

Tartu Ülikool
Psühholoogia instituut

Madli Uutma

**TÖÖMÄLU ÜLESANDE SOORITUSE SEOS TAUSTAL ESINEVATE STIIMULITE
JA ÜLESANDE SOORITAMISE STRATEEGIAGA**

Uurimistöö

Juhendajad: Kairi Kreegipuu, Nele Pöldver

Läbiv pealkiri: Taustastiimulite ja strateegia seos töömälu ülesandega

Tartu
2015

Kokkuvõte

Käesoleva empiirilise uurimuse eesmärk oli uurida milline on taustal esitatavate stiimulite ja töömälu ülesande lahendamise strateegia seos 2-tagasi ülesande soorituse täpsuse ja kiirusega. Katse viidi läbi arvutiprogrammiga ja katses kasutati ka katseisikute täidetud enesekohaseid küsimustikke. Kogutud andmete analüüs näitas, et õigete vastuste määr ja vastamise kiirus ei sõltu sellest, kas taustal olevad stiimulid on 2-tagasi ülesande stiimulitega samasugused või erinevad. Leiti, et 2-tagasi ülesande sooritust ei mõjuta see, kas taustal on segavad stiimulid tähed või näod. Selgus, et verbaalsed kodeerijad sooritasid 2-tagasi ülesande edukamalt, kuid sama kiiresti kui visuaalsed kodeerijad. See võib tähendada, et visuaalne töötlus 2-tagasi ülesandes erineb verbaalsest töötlustest kvalitatiivselt, mitte töötluse mahu poolest.

Märksõnad: töömälu, kõrvalised segajad, skemaatilised näod, tähed

The relationship between the results of a working memory test, background distractors and test solving strategy

Abstract

The aim of this empirical study was to clarify what is the relationship between background distractors, test solving strategy and working memory test performance. Results showed neither the percentage of correct answers nor the reaction times in the 2-back working memory test were influenced by whether the distractors were the same as or different from the stimuli in the 2-back test. The data showed that neither the accuracy nor the reaction times in the 2-back test were dependent on whether the distractors were letters or schematic faces. The results showed that the subjects who used a verbal coding strategy had a higher accuracy rate in the 2-back test compared with the subjects who used a visual coding strategy, however the reaction times were similar in both groups. This suggests that verbal and visual coding strategies differ qualitatively but have a similar processing time.

Keywords: working memory, distractors, schematic faces, letters

Sissejuhatus

Inimesed peavad igapäevaste tegemistega hakkama saamiseks ignoreerima palju ebaolulisi stiimuleid, mis mõjutavad kognitiivset infotöötlust. Näiteks käesolevat uurimistööd lugedes peab lugeja ignoreerima arvutiekraanil vilkuvat Skype-i nuppu, toas oleva kella tiksumist ja kõrvalkorterist kostuvat laulmist. Mitmed keskendumist nõudvad tegevused, näiteks lugemine, on seotud töömäluga (Brady, 1991). Kui töömälu tegevust häirivad kõrvalised segajad, võivad kannatada mitmed kognitiivset infotöötlust nõudvad ülesanded.

Töömäluks nimetatakse võimet hoida ja kasutada lühimälu salvestatud informatsiooni lühikese aja jooksul (Baddeley, 2001). Selle võimekuse mõõtmiseks kasutatakse tihti *n*-tagasi (*n-back*) ülesannet, milleks väga sageli on 2-tagasi (*2-back*) ülesanne (Kane, Conway, Miura, & Colflesh, 2007). 2-tagasi ülesande puhul näeb katseisik ekraanil järjest ühekaupa stiimuleid. Katseisikul palutakse anda klahvivajutusega märku, kas kas hetkel nähtav stiimul on sama, mis üle-eelmisena nähtud stiimul (Cools, 2010).

Käesoleva töö eesmärk on uurida kaht faktorit, mis mõjutavad 2-tagasi ülesande sooritust. Esiteks uuritakse, kas ülesande sooritamise ajal taustal esitatavad nõrgalt segavad stiimulid mõjutavad 2-tagasi ülesande sooritust. Teiseks uuritakse, milline mõju on strateegial 2-tagasi ülesande lahendamisele.

Töö on oluline, sest see aitab selgitada, milline mõju on kõrvalistel segajatel töömäluga seotud ülesande soorituse kiirusele ja täpsusele. Lisaks annab töö aimu, kui oluline on arvestada töömälu ülesannete lahendamisel strateegiaga, mille abil katseisikud 2-tagasi ülesannet lahendavad. 2-tagasi ülesannet kasutatakse tihti töömälu võimekuse mõõtmiseks, kuid testi on ka kritiseeritud konstrukti valiidsuse määra tõttu (Kane, Conway, Miura, & Colflesh, 2007). Strateegia mitte arvestamine võib olla üheks põhjuseks, miks 2-tagasi ülesande sooritus ei anna indiviidile usaldusväärset tagasisidet tema töömälu võimekuse kohta (Jaeggi, Buschkuhl, Perrig, & Meier, 2010).

Käesolev uurimistöö on osa suuremast projektist, milles uuritakse ka seda, kuidas keskne ülesanne mõjutab taustastiimulite töötlust. Uurimistöö teostamisele on aidanud kaasa Kertu Saar ja Annika Kask. Kertu Saare magistritöö põhineb samal andmestikul, kuid keskendub perifeersete stiimulite töötlusele ajus.

Kõrvaliste segajate mõju töömälu ülesande sooritusele

Varasematest töödest on selgunud, et isegi kui inimesed kõrvalistele stiimulitele tähelepanu ei pööra, töödeldakse stiimuleid siiski teadvusväliselt. Kõrvaliste stiimulite omadustest sõltuvalt võivad need töömäluga seotud ülesande sooritust mõjutada.

Sellel ajal kui meie tähelepanu on ühe ülesandega hõivatud, on evolutsiooniliselt olnud oluline ka see, et me suudaksime registreerida ümbruskonnas toimuvaid muutusi. Arvatakse, et lahknevusnegatiivsuse (*mismatch negativity*, MMN) sündmusseosega potentsiaal aju bioelektrilises aktiivsuses peegeldab seda, kuidas meie aju teadvusväliselt ümbruskonnas toimuvat töötleb (Haroush, Hochstein, & Deouell, 2010). Lahknevusnegatiivsus on negatiivne väljalöök EEG (elektroentsefalograafia) kõveras, mis tekib vastusena ebareeglipärastele sensorsetele stiimulitele. MMN tekib ka siis, kui stiimulitele teadlikku tähelepanu ei pöörata (Näätänen, Gaillard & Mäntysalo, 1978). Visuaalset MMN-i (vMMN) saab mõõta kuklasagara elektrodidega 150 kuni 350 ms jooksul pärast stiimuli esinemist. (Pazo-Alvarez, Cadaveira Amenedo, 2003). Näiteks tekib vMMN emotsionaalsetele skeeminägudele, mis on esitatud neutraalsete skeeminägude hulgas (Astikainen & Hietanen, 2009; Kreegipuu, Kuldkepp, Sibolt, Toom, Allik, & Näätänen, 2013), ümberpööratud skeeminägudele õigetpidi skeeminägude hulgas (Susac, Ilmoniemi, Pihko & Supek, 2004; Saar, 2013) ja „o“ kirjatähele „a“ kirjatähtede hulgas (Froyen, van Atteveldt, & Blomert, 2010), kui need on esitatud ekraani keskel nägemisvälja tsentraalses osas. Kõigi näidetena toodud uurimuste puhul oli katseisikute tähelepanu suunatud visuaalsele (Froyen et al., 2010, Kreegipuu et al., 2013) või auditiivsele (kuuldavas tekstis teatud sõnade loendamine, Astikainen & Hietanen, 2009) põhiülesandele.

Visuaalse MMN-i teke stiimulitele, millele teadlikult tähelepanu ei suunata, näitab, et aju kulutab ressursi kõrvaliste stiimulite eristamiseks. Selline ümbritseva informatsiooni töötlemine võib mõjutada töömäluprotsessi. Baddeley töömälu mudeli kohaselt on kolme liiki töömälu-ressurssi: visuaal-ruumiline (*visio-spatial*), verbaalne (*auditory*), ja episoodiline (*episodic*). Kui ühe tegevusega hõivatakse kogu kättesaadav ressurss, siis sama ressursi ei ole võimalik teise tegevuse jaoks kasutada (Baddeley, 2001). Käesoleva uurimistöö kontekstis tähendab see, et kui taustal esitatakse keskses 2-tagasi ülesandes esinevatest erinevaid stiimuleid, võiks ülesande sooritus olla parem võrreldes katseseeriaga, kus taustal on 2-tagasi ülesandega samasugused stiimulid.

