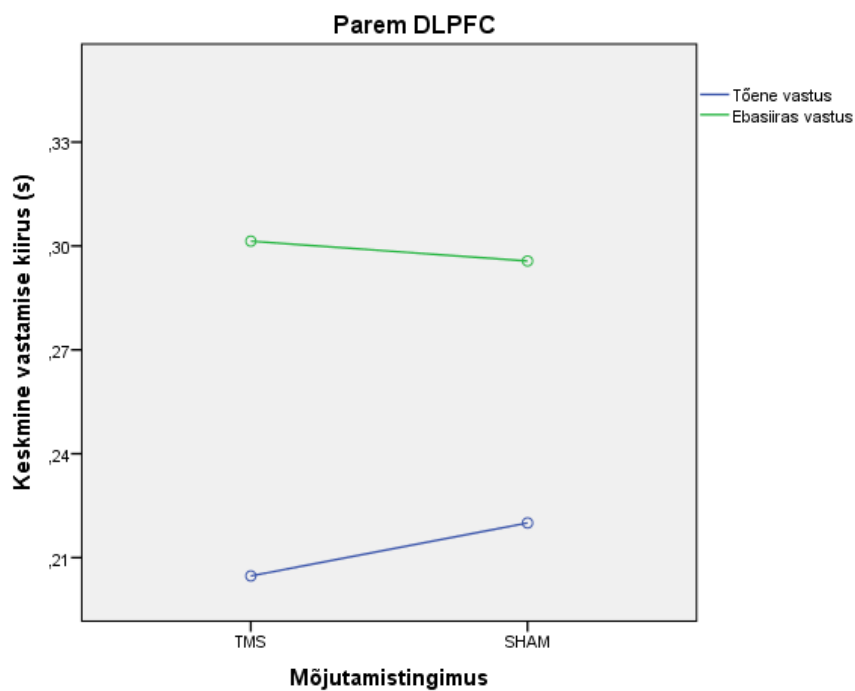
Nulliga võrduvate vastamiste kiiruste suurest osakaalust tulenevalt viidi läbi andmeanalüüs, kus võeti arvesse ainult nullist suuremaid vastamise kiirusi. Uuest andmeanalüüsist jäid välja veel ühe katseisiku andmed, kuna ühes tingimuses oli tal vastamise kiirus kogu aeg null ning seega olid tema andmed puudulikud.

Analüüsis näitas *GLM ANOVA* olulist erinevust ainult vastuse liigi lõikes ($F(1,14) = 13.486$, $p = 0.003$) ehk tõene ja ebasiiras vastus on AVVV-de mudelis tähtsad. TMS/sham ($F(1,14) = 0.608$, $p = 0.448$) ja poolkeradevahelisi ($F(1,14) = 0.053$, $p = 0.821$) olulisi erinevusi vastamiste kiiruses ei esinenud ka selles analüüsis. Joonised 7 ja 8 näitavad tõeste ja ebasiiraste vastuste muutumise tendentse erinevates tingimustes vasakpoolse ja parempoolse DLPFC mõjutamisel (vastavalt). Vasakpoolse DLPFC stimuleerimisel rTMSiga näivad vastamise kiirused valetamisel aeglasemad kui sham-tingimuses (joonis 7). Tõese vastuse vastamise kiirused tunduvad see-eest pikemad sham-tingimuses, kuid see vahe on väga väike. Joonis 8 esindab keskmisi vastamise kiirusi parempoolse DLPFC stimuleerimisel. Ajad vastamise võimaldamisest vastuseni on valetamise korral pikemad kui tõeste vastuste korral, kuid enam-vähem võrdsed nii rTMSi kui ka sham-tingimuse korral.

TMSi pidurdav mõju valetamisele



Joonis 7. Vastamise kiiruste sõltuvus mõjutamistingimusest vasakpoolse DLPFC stimuleerimise korral (AVVV > 0).



Joonis 8. Vastamise kiiruste sõltuvus mõjutamistingimusest parempoolse DLPFC stimuleerimise korral (AVVV > 0).