Mõne uuringu kohaselt kaob emotsionaalsetele ja neutraalsetele näoilmetele eristamise võime kui neid esitletakse perifeerias ja eristusvõimet mõõdetakse EEG-ga (Eimer, Holmes & McGlone, 2003). vMMN võiks tekkida juhul, kui taustal on stiimuliteks tähed, kuid mitte siis, kui taustal on skeeminäod. Seepärast võiks 2-tagasi ülesande sooritus olla parem juhul, kui taustal on skeeminäod.

Mõne uuringu kohaselt ei muutu taustal olevatele stiimulitele vastusena tekkiv MMN-i amplituud sõltuvalt sellest, mis on põhiülesande raskusaste (Restuccia, Della Marca, Marra, Rubino, & Valeriani, 2005). Samas mitmete uuringute kohaselt kõrvalisi distraktoreid ei töödelda, kui keskne ülesanne on kognitiivselt koormav ja ülesandega sama modaalsust nõudev. Näiteks on leitud, et liikuv taust muudab ajus visuaalkorteksis asuva MT-piirkonna aktiivseks kui katseisik sooritab samal ajal lihtsat ülesannet, näiteks otsustab, kas sõnad on kirjutatud trüki-või kirjatähtedega. Sama piirkond ei muutu aktiivseks siis, kui katseisik sooritab keerulisemat ülesannet, näiteks loeb üle, mitu silpi ühes sõnas on (Lavie, 2005). See viitab, et keskne ülesanne mõjutab pigem kõrvaliste segajate töötlust, mitte vastupidi.

Igapäevaselt juhivad visuaalset tähelepanu nii inimese eesmärgid („ülalt-alla“ töötlus) kui ka keskkonnast tulenevad stiimulid („alt-üles“ töötlus). Stiimulist lähtuv tähelepanu katkestab eesmärgist lähtuva tähelepanu, kui stiimul on piisavalt oluline: äkiline, suur või teistsugune (Corbetta & Shulman, 2002). Näiteks võiksid ventraalse tähelepanu aktiveerida kurjad näod, sest selliseid nägusid võib vaatleja seostada suurema ohuga (Öhman, Lundqvist, & Esteves, 2001). See tähendab, et katse sooritus võiks olla parem, kui taustal on tähed, sest siis ei kutsu näod esile stiimulist lähtuvat tähelepanu.

Strateegia 2-tagasi ülesande lahendamisel

Töömälu sooritust võib mõjutada see, kas 2-tagasi ülesannet lahendatakse verbaalse või visuaalse strateegia abil. Verbaalne strateegia võiks Baddeley teooria kohaselt seostuda verbaalse ressursi ja visuaalne strateegia visuaal-ruumilise töömälu ressursiga. Sõnade sügavam semantiline töötlus mõjub mälusooritusele paremini võrreldes sellega, kui stiimulit sügavamalt ei töödelda (Craik & Tulving, 1975). Kui katseisik paneb stiimulile välimuse põhjal verbaalse nimetuse, siis töötleb ta stiimulit ilmselt sügavamalt. Sellest tulenevalt võiks eeldada, et verbaalse strateegiaga katseisikute töömälu ülesande sooritus on parem kui visuaalse strateegiaga katseisikute sooritus.

Kordamine muudab stiimuli lühiajaliselt kättesaadavaks ja parandab seeläbi töömälu sooritust. Korrata on võimalik verbaalselt ja ka visuaalselt. Juhul kui kordamise võimalus katkeb, näiteks selleks, et reprodutseerida lühiajalise mälu „sisu“, siis kaob ka lühiajalises mälus hoitav andmestik (Tulving, 2007). Võimalik, et visuaalselt on stiimuleid keerulisem katse vältel korrata ja seepärast võiks verbaalse katsegrupi töömälu ülesande sooritus olla parem kui visuaalse strateegiaga katseisikute sooritus.

Samas kulutab verbaalse sildi välja mõtlemine ja kasutamine töömäluressurssi, mida on tarvis ka töömälu ülesande lahendamiseks. Varasemate stiimulite meeleshoidmine, uute stiimulite visuaalne tuvastamine ja uutele stiimulitele nimetuste väljamõtlemine kurnavad töömälu tsentraalset täidesaatvat komponenti (*central executive component*) ja episoodilist puhvrit (*episodic buffer*) (Eysenck & Keane, 2010). Seepärast võiks visuaalse strateegiaga katseisikute töömälu ülesande sooritus olla parem võrreldes verbaalse strateegiaga katseisikutega.

Töö hüpoteesid

1. Taustastiimulid mõjutavad 2-tagasi ülesandes õigete vastuste määra ja ka õigete vastuste andmise kiirust.
 - 1.1 Kui taustal asuvad stiimulid on 2-tagasi ülesande stiimulitest erinevad, on õigete vastuste määr kõrgem ja õigeid vastuseid antakse kiiremini võrreldes sellega, kui taustal asuvad stiimulid on ülesande stiimuliga sarnased.
 - 1.2 Kui taustal asuvad stiimulid on näod, on õigete vastuste määr kõrgem ja õigeid vastuseid antakse kiiremini võrreldes sellega, kui taustal asuvad stiimulid on tähed.
2. Katseisikud, kes kasutavad nägudega 2-tagasi ülesande lahendamiseks verbaalset strateegiat, vastavad õigemini ja kiiremini võrreldes katseisikutega, kes kasutavad visuaalset strateegiat.

Meetod

Uurimistöö on heaks kiidetud Tartu Ülikooli inimuuringute eetika komitee poolt. Katsed viidi läbi 2015. aasta veebruaris, märtsis ja aprillis. Need toimusid päevasel ajal (kl 9 – 18) Tartu

Ülikooli eksperimentaalpsühholoogia laboris. Eksperimentaatorid olid Tartu Ülikooli psühholoogia eriala üliõpilased Madli Uutma, Kertu Saar ja Annika Kask.

Valim

Katsed viidi läbi 50 vabatahtliku katseisikuga. Kahe katseisiku tulemusi ja ühe katseisiku üht katseeriati ei saanud võtta valimisse seoses sellega, et nad ei täitnud ülesannet vastavalt juhendile. Kolme inimese tulemusi ei saanud valimisse võtta seoses sellega, et katse ajal oli ekraani resolutsioon erinev, mistõttu jäid taustal olevad pildid veidi ekraanilt välja. Üks katseisik katkestas katse. Osalejaid kutsuti katsesse peamiselt sotsiaalvõrgustiku ja Tartu Ülikooli meililistide kaudu.

Kokku jäi valimisse 44 tervet paremakäelist katseisikut (23 naist ja 21 meest) vanuses 19 – 41 aastat. Keskmine osalejate vanus oli 25,27 aastat ($SD=5,6$). Katseisikud olid valdavalt kõrgharidusega või kõrgharidust omandamas (25 omandasid kõrgharidust, 16 olid kõrgharitud, 3 olid keskharidusega). 17 katseisikut õppis või oli varasemalt õppinud ülikoolis psühholoogiat.

Katseisikud olid teadlikud sellest, et katse käigus uuritakse töömälu, kuid nad ei olnud teadlikud täpsetest uurimisküsimustest. Katseisikud kirjutasid alla katses osalemise nõusolekuvormile. Enne katset paluti osalejatel ennast välja puhata ja katsele eelneval kolmel tunnil mitte tarvitada stimuleerivaid aineid (kofiin, nikotiin). Kõigil katseisikutel oli normaalne või korrigeeritud silmanägemine (18 osalejat prillidega, 2 kontaktläätsedega). Enne katset hindasid kõik katseisikud enda väsimust Borg CR10 skaalal (Borg, 1998). Katseisikute hinnangud enda väsimusele varieerusid 10-punkti skaalal vahemikus 0 (täielik väsimuse puudumine) kuni 5 (raske väsimus). Keskmiselt hinnati väsimust 1,33 punktiga (väga nõrk väsimus) ($SD=1,16$).

Teise hüpoteesi analüüsimiseks kasutati väiksemat valimit, mis põhines katseisikute valitud strateegiatel 2-tagasi ülesande lahendamisel. Analüüsisides seeriati, kus nii ülesandes kui segajateks olid skeeminäod (edaspidi PP-katseeriati), arvestati 24 katseisiku andmeid (12 verbaalse töötamise katsegrupist ja 12 visuaalse töötamise katsegrupist). Verbaalse katsegrupi keskmine vanus oli 27,58 ($SD=6,23$) ja katsegrupis oli 8 naist ja 4 meest. Visuaalse katsegrupi keskmine vanus oli 26,25 ($SD=6,70$) ja katsegrupis oli 8 meest ja 4 naist.

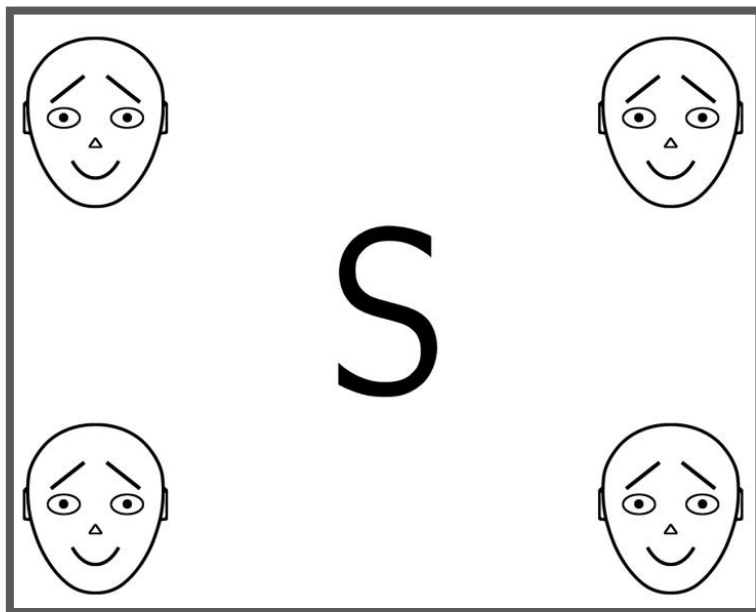
Analüüsidest seeriat, kus ülesandes olid skeeminäod, kuid segajateks olid tähed (edaspidi PT-katseseeria) analüüsis arvestati samuti 24 katseisiku andmeid (12 verbaalse töötamise katsegrupist ja 12 visuaalse töötamise katsegrupist). Verbaalse katsegrupi keskmine vanus oli 25,92 (SD=6,58) ja katsegrupis oli 8 naist ja 4 meest. Visuaalse katsegrupi keskmine vanus oli 26,12 (SD=6,66) ja katsegrupis oli 8 meest ja 4 naist.

Katsematerjal

Arvutiprogramm

Katse jaoks loodi arvutiprogramm (tarkvara MATLAB (*MathWorks, Inc*); juhtfailid programmeeritud Mai Toomi poolt), millega sai korraga esitada 2-tagasi ülesandeks vajalikke stiimuleid ekraani keskel ja segajaid ekraani nurkades.

Ekraani resolutsioon oli 1280x1024 pikslit. Stiimulite suurused olid 250 x 295 pikslit. Stiimulid asusid ekraani ülemisest ja alumisest servast 2 cm kaugusel ja külgmistest servadest 1 cm kaugusel. Stiimulid asetsevad ekraanil nii nagu on näidatud Joonisel 1.

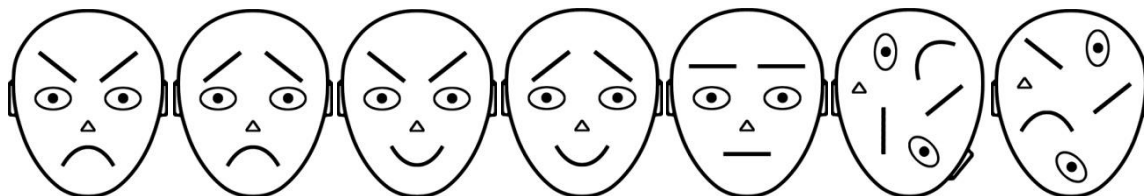


Joonis 1. Stiimulite asetused ekraanil katseseeria TP (katseseeria seletus Tabelis 1) näitel.

Skemaatilised näod

Stiimuliteks olid skemaatilised emotsionaalsed näod, mis on varasemalt adapteeritud Öhmani, Lundqvisti ja Estevesi (2001) eksperimendist Gerly Tamme magistr töö jaoks (Kukk, 2010).

Lisaks tegi Kertu Saar kaks parempoolset nägudega sarnast kujundit (Joonis 2). Varasemad uuringud on näidanud, et töömälu testi soorituse kiirust ja täpsust ei mõjuta stiimulite negatiivne või positiivne emotsionaalsus (Kensinger & Corkin, 2003).



Joonis 2. Katses kasutatud skeemaatilised näod. Nimetused vasakult paremale: kuri, kurb, kaval, rõõmus, neutraalne, kujund 1, kujund 2.

Tähed

Varasemad uuringud on näidanud, et tähe meeldejäämist mõjutab see, kas tähed on foneetiliselt või visuaalselt sarnased (Lin & Luck, 2009). Selleks, et stiimulid oleks omavahel võimalikult sarnased, otsustati kasutada kaashäälikud, mis esinevad ilukirjanduslikes teostes eesti keeles kõige tihemini. Eesti keeles enimkasutatavad tähed selgitati välja Tartu Ülikooli arvutilingvistika uurimisrühma koostatud andmestiku põhjal, kus olid lõigud 250-st aastatel 1992 – 1998 ilmunud ilukirjanduslikust raamatust (kokku umbes 500 000 sõna, andmestik on kättesaadav aadressilt <http://www.cl.ut.ee/ressursid/>). Valiti välja kõige enamkasutatavamad kaashäälikud (h, k, l, r, s, t), mida esitleti trükitähtedena. Lisaks jälgiti seda, et tähtede vahel oleks kõlalisi ja visuaalseid sarnasusi. Seepärast kasutati ka „B“ tähte. Saadud komplektis on omavahel visuaalselt sarnased näiteks R, B ja S. Foneetiliselt on sarnased näiteks B ja T („bee“ ja „tee“). Tähed olid kirjutatud Tahoma kirjastiilis. Kertu Saar töötles tähtedest tehtud pilte nii, et tähed oleksid omavahel visuaalselt võimalikult sarnased ning et tähtedega stiimulid oleksid näopiltidele võimalikult sarnase suurusega (Joonis 3).

H K L R B S T

Joonis 3. Katses kasutatud tähed.

2-tagasi ülesanne

2-tagasi ülesande puhul nägi katseisik järjest ühekaupa stiimuleid (tähed või skeeminäod), mis olid ekraani keskel 2500 ms. Stiimulite vahel oli 500 ms pikkune paus. Katseisikul paluti anda parema hiireklahvivajutusega märku, kas stiimul, mida ta hetkel ekraanil näeb, on sama, kui stiimul, mis oli ekraanil üle-eelmisena. Katseisikut juhendati vajutama vasakut hiireklahvi, kui ekraanile ilmuv stiimul oli erinev stiimulist, mis oli ekraanil üle-eelmisena. Ühes katseseerias esitleti katseisikule kokku 141 stiimulit ja 41 korral (29,5% kordadest) oli ekraanil olev stiimul sama, mis oli üle-eelmine stiimul.

Taustal asuvad stiimulid

Ekraani servades oli neli ühesugust stiimulit (tähed või skeeminäod), mida esitati MMN-i esilekutsuva *oddball* paradigmaga. See tähendab, et üksikut hälbivat ehk deviantstiimulit esitatakse harva hulga ootuspäraste ehk standardstiimulite reas (Schröger, 1998). Perifeerseteks stiimuliteks olid kas tähed või skeeminäod. Taustastiimulid olid ekraani servades 450 ms ja taustastiimulite vahel oli 250 ms pikkune paus. Kokku esitati ühe katseseeria vältel taustal 600 stiimulit, deviantstiimulid moodustasid esitletavatest stiimulitest 20%. Taustastiimulite esitus ei olnud ajaliselt sünkroonis keskstiimulite esitusega.

Kui taustastiimulid olid tähed, kasutati standardstiimulina „B” tähte, mis vaheldus üksikute „T” ja „S” tähtedega. Deviantstiimulid valiti selle järgi, et need kutsuksid võimalikult suure tõenäosusega esile MMN-i töötluse. Kuna „T” tähel on standardstiimulile sarnane hääldus, kuid erinev kirjpilt, ja „S” on sarnase kirjpildi, kuid erineva hääldusega, valiti need tähed hälbivateks stiimuliteks (Joonis 3).

Kui taustastiimulid olid näod, kasutati standardstiimulina “neutraalset” skeeminägu, mis vaheldus üksikute „kurjade” ja „rõõmsate” skeeminägedega (Joonis 2). Varasemalt on Kreegipuu jt. (2013) leidnud käesoleva tööga samasuguseid skeeminägusid kasutades, et nii „rõõmus” kui ka „kuri” skeeminägu tekitavad MMN-i, kui stiimulid esitati nägemisvälja keskses osas. Samas uuringus leiti ka seda, et „kurjal” skeeminäol on mõningane töötluseelis.

Katseseeriad

Tabelis 1 on kirjas neli katseseeriat, mida järgnevalt analüüsima hakatakse ja lühendid, mida edaspidi töös katseseeriatele viidates kasutatakse.