Tingimusel AVVV > 0 viidi läbi ka t-test, kus võrreldi erinevusi parem- ja vasakpoolse DLPFC lõikes. Sealt selgus, et vastuse liik on statistiliselt oluline nii vasakpoolse ($t = 2.314$, p

TMSi pidurdav mõju valetamisele

= 0.036) kui ka parempoolse DLPFC ($t = 3.777$, $p = 0.002$) mõjutamisel rTMSiga. Keskmised vastamise kiirused olid mõlema poole puhul valetamisel pikemad kui tõe rääkimisel (tabel 1).

Tabel 1. Vastamise kiirus parempoolse ja vasakpoolse DLPFC pidurdamisel rTMSiga ($AVVV > 0$).

Poolkera (DLPFC)	Vastuse liik	Keskmine vastamise kiirus	Vastajate arv	Standardhälve	Mõõtmise standardvea suurus (SEM)
Parem	Valetamine	0.301	15	0.175	0.045
	Tõe rääkimine	0.205	15	0.104	0.027
Vasak	Valetamine	0.348	15	0.286	0.074
	Tõe rääkimine	0.213	15	0.098	0.025

Katseisikutega läbiviidud lühiintervjuusid uurides selgus, et kõik tajusid erinevust TMSi ja *sham*-tingimuse vahel. Mõned aimasid, et *sham*-i ajal stimuleerimist ei toimu ning mõned arvasid, et *sham*-tingimus on tehniliselt teistmoodi stimuleerimine. Katseisikuid motiveeris enamjaolt valetama ning punkte koguma mängides tekkiv hasart; katsest saadavat raha mainis motivatsioonina ainult üks katseisik. Kuna katsed ja mäng olid pikad, siis mainisid osad katseisikud, et lõpupoole hakkas mäng ära tüütama. Strateegiaid loodi mängides mitmeid, kuid keegi ei maininud, et tal oleks olnud üks kindel taktika. Kõik katseisikud vahetasid strateegiaid ning muutsid neid mitmeid kordi; ühegagi ei mindud lõpuni.

Arutelu

Käesoleva seminaritöö raames pidurdati rTMSi abil nii vasakut kui ka paremat DLPFC-d, et uurida võimalikku valetamise määra muutumist stimulatsiooni mõjul. Kumbki hüpoteesidest kinnitust ei leidnud. Esimeseks hüpoteesiks oli, et vasaku DLPFC pidurdamisel valetamine suureneb ja teiseks hüpoteesiks oli, et parema DLPFC pidurdamisel valetamine väheneb. Valetamise määrade muutused pärast rTMSiga stimuleerimist ei erinenud vaadeldavates tingimustes oluliselt.

Mitmed autorid on siiani leidnud aju stimuleerides ja ka ajukuvamismeetodeid kasutades seose vasaku DLPFC ja valetamise vahel. Karim jt (2010) ning Abe jt (2006) leidsid, et

TMSi pidurdav mõju valetamisele

ebatõeste vastuste korral suureneb ajuaktiivsus ainult vasakus DLPFC-s. Ka Karton ja Bachmann (2011) leidsid seose vasaku DLPFC ja valetamise vahel. Nende tulemused olid täpsemad, kuna nad mõjutasid DLPFC-d pidurdava rTMSiga ning selle tulemusena suurenes valetamine. Seda tulemust kinnitab ka Abe jt (2006) tulemus, kus katseisikud pidid pidurdama isiklike tõeseid vastuseid ning ette valmistama ja andma ebasiira vastuse. Kuna vasak DLPFC aktiveerus, siis saab väita, et valede loomise protsess on seotud antud piirkonnaga. Antud katses selliseid tulemusi ei saadud; vasaku DLPFC pidurdamisel valetamise määr ei muutunud.

Parema DLPFC ja valetamise seoseid on vähe leitud, seda piirkonda seostatakse rohkem riskantse käitumisega (Knoch jt 2006a). Knoch jt (2006a) katses pidurdati katseisikute DLPFC-d rTMSiga ning mõõdeti otsustamiskäitumist riski olukorras. Selgus, et parema poole väsitamine pani katseisikud ohtlikumalt otsustama ning järelalusena võib tuua parema poole seose riskivõtmisega ja otsuste allasurumisega. Parema poole pidurdamisega alandatakse ka kontrollivõimet ning käitumine muutub hulljulgemaks. Kontrollivõime alandamine võib omakorda vähendada ka valetamist (Karton ja Bachmann 2011), kuna valetamine nõuab rohkem kontrolli kui tõerääkimine (Debey jt 2012; Johnson, Barnhardt ja Zhu 2003). Vähenenud kontrolli olukorras on tõestel vastustel kergem esile tulla, kuna tõeste vastuste loomine ei nõua nii suurt pingutust. Samas võib riskantse käitumise suurenemine teatud olukordades tähendada ka kalduvust rohkem valetada. Valetamisega kaasnevatele tagajärgedele ei pöörata piisavalt tähelepanu ning impulsiivse käitumise tulemusena tuleb otsus valetada kergemini. Seda, kuidas need vastupidises suunas valetamiskäitumist ennustavad teooriad omavahel kooskõlla viia, peavad näitama edaspidised uurimused, milles ilmselt leitakse täiendavaid seaduspärasusi sellest, kuidas valetamine sõltub kognitiivsest ja motivatsioonilisest kontekstist.

Antud katse hüpoteese ei kinnitanud, kuid ei andnud ka vastupidiseid tulemusi. Oodatud tulemuste mitteilmnemisel võib olla mitmeid põhjuseid. Valetamise uurimise metodoloogias on kirjeldatud erinevaid probleeme, kuid põhimureks on katsetes esinevate tingimuste erinevus elulistest olukordadest (Sip jt 2008; Abe jt 2006; Abe 2011; Luber jt 2009). Laboris meenutab valetamine rohkem lihtsat valikut, kuna katseisikud on teadlikud, et nende vastused ei too neile suuri kaotusi või suuri võite. Kuid mida lähemale päriselule katset viia, seda rohkem tuleb ära anda kontrolli katsetingimuste üle (Sip jt 2010). See omakorda tähendab vähem valiidsust ja reliaablust tulemuste lahtimõtestamisel. Johnson jt (2005) on välja pakkunud, et katseülesannete stsenaariumid peaksid olema natuke realistlikumad. Üldjuhul

TMSi pidurdav mõju valetamisele

kaasneb valetamisega ka ärevus ja süütunne (Langleben jt 2002), mis elulisemate stsenaariumite puhul võiks ka laborisituatsioonis esineda. Veel üks meetodiga seostuvatest probleemidest on kontrolltingimuse probleem. Antud katses kasutati kontrolltingimusena *sham*-i. *Sham*-tingimuse ja TMS-tingimuse vahel on aga üpris lihtne vahet teha, kuna esimeses ei pruugi stimulatsioonist saadav aisting olla nii selgesti somaatiline (Verschuere jt 2012; Robertson jt 2003). Kui katseisikud aimasid, et sellel ajal tegelikku stimuleerimist ei toimu, siis võis see nende vastamiskäitumist ka mõjutada.

Üheks katse eesmärkideks oli uurida, kas madala sagedusega rTMS ehk väsitamine mõjutab inimeste käitumist motiveeritud valetamise eksperimendis. Pidurdamine tähendab ajukoore aktiivsuse alandamist ning seeläbi peaks muutuma ka käitumine. Käitumise muutumise all võib käsitleda ka muutusi vastuste andmise kiirustes, mida lisaks valetamise määrale uuriti. Vastamise kiiruste uurimisel selgus, et andmete analüüsist jäid välja kärmete vastajate AVVV-d ning need loeti katsearvuti poolt võrdseks nulliga. Üle poolte vastamise kiirustest võrdusid nulliga, mis tulenes sellest, et stiimuli esinemise ja vastamise võimaluse vahel olev aeg oli liiga pikk. Katseisikud reageerisid väga kiiresti ja juba stiimuli esinemise ajal, kuid andmetes nende täpne vastamise kiirus ei kajastu. Puudu on skaalal kiiremate (alumise otsa) vastajate variatiivsus, kuna vastati enne, kui katsearvuti vastuseid salvestama hakkas. Pilootkatsega sai stiimuli esinemise ja vastamise võimaluse vahel olevat ooteaega lühendatud, kuid katse käigus selgus, et sellest ei piisanud. Edaspidistes katsetes tuleks nendevahelist ajavahemikku veel lühendada või see hoopis ära kaotada. Eelnevast tulenevalt ei saa ilmnunud tulemusi pidada usaldusväärseteks; puuduolevate andmete olemasolu võiks tõenäoliselt tulemusi ka muuta.