Tabel 1. Katseseeriade kirjeldused ja lühendid

Katseseeria	Keskne ülesanne	Taustal	Lühend
1	Tähtedega 2-tagasi ülesanne	Skeeminäod	TP (täht-pilt)
2	Skeeminägudega 2-tagasi ülesanne	Skeeminäod	PP (pilt-pilt)
3	Tähtedega 2-tagasi ülesanne	Tähed	TT (täht-täht)
4	Skeeminägudega 2-tagasi ülesanne	Tähed	PT (pilt-täht)

Verbaalse-visuaalse kodeerimise küsimustik

Kuna katseisikutel võib olla keeruline ettekirjutatud strateegia abil töömälu ülesannet lahendada, otsustati ettekirjutamise asemel küsida pärast iga katseseeriat katseisikutelt, millist strateegiat ta töömälu ülesande lahendamiseks kasutas. Katseisikute enesekohased hinnangud kodeerimisstiili kohta koguti verbaalse-visuaalse kodeerimise küsimustikuga. Küsimustikus paluti katseisikul 7-punkti skaalal hinnata, kas nad kasutasid ülesande lahendamiseks pigem visuaalset või verbaalset strateegiat. Verbaalseks strateegiaks nimetati seda, kui katseisik nimetas mõttes stiimuleid kuidagi (näiteks andis skeeminäole nimetuse „kurb“) ja proovis selle kaudu stiimuleid meeles hoida. Visuaalseks strateegiaks nimetati seda, kui katseisik jälgis stiimulite välimust ja püüdis välimuse põhjal stiimuleid meeles hoida. Läbinisti visuaalse strateegia kasutamist märkisid katseisikud 7-punktiga ja täiesti verbaalse strateegia kasutamist 1-punktiga. Kui katseisikud kasutasid nii visuaalset kui ka verbaalset strateegiat, märkisid nad skaalal numbri vastavalt sellele, millises osakaalus nad verbaalset või visuaalset strateegiat kasutasid. Katseisikul oli võimalik küsimustikus ka strateegia kohta täiendavaid kommentaare kirjutada. Sarnast skaalat strateegia hindamiseks on kasutanud Gerly Tamm varasemalt Tartu Ülikooli psühholoogia instituudis kaitstud magistritöös (Kukk, 2010).

Protseduur

Testimises osales korraga üks katseisik. Laborisse saabudes allkirjastas ta informeeritud nõusoleku lehe. Enne katset täitis katseisik internetis Kaemuse keskkonnas küsimustikke isiksuse, meeleolu, motivatsiooni ja varasemate töömälu treeningute kohta. Osalejate nägemissüsteemi ajalist lahusvõimet mõõdeti enne ja pärast katset kriitilise vilkumissageduse (*critical flicker frequency* e. CFF) meetodiga. Katseisikutel paluti hinnata

enda väsimust Borg CR10 skaalal (Borg, 1998) enne katset, katseseeriade vahel ja pärast katset. Nimetatud küsimustikest kogutud andmeid käesolevas töös ei analüüsita.

Katse käigus salvestati katseisiku aju bioelektriline aktiivsus EEG meetodil. Käesolevas töös EEG kandmeid ei käsitleta, see on osa Kertu Saare magistritööst. EEG salvestamiseks kasutati 64 aktiivelektroodiga süsteemi (*ActiveTwo*, Biosemi, Amsterdam, Holland), kahte referentselektroodi kõrvade küljes ja nelja lisaelektroodi silmapilgutuste mõõtmiseks. Elektroodid paigutati rahvusvahelise 10/20 süsteemi alusel. Salvestamissageduseks (*sampling rate*) määrati 512 Hz. Enne ja pärast põhikatset mõõdeti katseisiku aju elektrilise aktiivsuse baastasemeid kuue minuti jooksul puhkeolekus.

Katseisik istus välistest helidest isoleeritud hämaras ruumis ja jälgis ülesannet 22" arvutiekraanil (*Diamond Pro 2070SB*, Mitsubishi Electric, Tokyo, Jaapan). Katseisiku silmad oli ekraani keskel asuvast ristist 90 cm kaugusel. Katseisikut juhendati katsesoorituste käigus võimalikult liikumatu ja rahulikuna püsima.

Eksperimentaator juhendas katseisikut hoidma arvutihiirt selliselt, et mõlemaid klahve saaks vajutada pöialdega. Katseisik pidi vajutama paremat hiireklahvi, kui ekraanil nähtav stiimul on sama, mis oli üle-eelmisena nähtud stiimul ja vasakut, kui esitletav stiimul oli erinev. Enne katse alustamist lubati katseisikul kõigi 14 stiimuliga tutvuda. Eksperimentaator juhtis eraldi tähelepanu sellele, et kujund 1 ja kujund 2 (Joonis 2) on omavahel erinevad. Ekraani äärtes toimuvat paluti ignoreerida ning keskenduda ainult ekraani keskosas esitatavale ülesandele. Eksperimentaatorid vältisid juhiste andmisel stiimulitele kui „nägudele“ viitamist, kasutati väljendeid „kujund“, „stiimul“ või „pilt“.

Seejärel tegi katseisik läbi 13 näostiimuliga umbes 39-sekundilise prooviseeria 2-tagasi ülesandega harjumiseks. Pärast prooviseeriat oli katseisikul võimalik eksperimentaatorilt täpsustavaid küsimusi küsida.

Katseisikud täitsid neli 2-tagasi ülesandega katseseeriat (Tabel 1). Lisaks tegid katseisikud kaks 0-tagasi ülesandega katseseeriat, mille tulemusi käesolevas töös ei analüüsita. Kuue katseseeria esitamiskäik oli juhuslik. Üks katseseeria kestis ligikaudu 7 minutit.

Katseseeriade vahel palus eksperimentaator katseisikul täita verbaalse-visuaalse kodeerimise küsimustiku eelnenud katseseeria kohta. Pärast katset täitis katseisik Tartu Ülikooli psühholoogia instituudi internetipõhiste uuringute veebikeskkonnas katsejärgse küsimustiku, mille tulemusi käesolevas töös ei analüüsita.

Andmeanalüüs

2-tagasi töömälu testi tulemused korrastati programmis *Excel 2007 (Microsoft Office, Redmond, Washington, USA)* ja töödeldi programmis *SPSS Statistics 22 (IBM, New York, USA)*. Kuue katseisiku tulemused ja ühe kaitseisiku PP-katseseeria tulemused jääd analüüsist välja valimi kirjelduse peatükis toodud põhjustel. Kõigi katseisikute puhul võeti andmestikus arvesse ainult neid vastuseid, mis olid antud esitatud stiimulitest kolmandale ja järgnevatele, sest esimesel kahel stiimulil ei olnud üle-eelmist, millega neid võrrelda ja neile antud vastused ei mõõda töömälu omadusi. Andmestikku jäi pärast nimetatud andmete eemaldamist 24 325 vastust.

Järgmisena jäeti andmestikku usaldusväärsed vastused, mille andmise aeg oli suurem kui 300 ms (jättes välja 150 vastust ehk 0,62% vastustest), sest katseisik vajutas ilmselt hiireklahvi enne, kui ta jõudis töömälust üle-eelmise stiimuli kohta informatsiooni kätte saada. Andmestikku jäeti ainult sellised vastused, mille andmise aeg oli väiksem kui 2500 ms (eemaldades 133 vastust ehk 0,55% vastustest), sest stiimul oli ekraanil vaid 2500 ms ja katseisikuid juhendati sellel ajal vastama.

Andmestikku jäeti ka vastamata jätmised. Vastamata jäeti 158 korral, mis moodustas andmestikust 0,65%. Õigete vastuste määra arvutamise puhul otsustati vastamata jätmised lugeda valedeks vastusteks, sest mõni katseisik oli teistest palju rohematele stiimulitele vastamata jätnud. Kokku oli 29 katseisikut, kes jätsid nelja seeria jooksul vähemalt ühe korra vastamata. Nendest 23 jätsid vastamata vähem kui 1% kordadest. 6 katseisikut jätsid vastamata 1,5% - 5,8% kordadest. Lõplikult jäi andmestikku 24 042 katseisikute poolt antud vastust. Õigeid vastuseid oli nende hulgas 21 820 (PP katseseerias 5264, PT seerias 5323, TP seerias 5585, TT seerias 5648).

Selleks, et otsustada, milliste testidega katsegrupe saab omavahel võrrelda, pidi analüüsima, kas andmed on normaaljaotuslikud. Shapiro-Wilk testi peetakse normaaljaotuse määramisel usaldusväärsemaks kui Kolmogorov-Smirnov testi (Razali, 2011). Kui Shapiro-Wilk testis on

olulisuse nivoo (p) suurem kui 0,05, võib järeldada, et andmed on normaaljaotuslikud. Lisaks kontrollitakse normaaljaotuslikkust ektsessi ja asümmeetriakordaja abil. Normaaljaotust järeldatakse kui ektsess ja asümmeetriakordajad on absoluutväärtusega alla 0,5. Kuigi ka asümmeetriakordaja ja ektsess on informatsiivsed, siis veelgi parema ülevaate normaaljaotuslikkusest annab see, kui teisendada ektsessi ja asümmeetriakordaja z -skoorideks (Field, 2009). Z -skooriks teisendamiseks tuleb jagada ektsess ja asümmeetriakordaja nende standardhälvetega. Võib järeldada, et andmed on normaaljaotuslikud kui z -skoor jääb alla 1,96. Tabelis 2 on märgitud tärniga kõik andmed, mis vastasid kõigile normaaljaotuslikkuse kriteeriumitele. Lisaks võiks pidada z -skooride kriteeriumite põhjal normaaljaotuslikuks TT katseseeria õigete vastuste määra ja TP katseseeria vastamise kiirust

Tabel 2. Normaaljaotuse-kohased andmed. Katseseeriade sümbolid on toodud välja Tabelis 1, „RT“ tähistab õigete vastuste reageerimise kiirust ja „vastuste %“ tähistab õigete vastuste määra.