Katse AVVV-de uurimisel leiti oluline seos vastuste andmise kiiruste ja vastuste liigi vahel. rTMSi pidurdava mõju korral nii paremale kui ka vasakule DLPFC-le on valetamise korral vastuste kiirused pikemad kui tõe rääkimise korral. Lisaks sellele selgus tulemustest, et vasaku DLPFC pidurdamisel on aegadel vastamise võimaldamisest vastuseni tendentsiks olla valetamise puhul pikemad kui *sham*-tingimuses. Nende tulemuste põhjal saab, tuginedes sealjuures varasematele uuringutele (Mameli jt 2010; Verschuere jt 2011; Debey jt 2012; Abe jt 2006; Abe 2011, viide originaalallikale Spence 2001) eeldada, et muutus vastamise kiirustes võib olla tingitud sellest, et valetamine on keerulisem protsess ning võtab rohkem aega võrreldes tõe rääkimisega. Kuna valetamine on oma loomult keerulisem kognitiivne protsess, siis on loogiline, et selleks läheb kauem aega. Tõe rääkimine on turvaline otsus, seal pole vaja automaatset vastust alla suruda ning seetõttu on see ka kiirem (Knoch jt 2006a). Vastamise

TMSi pidurdav mõju valetamisele

kiirused kinnitavad, et valetamine on keerulisem protsess ja ühtlasi kordavad varasemates uurimustes saadud empiirilisi tulemusi (Johnson jt 2003; Meek, Phillips, Boswell ja Vendemia 2013).

Katsearvuti mõõtis vastamiseks läinud aega hetkest, kui stiimuli esitamine lõppes ning ekraanile ilmnis vastuseaken. Kui katseisik vajutas klahvi alla juba stiimuli esinemise või ooteajal, siis salvestati aeg nullina. See tähendab, et nendel hetkedel vajutati klahv ruttu alla ning vastati ilma vastusevarianti pikemalt kaalumata. Suur osa nulliga võrduvatest AVVV-dest esines tõe rääkimise korral. See kinnitab, et tõe on domineeriv ja automaatne vastus, ei vaja pikka kaalumist ning selle korral on vastuse andmise kiirused lühikesed. Tõeste vastuste automaatsus võimaldas enne stiimuli esitamise lõppemist vastata. Kiirustades antud vastuste suurt osakaalu võivad selgitada ka üldisemad otsustusstrateegiad mängimisel. Katseisikutel võis olla varasemalt otsustatud, millistel kordadel räägitakse kindlasti tõtt või millal valetatakse. Seetõttu võidi vastata mõlema vastuse liigi korral kiiremini ja ei peetud vastust kaaluma. Lühiintervjuudest selgus, et ühelgi katseisikul ei olnud kindlaid strateegiaid, mida kasutati pikalt ja püsivalt terve mängu jooksul. Pigem loodi palju erinevaid strateegiaid ja vahetati neid, kui nähti, et neid kasutades jäädakse ikka kontrollile vahele. Selliste strateegiate olemasolu võis samuti mängida rolli vastuste andmise kiiruste lühenemisele.

Suur osa AVVV-dest võrdus nulliga. Isegi kui liita mõõdetud aegadele juurde ooteaeg, siis võib näha, et võrreldes varasemate uurimustega (Debey jt 2012; Verschuere jt 2011; Mameli jt 2010) on antud töös vastuste kiirused ikkagi keskmiselt suhteliselt lühikesed. Suur hulk kiireid vastamise aegu võib viidata sellele, et protsess muutus nii-öelda automaatseks. Kuna mäng oli suhteliselt pikk ja üksluine, siis võisid katseisikud mängida kiirustades ning tahta mänguga ruttu lõpule jõuda. Seetõttu vastati automaatselt, ilma et oleks mõeldud valetamisele, pööratud tähelepanu stiimulile või vastusele. Katseisikud ei täitnud kohusetundlikult antud ülesannet ning sellega panid ohtu katse õnnestumise. Valetamine nõuab tõese vastuse allasurumist ning uue vastuse konstrueerimist (Verschuere jt 2012). Kui tõe allasurumisele ning ebasiira vastuse konstrueerimisele ei keskendutud, siis ei saa ka ilmnedagi TMSi mõju valetamise määrale. Sellisel juhul oli valede vastuste andmine juhuslik automaatne tegevus ning ei tulenenud katseisikute initsiatiivist. Seda probleemi saaks vältida, kui katseisikute jaoks oleks valetades rohkem kaalul, rohkem mida kaotada (Karton ja Bachmann 2011; Derksen 2012) ning kasutusel realistlikumad stsenaariumid (Johnson jt 2005). Riskide suurendamiseks kasutati antud uuringus rahalist tasu, mille suurus sõltus katseisiku tulemusest ning mis oli mõeldud katseisikute motiveerimiseks. See summa võis aga

TMSi pidurdav mõju valetamisele

jääda liiga väikeseks, kuna peaaegu ükski katseisik ei maininud lõpus tehtavas intervjuus, et rahasumma oleks neid rohkem motiveerinud või valetama pannud. Pigem mainiti, et valetamist ning punktide kogumist motiveeris võidujanu ja hasart, mis tekkis kontrollidele vahelejäamisega ning visuaalse pildiga punktide kadumisest.

Tulemusi kujundavaid faktoreid on mitmed, üks neist on võimalik katsekordade järjekorra mõju katseisikutele. Iga katseisik mängis sama mängu neli korda. Alguses oli mäng neile uus, kuid viimasel korral oldi sellega tuttavad. See võis mõjutada nende valetamise määra kui ka AVVV-sid, kuna mängu oldi mitmeid kordi harjutatud. Johnson jt (2003, 2005) ja Verschuere jt (2011) väidavad, et käitumise sage kordamine ja harjutamine vähendavad vastamise kiirust nii tõestel kui ka ebasiirastel vastustel. Mängu mängiti läbi mitmeid kordi ning selle jooksul harjutati mängus valetama. Järjekorrateguri mõju ei saa aga antud töö raames uurida, kuna katseisikute järjekorrad olid tasakaalustatud laiema uuringu raames koos ergastamise tingimusega ja antud töö selles osas ei vasta tasakaalustatud katseplaanile.

Tulemuste erinevus varasematest uuringutest võib olla tekitatud ka erinevate ülesannete kasutamisest. Ebasiirast käitumist on võimalik uurida erinevates kontekstides ning erinevate vastamisvõimalustega (Mameli jt 2010; Luber jt 2009). Antud ülesandes esitati visuaalsed stiimulid arvutiekraanil ning vastamine tomus nupule vajutamisega. Sellise katsemeetodi korral valetati arvutile ning oldi teadlikud, et tegelikku petmist ei toimunud. Katsearvuti ainult salvestas vastuse, kuid kedagi ei olnud vaja vastust uskuma panna. Valetamise analüüsimine ainult ebasiiraste vastuste andmisel nupule vajutusega võib olla antud teema uurimisel liiga kitsas (Sip jt 2010). Valetamine ning petmine hõlmab üldiselt sotsiaalset dimensiooni ning on olemuslikult kommunikatiivne tegevus. Sotsiaalses olukorras tuleb panna kedagi valet uskuma (Sip jt 2008; Sip jt 2010; Wischniewski, Windmann, Juckel ja Brüne 2009) ning vale loomist mõjutab ka isik, kellele see suunatud on. Vale verbaalne väljendamine ja/või sellega mõjutatava isiku kohalolek võib valetamise protsesse mõjutada. Teise katseisiku, keda on vaja petta või kes võib petta, osalemisel on tagajärjed suuremad – nendeks on kas võit või kaotus. Kommunikatiivsuse faktori lisamisel katsesse muutub valetamise olulisus ja tõsidus ning see võib muuta ka valetamise määrasid.

Kindlasti ei tohiks tulemuste üldistamisel unustada individuaalseid erinevusi. Osad inimesed võivadki olla eetilised ning selle tõttu vähem valetada. Teised jällegi võivad olla valetamisega väga harjunud ning teevad seda tihedamini. Antud katse andmetest võis näha, et üks katseisikutest oli ettevaatlik ja ei valetanud peaaegu kordagi, osad see-eest valetasid üpris