	Ektsess (E)	E z-koor	Asümmeetria- kordaja (A)	A z-skoor	Shapiro-Wilk (p)
PP RT mediaanid	0,32 (SD=0,71)	0,45	0,76 (SD=0,36)	2,11	0,06 (df=43)
PP õigete vastuste %	1,69 (SD=0,71)	2,38	-0,96 (SD=0,36)	-2,67	0,02 (df=43)
PT RT mediaanid*	0,12 (SD=0,70)	0,17	0,61 (SD=0,36)	1,69	0,86 (df=44)
PT õigete vastuste % *	0,34 (SD=0,70)	0,21	-0,53 (SD=0,36)	-1,47	0,29 (df=44)
TT RT mediaanid *	-0,42 (SD=0,70)	-0,70	0,61 (SD=0,36)	1,69	0,05 (df=44)
TT õigete vastuste %	-0,95 (SD=0,70)	-1,36	-0,58 (SD=0,36)	-1,61	0,001 (df=44)
TP RT mediaanid	-0,37 (SD=0,70)	-0,53	0,70 (SD=0,36)	1,94	0,04 (df=44)
TP õigete vastuste %	1,12 (SD=0,70)	1,60	1,09 (SD=0,36)	3,03	0,002 (df=44)

* andmed jaotuvad normaaljaotuslikult

Kuna kõik katseseeriad, mida järgnevalt omavahel võrreldakse, ei olnud normaaljaotuslikud (Tabel 2), otsustati kasutada peamiselt mitteparameetrilisi teste.

Esimese hüpoteesi analüüsimiseks kasutati teste, mis sobivad katseisikute-sisesele katsedisainile (*within-subjects design*), sest kõik katseisikud tegid katse neljas erinevas tingimuses (Tabel 1). Esmalt selgitati Wilcoxon astak-märgi testi (*Wilcoxon signed rank test*) testi abil kas juhul, kui taustastiimulid on 2-tagasi ülesande stiimulitest erinevad, on õigete vastuste protsent 2-tagasi ülesandes kõrgem ja kas õigeid vastuseid anti kiiremini võrreldes sellega, kui taustastiimulid on keskestiimulitega samasugused. Teisena kasutati 2 (taust: täht v nägu) x 2 (töömälutesti stiimul: täht või nägu) kordumõõtmiste ANOVA testi (*two-way repeated measures ANOVA*) ja vastati küsimusele, kas tähed taustal mõjutasid ülesande sooritust rohkem kui näod taustal. Kuigi varasemalt on selgitatud, et kõik andmed ei vasta kõigile normaaljaotuslikkuse kriteeriumitele, siis otsustati testi kasutada, selgitamaks, kas neljas katsetingimuses on tausta või keskosa stiimulitel tulemustele mõju. Kuna kõik ANOVA kriteeriumid ei ole täidetud, peab suhtuma testi tulemustesse kriitiliselt.

Teise hüpoteesi analüüsimiseks kasutati teste, mis sobivad katseisikute-vahelisele katsedisainile (*between-subjects design*). Esmalt võrreldi Mann-Whitney testi abil verbaalseid kodeerijaid visuaalsete kodeerijatega ja selgitati, kas verbaalsed kodeerijad sooritasid 2-tagasi ülesande edukamalt ja kiiremini.

Teise hüpoteesiga seotud analüüsid kasutati ainult nägudega 2-tagasi ülesannet, sest seal kasutasid katseisikud erinevaid strateegiaid. Tähtedega 2-tagasi ülesandeid tegid katseisikud valdavalt „hääldades“ mõttes stiimulitena näidatud tähti. Teise hüpoteesi analüüsimiseks jagati katseisikud kasutatud strateegia põhjal kolme gruppi vastavalt nende vastustele verbaalse-visuaalse kodeerimise küsimustikus. Omavahel võrreldi 24 inimest, kellest pooled olid hinnanud küsimustikus ennast pigem verbaalseteks kodeerijateks ja pooled pigem visuaalseteks kodeerijateks.

PP-tingimuses olid visuaalsete kodeerijate grupis katseisikud, kes hindasid enda strateegiat skaalal 5, 6 või 7 punktiga. PT tingimuses olid visuaalsete kodeerijate grupis katseisikud, kes hindasid enda strateegiat 6 või 7 punktiga. PT-tingimuses olid verbaalsete kodeerijate grupis katseisikud, kes olid hinnanud enda strateegiat 1 või 2 punktiga. PP-tingimuses oli 15 katseisikut, kes hindasid enda strateegiat 1 või 2 punktiga, kuid nende seast valiti välja vanuse ja soo põhjal välja 12 katseisikut, kes olid visuaalsete kodeerijatega kõige sarnasemad. Esmalt valiti visuaalsetele kodeerijatele sarnased inimesed välja vanuse järgi ja kui sarnase vanusega inimesi oli mitu, jälgiti otsustamisel katseisikute sugu.

Tulemused

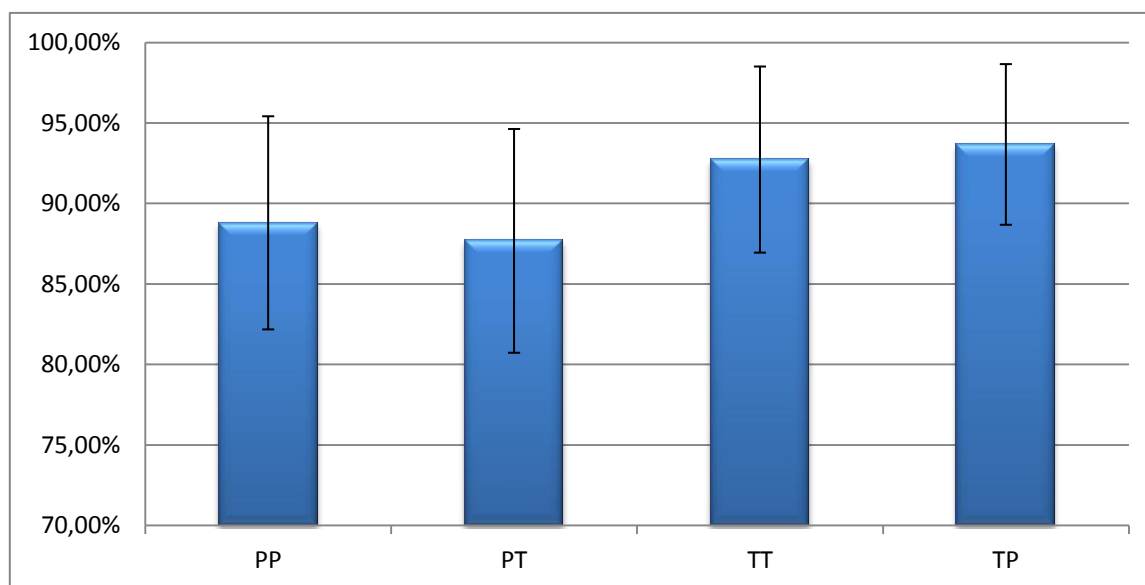
Hüpotees 1: Taustastiimulid mõjutavad õigete vastuste protsenti 2-tagasi ülesandes ja ka õigete vastuste andmise kiirust.

Hüpotees 1.1: Kui taustastiimulid on 2-tagasi ülesande stiimulitest erinevad, on õigete vastuste protsent 2-tagasi ülesandes kõrgem ja õigeid vastuseid anti kiiremini võrreldes sellega, kui taustastiimulid on keskstiimulitega samasugused.

Õigete vastuste määr

Tähtedega 2-tagasi ülesande puhul ei olnud erinevust katsetingimuste õigete vastuste määra vahel ($p=0,47$). TT-tingimuses vastati keskmiselt 92,73% õigesti ($SD=5,78\%$). TP-tingimuses vastati keskmiselt 93,67% õigesti ($SD=4,99\%$), ($d'=-0,22$).

Nägudega 2-tagasi ülesannete puhul ei olnud olulist erinevust õigete vastuste määra vahel ($p=0,35$). PT-tingimuses vastati keskmiselt 87,68% õigesti ($SD=6,95\%$) ja PP-tingimuses vastati keskmiselt 88,80% õigesti ($SD=6,62\%$), ($d'=-0,17$).