TMSi pidurdav mõju valetamisele

palju. Otsuste tegemine sõltub ka katse ülesandest ja kontekstist, mis mõjutavad inimesi erinevalt. Ka koostöövalmidus, suhe eksperimentaatoriga ning strateegiate loomine sõltuvad indiviidist (Wischniewski jt 2009). Antud katse võimaldas katseisikutel luua ja proovida erinevaid strateegiaid. Katseisikud said ise valida, millal valetavad ning see andis võimaluse ka erinevate taktikate proovimiseks. Individuaalsetest omadustest sõltuvad ka inimeste kulude-tulude kaalumine ning riskide võtmine. Riskide võtmiseks ja valetamiseks piisab osadele vähesest tulust, teistel on selleks aga vaja suuri tulusid, et valetamisega kaasnevat võimalikke riske tasakaalustada (Knoch jt 2006a). Katse andmete ning lõpus tehtud lühiintervjuu põhjal saab väita, et individuaalsed erinevused mängisid olulist rolli. Katseisikud käitusid katseolukorras erinevalt ning see võis mõjutada nende tulemusi. Individuaalsed erinevused on aga sellised, mis käivad iga katsega kaasas ning neid ei ole võimalik täielikult kontrolli alla saada ning tulemuste üldistamisel kajastada.

Valetamise uurimine on endiselt tähtis. Seminaritöö tulemused andsid uusi teadmisi antud teemaga seoses. Pidurdamise tulemusena muutunud valetamise kiiruste alusel võib esialgu tinglikult väita, et rTMS täidab oma ülesannet ning et DLPFC-d võib seostada valetamisega. Samas ei andnud käesolev katse oodatud tulemust valetamise määrade muutuste kohta ning ka vastamise kiiruse muutustest ei saa teha lõplikke usaldusväärseid järeldusi. Erinevaid tõlgendusi andmetele ja tulemustele on võimalik välja tuua nii kaua, kuni pole sõltumatutes eksperimentides saadud kokkulangevaid usaldusväärseid andmeid, mis väidaksid ainult ühte kindlat teadmist. Kindel teadmine TMSi mõjust valetamisele ning valetamisega seotud ajupiirkonnast võivad tulevikus abiks olla mitmes valdkonnas. TMSiga saaks ravida patoloogilisi valetajaid ning antud teadmised oleksid abiks ka valede detektori täiustamisel (Luber jt 2009). TMS võimaldaks segada kognitiivseid protsesse, mis on vajalikud valede loomiseks ning sellega suureneks tõe rääkimine. Samuti oleks võimalik stimuleerides kindlalt väita, millal katseisikud peaksid rohkem valetama ning millal rohkem tõtt rääkima. Selleni jõudmine võtab aga aega ning vajab rohkem teema edasist uurimist.

Kasutatud kirjandus

Abe, N. (2011). How the brain shapes deception: an integrated review of the literature. *The Neuroscientist*. Vol. 17, nr. 5, lk. 560-574.

Abe, N.; Suzuki, M.; Tsukiura, T.; Mori, E.; Yamaguchi, K.; Itoh, M.; Fujii, T. (2006). Dissociable roles and prefrontal and anterior cingulate cortices in deception. *Cerebral Cortex*. Vol. 16, nr. 2, lk. 192-199.

Arico, A.J.; Fallis, D. (2013). Lies, damned lies, and statistics: an empirical investigation of the concept of lying. *Philosophical Psychology*. Vol. 26, nr. 6, lk. 790-816.

Carter, C.S.; Braver, T.S.; Barch, D.M.; Botvinick, M.M.; Noll, D.; Cohen, J.D. (1998). Anterior cingulate cortex, error detection, and the online monitoring of performance. *Science*. Vol. 280, lk. 747-749.

Debey, E.; Verschuere, B.; Crombez, G. (2012). Lying and executive control: an experimental investigation using ego depletion and goal neglect. *Acta Psychologica*. Vol. 140, nr. 2, lk. 133-141.

Derksen, M. (2012). Control and resistance in the psychology of lying. *Theory & Psychology*. Vol. 22, nr. 2, lk. 196-212.

Dixon, P. (2002). Political skills or lying and manipulation? The choreography of the Northern Ireland peace process. *Political Studies*. Vol. 50, lk. 725-741.

Edelstein, R.S.; Luten, T.L.; Ekman, P.; Goodman, G.S. (2006). Detecting lies in children and adults. *Law and Human Behavior*. Vol. 31, lk. 1-10.

Ekman, P. (2009). Telling lies: clues to deceit in the marketplace, politics, and marriage. 4th edition. New York: Norton.

Ekman, P.; O'Sullivan, M. (1991). Who can catch a liar? *American Psychologist*. Vol. 46, nr. 9, lk. 913-920.

Ito, A.; Abe, N.; Fujii, T.; Hayashi, A.; Ueno, A.; Mugikura, S.; Takahashi, S.; Mori, E. (2012). The contribution of the dorsolateral prefrontal cortex to the preparation for deception and truth-telling. *Brain Research*. Vol. 1464, lk. 43-52.

Johnson, R. Jr.; Barnhardt, J.; Zhu, J. (2003). The deceptive response: effects of response conflict and strategic monitoring on the late positive component and episodic memory-related brain activity. *Biological Psychology*. Vol. 64, lk. 217-253.

Johnson, R. Jr.; Barnhardt, J.; Zhu, J. (2005). Differential effects of practice on the executive processes used for truthful and deceptive responses: an event-related brain potential study. *Cognitive Brain Research*. Vol. 24, nr. 3, lk. 386-404.

Karim, A.A.; Schneider, M.; Lotze, A.; Veit, R.; Sauseng, P.; Braun, C.; Birbaumer, N. (2010). The truth about lying: inhibition of the anterior prefrontal cortex improves deceptive behavior. *Cerebral Cortex*. Vol. 20, nr. 1, lk. 205-213.

Karton, I.; Bachmann, T. (2011). Effect of prefrontal transcranial magnetic stimulation on spontaneous truth-telling. *Behavioural Brain Research*. Vol. 225, nr. 1, lk. 209-214.

Knoch, D.; Gianotti, L.R.R.; Pascual-Leone, A.; Treyer, V.; Regard, M.; Hohmann, M.; Bugger, P. (2006a). Disruption of right prefrontal cortex by low-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation induces risk-taking behavior. *Journal of Neuroscience*. Vol. 26, nr. 24, lk. 6469-6472.

Knoch, D.; Treyer, V.; Regard M.; Mūri, R.M.; Buck, A.; Weber, B. (2006b). Lateralized and frequency-dependent effects of prefrontal rTMS on regional cerebral blood flow. *NeuroImage*. Vol. 31, lk. 641-648.

Kāhkōnen, S.; Komssi, S.; Wilenius, J.; Ilmoniemi, R.J. (2005). Prefrontal transcranial magnetic stimulation produces intensity-dependent EEG responses in humans. *NeuroImage*. Vol. 24, nr. 4, lk. 955-960.

Langleben, D.D. (2008). Detection of deception with fMRI: are we there yet? *Legal and Criminological Psychology*. Vol. 13, nr. 1, lk. 1-9.

Langleben, D.D.; Schroeder, L.; Maldjian, J.A.; Gur, R.C.; McDonald, S.; Ragland, J.D.; O'Brien, C.P.; Childress, A.R. (2002). Brain activity during simulated deception: an event-related functional magnetic resonance study. *NeuroImage*. Vol. 15, nr. 3, lk. 727-732.

Luber, B.; Fisher, C.; Appelbaum, P.S.; Ploesser, M.; Lisanby, S.H. (2009). Non-invasive brain stimulation in the detection of deception: scientific challenges and ethical consequences. *Behavioral Sciences and the Law*. Vol. 27, nr. 2, lk. 191-208.

Mameli, F.; Mrakic-Sposta, S.; Vergari, M.; Fumagalli, M.; Macis, M.; Ferrucci, R.; Nordio, F.; Consonni, D.; Sartori, G.; Priori, A. (2010). Dorsolateral prefrontal cortex specifically processes general – but not personal – knowledge deception: multiple brain networks for lying. *Behavioural Brain Research*. Vol. 211, nr. 2, lk. 164-168.

Meek, S.W.; Phillips, M.C.; Boswell, C.P.; Vendemia, J.M.C. (2013). Deception and the misinformation effect: an event-related potential study. *International Journal of Psychophysiology*. Vol. 87, lk. 81-87.

Minozzi, W.; Woon, J. (2013). Lying aversion, lobbying, and context in a strategic communication experiment. *Journal of Theoretical Politics*. Vol. 25, nr. 3, lk. 309-337.

Newman, M.L.; Pennebaker, J.W.; Berry, D.S.; Richards, J.M. (2003). Lying words: predicting deception from linguistic styles. *Personality and Social Psychology Bulletin*. Vol. 29, nr. 5, lk. 665-675.