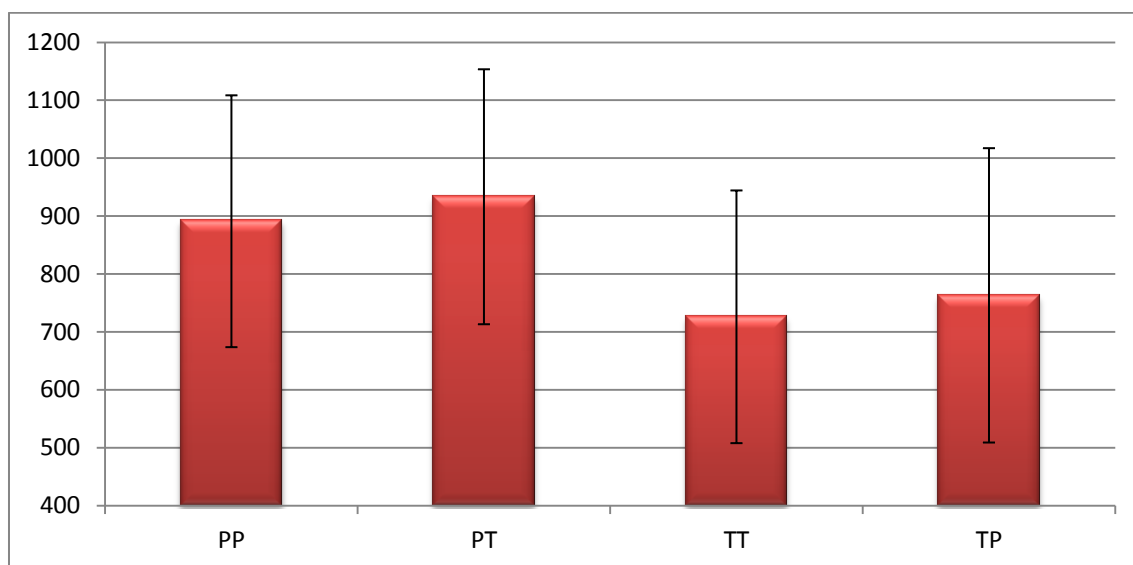
Joonis 4. Iga katseseeria õigete vastuste määra aritmeetilised keskmised koos standardhälbega.

Õigete vastuste andmise kiirus

Tähtedega 2-tagasi ülesannete reaktsiooniaegade vahel ei olnud tulenevalt taustastiimulitest olulist erinevust ($p=0,29$). TT-tingimuses oli kõigi katseisikute vastamise aegade mediaanide

aritmeetiline keskmine 726,05 ms (SD=218,19 ms). TP-tingimuses oli reaktsiooniaegade mediaanide aritmeetiline keskmine 763,09 ms (SD=254,20 ms), ($d^2 = -0,16$).

Nägudega 2-back ülesannete reaktsiooniaegade vahel ei olnud olulist erinevust ($p=0,19$). PP-tingimuses oli reaktsiooniaegade mediaanide aritmeetiline keskmine 891,08 ms (SD=217,48 ms). PT-tingimuses oli reaktsiooniaegade mediaanide aritmeetiline keskmine 933,36 ms (SD=220,16 ms), ($d^2 = -0,19$)



Joonis 5. Kõigi katsetingimuste mediaanide aritmeetilised keskmised koos standarhälvetega

Hüpotees 1.2: Kui taustal asuvad stiimulid on näod, on 2-tagasi ülesande õigete vastuste määr kõrgem ja õigeid vastuseid antakse kiiremini võrreldes sellega, kui taustal asuvad stiimulid on tähed.

Õigete vastuste määra puhul oli oluline mõju sellel, kas 2-tagasi ülesandes kasutati nägusid või tähti ($F(1,42)=44,92$, $p < 0,001$). Tähtedega ülesanne oli katseisikutele lihtsam (Joonis 4). Taustastiimulitel ei olnud õigete vastuste määrale olulist mõju ($F(1,42)=0,000$, $p=0,99$). Keskestiimuli ja taustastiimuli vaheline interaktsioon ei mõjutanud tulemusi oluliselt ($F(1,42)=3,75$, $p=0,06$).

Õigete vastuste andmise kiiruse puhul oli oluline mõju sellel, kas 2-tagasi ülesandes kasutati nägusid või tähti ($F(1,42)=49,79$, $p < 0,001$). Tähtedega ülesande puhul vastasid katseisikud kiiremini (Joonis 5). Kummalgi taustastiimulil ei olnud kiirusele olulist mõju

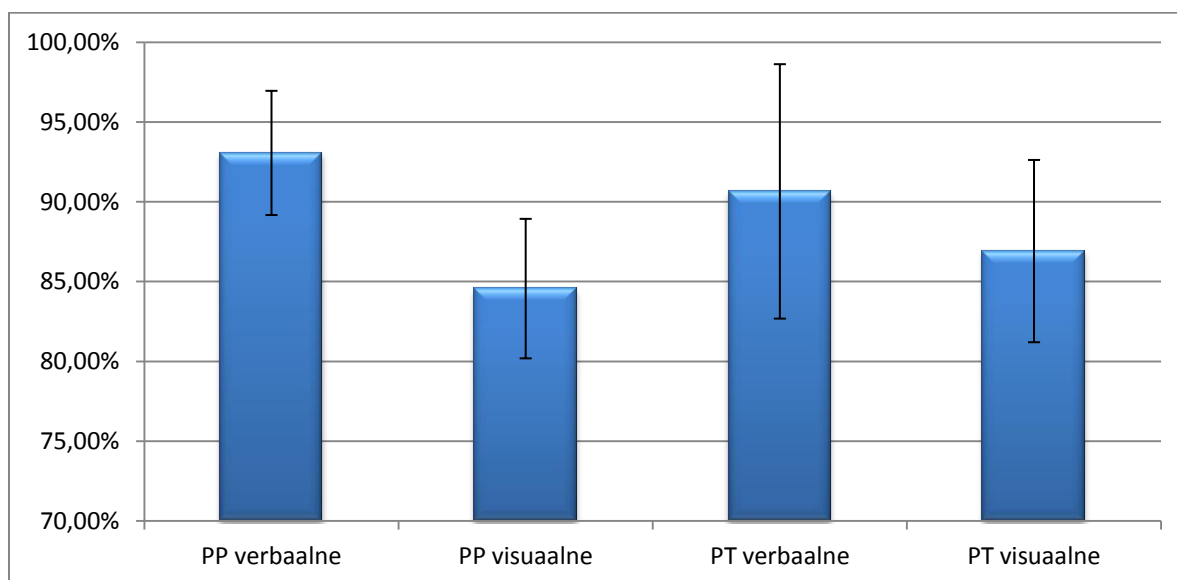
($F(1,42)=0,003$, $p=0,96$). Keskstiimuli ja taustastiimuli vaheline interaktsioon ei mõjutanud õigete vastuste andmise kiirust oluliselt ($F(1,42)=3,93$, $p=0,06$).

Hüpotees 2: Need katseisikud, kes kasutasid nägudega 2-tagasi ülesande lahendamisel verbaalset strateegiat, said paremaid tulemusi, kui katseisikud, kes kasutasid visuaalset strateegiat

Õigete vastuste määr

PP-tingimuses vastasid verbaalse strateegia kasutajad keskmiselt 93,07% õigesti ($SD=3,89\%$) ja visuaalse strateegia kasutajad vastasid 84,57% õigesti ($SD=4,37\%$). Visuaalsete ja verbaalsete kodeerijate vahel oli statistiliselt oluline erinevus ($p=0,001$), ($d'=2,55$)

PT-tingimuses vastasid verbaalse strateegia kasutajad keskmiselt 90,66% õigesti ($SD=7,97\%$) ja visuaalse strateegia kasutajad vastasid 86,92% õigesti ($SD=5,71\%$). Visuaalsete ja verbaalsete kodeerijate vahel oli statistiliselt oluline erinevus ($p=0,002$), ($d'=0,66$)