Priori, A.; Mameli, F.; Cogiamanian, F.; Marceglia, S.; Tiriticco, M.; Mrakic-Sposta, S.; Ferrucci, R.; Zago, S.; Polezzi, D.; Sartori, G. (2008). Lie-specific involvement of dorsolateral prefrontal cortex in deception. *Cerebral Cortex*. Vol. 18, nr. 2, lk. 451-455.

Robertson, E.M.; Théoret, H.; Pascual-Leone, A. (2003). Studies in cognition: the problems solved and created by transcranial magnetic stimulation. *Journal of Cognitive Neuroscience*. Vol. 15, nr. 7, lk. 948-960.

Rosenfeld, J.P.; Hu, X.; Pederson, K. (2012). Deception awareness improves P300-based deception detection in concealed information tests. *International Journal of Psychophysiology*. Vol. 86, nr. 1, lk. 114-121.

Sip, K.E.; Lynge, M.; Wallentin, M.; McGregor, W.B.; Frith, C.D.; Roepstorff, A. (2010). The production and detection of deception in an interactive game. *Neuropsychologia*. Vol. 48, nr. 12, lk. 3619-3626.

Sip, K.E.; Roepstorff, A.; McGregor, W.; Frith, C.D. (2008). Detecting deception: the scope and limits. *Trends in Cognitive Sciences*. Vol. 12, nr. 2, lk. 48-53.

Thut, G.; Pascual-Leone, A. (2010). A review of combined TMS-EEG studies to characterize lasting effects of repetitive TMS and assess their usefulness in cognitive and clinical neuroscience. *Brain Topogr.* Vol. 22, nr. 4, lk. 219-232.

Verschuere, B.; Crombez, G.; De Clercq, A.; Koster, E.H.W. (2005). Psychopathic traits and autonomic responding to concealed information in a prison sample. *Psychophysiology*. Vol. 42, lk. 239-245.

Verschuere, B.; Schuhmann, T.; Sack, A.T. (2012). Does the inferior frontal sulcus play a functional role in deception? A neuronavigated theta-burst transcranial magnetic stimulation study. *Frontiers in Human Neuroscience*. Vol. 6, nr. 284, lk. 1-7.

Verschuere, B.; Spruyt, A.; Meijer, E.H.; Otgaar, H. (2011). The ease of lying. *Consciousness and Cognition*. Vol. 20, nr. 3, lk. 908-911.

Vrij, A.; Mann, S.; Fisher, R.P. (2006). An empirical test of the behaviour analysis interview. *Law and Human Behavior*. Vol. 30, nr. 3, lk. 329-345.

Wischniewski, J.; Windmann, S.; Juckel, G.; Brüne, M. (2009). Rules of social exchange: game theory, individual differences and psychopathology. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. Vol. 33, lk. 305-313.

Lisa 1. Ringide mängu instruksioon.

Katse koosneb ringide mängu mängimisest ning sinu ülesandeks on koguda võimalikult palju punkte. Mängus tulevad suvalises järjekorras punased ja sinised ringid, mida on kokku kahe osa peale 240. Sinu ülesandeks on klaviatuuri “←” või “→” klahviga vastata, kumba värvi ringiga on tegu. Kui vastad, et tegu on punase ringiga, on sul võimalik punkte teenida ning kui vastad, et tegu on sinise ringiga, siis sa punkte ei saa. Suurema punktisumma saavutamiseks on sul võimalus valetada ning sinise ringi ilmumisel vastata, et tegu on punase ringiga.

Oluline on veel teada, et arvuti kontrollib Sind mängu keskel toimuvad juhuslikult, kas oled valetanud või tõeselt vastanud. Kui oled valetanud ning ‘jään vahele’, kaotad sa kogusummast 5 punkti. Sinu eesmärk on mängus võimalikult suur punktisumma koguda. Võid ise vabalt valida, millal ja kui palju sa valetada soovid, kuid mida rohkem sa punkte kogud, seda suuremat boonust on võimalik teenida. Olenevalt edukusest on võimalik teenida lisaraha kuni 3 eurot.

TMSi pidurdav mõju valetamisele

Käesolevaga kinnitan, et olen korrektselt viidanud kõigile oma töös kasutatud teiste autorite poolt loodud kirjalikele töödele, lausetele, mõtetele, ideedele või andmetele.

Olen nõus oma töö avaldamisega Tartu Ülikooli digitaalarhiivis DSpace.

Annegrete Palu