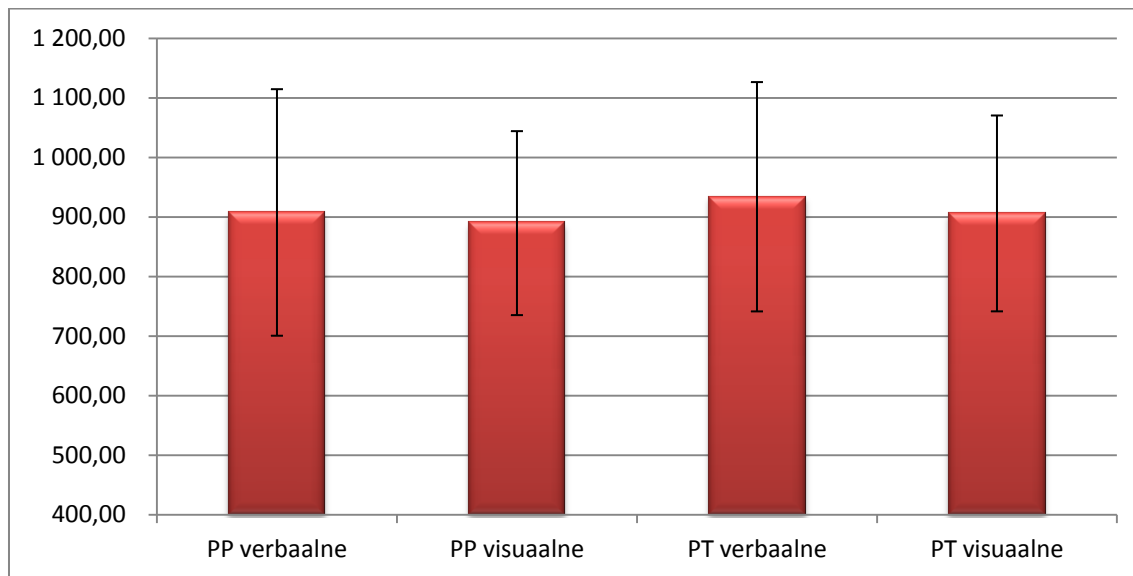
Joonis 6. Visuaalsete ja verbaalsete kodeerijate õigete vastuste määrade aritmeetiline keskmine PP ja PT katseseeriates koos standardhälvetega

Õigete vastuste vajutamise kiirus

PP-tingimuses olid verbaalse strateegia kasutajate mediaanide aritmeetiline keskmine 907,33 ms ($SD=206,97$ ms) ja visuaalse strateegia kasutajate mediaanide aritmeetiline keskmine

889,42 ms (SD=154,44 ms). Statistiliselt olulist erinevust reaktsiooniaegades ei olnud ($p=0,91$), ($d^2=0,10$)

PT-tingimuses olid verbaalse strateegia kasutajate mediaanide aritmeetiline keskmine 933,71 ms (SD=192,51 ms) ja visuaalse strateegia kasutajate mediaanide aritmeetiline keskmine 905,71 ms (SD=164,43 ms). Statistiliselt olulist erinevust reaktsiooniaegades ei olnud ($p=0,11$), ($d^2=0,16$)



Joonis 7. Visuaalsete ja verbaalsete kodeerijate õigete vastuste andmise kiiruse mediaanide aritmeetiline keskmine PP ja PT tingimustes.

Arutelu

Käesoleva töö eesmärk oli uurida kaht faktorit, mis mõjutavad 2-tagasi ülesande sooritust. Esiteks uuriti, kas taustal esitatavad segavad stiimulid mõjutavad 2-tagasi ülesande sooritust. Teiseks uuriti, milline mõju on 2-tagasi ülesande strateegial 2-tagasi ülesande lahendamisele. Järgnevalt analüüsitakse tulemusi püstitatud hüpoteeside järgi.

Hüpotees 1: Taustastiimulid mõjutavad õigete vastuste protsenti 2-tagasi ülesandes ja ka õigete vastuste andmise kiirust.

Leiti, et õigete vastuste määr ja vastamise kiirus ei sõltu sellest, kas taustal olevad stiimulid on 2-tagasi ülesandega samasugused või erinevad. Tulemusi võiks selgitada sellega, et kui mõlemat liiki taustastiimulite tekitatud MMN-id olid sarnased, siis võtsid mõlemad

taustastiimulid ühesugusel määral visuaal-ruumilist ressursi (Baddeley, 2001). Samas näitab esialgne Kertu Saare poolt tehtud EEG analüüs, et erinevad taustastiimulid ei ole võrdset MMN-i esile kutsunud. Tähed taustastiimulitena kutsusid esile suurema amplituudiga MMN-i kui skemaatilised näod (Saar, Pöldver, Toom, Kask, Uutma, Allik et al, 2015). Võimalik, et taustastiimulite töötlemiseks ei kasutata päris samu töömälu ressursse, mida kasutatakse 2-tagasi ülesande lahendamisel.

Teine võimalik järeldus on see, et töömälu ressurss kulutatakse alati sellistes tingimustes esmalt 2-tagasi ülesande lahendamisele. Sellist tõlgendust toetavad ka Lavie tööd (2005), kuigi mingil põhjusel tekkis katses MMN lihtsamini tähtedele kui skemaatilistele nägudele. Põhjuseks võis olla näiteks see, et tähtede jooned olid selgemad ja suuremad kui näojooned. 2-tagasi ülesande sooritusest üle jäänud ressursi võis võisid katseisikud kasutada tähtede eristamiseks, kuid mitte nägude eristamiseks taustal.

Leiti, et õigete vastuste määr ja vastamise kiirus ei sõltu sellest, kas taustal olevad stiimulid on tähed või näod. Kuna käesolevasse uuringusse ei lisatud katsetingimust, kus taustal segavaid stiimuleid üldse ei olnud, ei ole teada, kas distraktoritel oli üldse mingi mõju 2-tagasi testi sooritusele. Võimalik, et kumbki taustastiimul ei muutnud „alt üles“ tähelepanu aktiivseks, sest tegu oli väga nõrkade segajatega. Katseisik võis edukalt segajaid ignoreerida, sest need olid ühtlased, etteennustatavad ja katseisikule tuttavad (Corbetta & Shulman, 2002). Võimalik, et nii tähed kui ka näod kutsusid „alt üles“ tähelepanu esile sama suurel määral ja seepärast oli mõju 2-tagasi ülesandele samasugune. Asjaolu, et tausta iseloom ei mõjunud keskse ülesande sooritusele, võib põhjendada ka varasemalt mainitud viisidel: tausta töötlemiseks kasutatakse teistsugust ressursi kui 2-tagasi ülesande tegemiseks või tausta töötluse jaoks kulutatakse ressursi ainult siis, kui ressursi jääb 2-tagasi ülesandest üle.

Hüpotees 2: Katseisikud, kes kasutavad nägudega 2-tagasi ülesande lahendamiseks verbaalset strateegiat, vastavad õigemini ja kiiremini võrreldes katseisikutega, kes kasutavad visuaalset strateegiat.

Püstitatud hüpotees sai osaliselt kinnitust. Leiti, et katseisikud, kes kasutasid 2-tagasi ülesande lahendamiseks verbaalset strateegiat, vastasid keskmiselt suuremal määral õigeid vastuseid

kui katseisikud, kes kasutasid ülesande lahendamiseks visuaalset strateegiat. Mõlemal katsegrupil kulus õigete vastuste vastamiseks keskmiselt umbes sama palju aega.

Verbaalse strateegiaga katseisikud ei pruukinud saada 2-tagasi ülesandeks kõrgemaid tulemusi põhjusliku seose tõttu. Katsegrupil võib olla mõni muu ühine omadus, mis tuli kasuks ka 2-tagasi ülesande lahendamisel. Näiteks võis katsegrupil olla varasemalt kogemus 2-tagasi testi lahendamise või nad võisid olla intelligentsemad, sest ka katsegrupid olid väga väikesed ja võis juhtuda, et ühte gruppi sattusid keskmisest väga erinevad inimesed. Uuringute kohaselt on töömälu ülesande sooritus seoses varasema kogemusega töömälu ülesandega (Jaeggi, Buschkuhl, Jonides, & Shah, 2011) ja inimese üldine intelligentsus (Oberauer, Schulze, Wilhelm, & Süß, 2005). Töömälu ülesandega on varem eeldatavasti kokku puutunud katseisikud, kes on õppinud psühholoogiat. Teise hüpoteesi puhul oli PP-katseseerias verbaalsete kodeerijate katsegrupis 6 inimest ja visuaalsete kodeerijate katsegrupis 4 katseisikut, kes olid varasemalt õppinud psühholoogiat. PT-katseseerias oli verbaalsete kodeerijate katsegrupis 7 inimest ja visuaalsete kodeerijate katsegrupis 5 katseisikut, kes olid varasemalt õppinud psühholoogiat. Kuigi verbaalsete kodeerijate hulgas on mõlemal juhul rohkem inimesi, kes on õppinud psühholoogiat, siis ei ole erinevus kahe grupi vahel väga suur ja seepärast võib eeldada, et varasem kokkupuude 2-tagasi testiga ei mõjunud verbaalse grupi võimekusele oluliselt.

Verbaalse strateegia kasutajad võisid saada paremaid tulemusi ka seepärast, et nad töötlesid stiimuleid sügavamalt (Craik & Tulving, 1975) või ka seepärast, et verbaalseid silte oli mõttes lihtsam korrata kui visuaalseid kujutlusi (Tulving, 2007).

Reaktsiooniaeg annab aimu sellest, kui kiiresti jõudis katseisik stiimuliga seotud infot töödelda. Võiks eeldada, et edukama strateegia kasutajad töötlevad ülesandega seotud infot ka kiiremini, kuid tulemused näitavad, et mõlema strateegia kasutajad töötlesid infot umbes sama kaua. See võib tähendada, et visuaalne töötlus erineb verbaalsest töötlusest kvalitatiivselt, mitte töötluse mahu poolest.

Käesoleva uurimistöö piirangud ja tulevikuperspektiiv

Käesoleva uurimistöö andmetest selgub, et üldiselt sooritasid katseisikud 2-tagasi testi väga edukalt. Varasemalt on sarnase nägudega katse puhul olnud keskmine õigesti vastamiste määr

veidi üle 60% (Kukk, 2010), kuid käesoleva katse puhul vastati õigesti üle 85% kordadest. Samas peab tähele panema, et varasema töö puhul oli stiimulite esitamise aeg 500 ms ja stiimulite vahel oli 2500 ms pikkune paus. Võimalik, et käesoleva töö katsegrupp oli kallutatud ja katse tulemused ei ole omistatavad keskmisele inimesele. Katseisikute kallutatusele viitab ka katseisikute haridustase. Enamus katseisikuid olid kõrgharidust omandamas või kõrgharitud. Seepärast võisid katseisikute töömälu ülesande tulemused olla kõrgemad kui keskmisel inimesel. Töös oli ka suur proportsioon psühholoogiaga varem kokku puutunud osalejaid, kes võisid olnud 2-tagasi ülesandega rohkem kokku puutunud kui keskmine inimene. Tulevikus peaks katseisikutelt eelnevalt uurima, kas nad on varasemalt 2-tagasi ülesandega kokku puutunud. Käesolevas katses prooviti kõigile osalejatele võrdseid tingimusi luua prooviseeriaga, kus katseisikud said 2-tagasi ülesannet harjutada.

Katsest ei eemaldatud katseisikuid, kes märkisid katse alguses, 5-palli (raskelt väsinud) 10-pallilisel väsimust mõõtväl skaalal. Katseisikuid ei eemaldatud, et hoida võimalikult kõrgel uuringu ökoloogilist valiidsust.

Tulevikus võiks uurida täpsemalt põhjuslikku seost töötlustrateegia ja 2-tagasi ülesande soorituse vahel. Selleks peaksid samad katseisikud tegema sarnast testi kasutades erinevaid strateegiaid. Suurema valimiga võiks selgitada, kas verbaalse strateegia kasutajaid segavad taustal erinevad stiimulid võrreldes visuaalse strateegia kasutajatega.

Lisaks nägudele võiks sarnaseid katseid proovida ka teiste piltidega ja uurida, kas katseisikutel on kalduvus kasutada visuaalset või verbaalset strateegiat lähtuvalt stiimulite omadustest.

Autori panus töösse

Käesoleva uurimistöö valmimise käigus osales autor uurimisteema ning -küsimuse välja töötamises, panustas tähtede stiimulmaterjali valmimisse, kutsus katseisikuid uuringusse osalema, viis läbi 19 katset EEG-ga, viis läbi töös esitatud andmeanalüüsi, interpreteeris tulemusi ja kirjutas antud uurimistöö.

Tänuõnad

Tänan juhendajaid Nele Pöldveri ja Kairi Kreegipuud uurimistöö kavandamise, juhendamise, asjakohaste materjalide soovitamise ja innustava tagasiside andmise eest. Tänan kaaseksperimentaatoreid Annika Kaske ja Kertu Saart abi ja katsete läbiviimise eest ja Mai Toomi katse programmeerimise eest. Lisaks tänan Kertu Saart tööle tagasiside andmise ja stiimulite töötlemise eest. Tänan kõiki katses osalejaid.

Kasutatud kirjandus

- Astikainen, P., & Hietanen, J. K. (2009). Event-related potentials to task-irrelevant changes in facial expressions. *Behavioral and Brain Functions*, 5, 30.
- Baddeley, A.D. (2001). Is working memory still working? *American Psychologist*, 56, 851 – 864.
- Borg, G. (1998). Borg's perceived exertion and pain scales. Champaign, IL, US: Human Kinetics.
- Brady, S. A. (1991). The role of working memory in reading disability. *Phonological Processes in Literacy: A Tribute to Isabelle Y. Liberman*, 129–151.
- Cools, R. (2010). N-Back Test. In I. P. Stolerman (Ed.), *Encyclopedia of Psychopharmacology* Springer Berlin Heidelberg.
- Corbetta, M., & Shulman, G. L. (2002). Controls of Goal Directed and Stimulus Driven Attention in the Brain. *Nature Neuroscience*, 3(3), 201–215.
- Craik, F. M., & Tulving, E. (1975). Depth of processing and the retention of words in episodic memory. *Journal Of Experimental Psychology: General*, 104(3), 268-294.
- Eimer M, Holmes A, McGlone F.P. (2003) The role of spatial attention in the processing of facial expression: an ERP study of rapid brain responses to six basic emotions. *Cognitive Affective Behavioral Neuroscience*, 3, 97–110.
- Eysenck, M. W. & Keane, M. T. (2010). *Cognitive Psychology, A Student's Handbook, 6th Edition*. Hove: Psychology Press.
- Field, A. P. (2009). *Discovering statistics using SPSS: (and sex, drugs and rock “n” roll) (3rd ed)*. Los Angeles: SAGE Publications.
- Froyen, D., van Atteveldt, N., & Blomert, L. (2010). Exploring the Role of Low Level Visual Processing in Letter–Speech Sound Integration: A Visual MMN Study. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, 4, 9.
- Haroush, K., Hochstein, S., & Deouell, L. Y. (2010). Momentary fluctuations in allocation of attention: Cross-modal effects of visual task load on auditory discrimination. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 22(7), 1440–1451.
- Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Jonides, J., & Shah, P. (2011). Short- and long-term benefits of cognitive training. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(25), 10081–10086.
- Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Perrig, W. J., & Meier, B. (2010). The concurrent validity of the N-back task as a working memory measure. *Memory*, 18(4), 394–412.
- Jones, A. C., Folk, J. R., & Rapp, B. (2009). All letters are not equal: Subgraphemic texture in orthographic working memory. *Journal Of Experimental Psychology: Learning, Memory, And Cognition*, 35(6), 1389-1402.

- Kane, M. J., Conway, A. R. A., Miura, T. K., & Colflesh, G. J. H. (2007). Working memory, attention control, and the n-back task: A question of construct validity. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 33(3), 615–622.
- Kensinger, Elizabeth A.; Corkin, Suzanne (2003). Effect of Negative Emotional Content on Working Memory and Long-Term Memory. *Emotion*, Vol 3(4), 378-393.
- Kreegipuu, K., Kuldkepp, N., Sibolt, O., Toom, M., Allik, J., & Näätänen, R. (2013). vMMN for schematic faces: automatic detection of change in emotional expression. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7.
- Kukk, G. (2010). Impact of the ADRA2A promoter polymorphism C-1291G on processing of emotional schematic faces. Master thesis. University of Tartu.
- Lavie, N. (2005). Distracted and confused?: Selective attention under load. *Trends in Cognitive Sciences*, 9(2), 75–82.
- Lin, P.-H., & Luck, S. J. (2009). The Influence of Similarity on Visual Working Memory Representations. *Visual Cognition*, 17(3), 356–372.
- Näätänen, R., Gaillard, A. W. K., Mäntysalo, S. (1978). Early selective-attention effect on evoked potential reinterpreted. *Acta Psychologica*, 42, 313–29.
- Oberauer, K., Schulze, R., Wilhelm, O., & Süß, H.-M. (2005). Working Memory and Intelligence-- Their Correlation and Their Relation: Comment on Ackerman, Beier, and Boyle (2005). *Psychological Bulletin*, 131(1), 61–65.
- Pazo-Alvarez P., Cadaveira F., Amenedo E. (2003). MMN in the visual modality: a review. *Biological Psychology*, 63, 199 – 236.
- Raij T., Uutela K., Hari R. (2000). Audiovisual integration of letters in the human brain. *Neuron*. 28, 617-25.
- Restuccia, D., Della Marca, G., Marra, C., Rubino, M., & Valeriani, M. (2005). Attentional load of the primary task influences the frontal but not the temporal generators of mismatch negativity. *Cognitive Brain Research*, 25, 891–899.
- Saar, K. (2013). Skemaatiliste nägude ja mittenägude automaatne töötlus sõltuvalt nende orientatsioonist: EEG, reaktsioonaja ja subjektiivsete hinnangute võrdlus. Seminaritöö. Psühholoogia instituut. Tartu Ülikool.
- Saar, K., Pöldver, N., Toom, M., Kask, A., Uutma, M., Allik, J., Näätänen, R., & Kreegipuu, K. (2015). Visual mismatch negativity, working memory load and processing mode. Posterettekannet konverentsil MMN 2015 - 7th Mismatch Negativity Conference.

- Schröger, E. (1998). Measurement and interpretation of the mismatch negativity. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 30(1), 131-145.
- Susac, A., Ilmoniemi, R. J., Pihko, E., Supek, S. (2004). Neurodynamic studies on emotional and inverted faces in an oddball paradigm. *Brain Topography*, 16(4), 265–268.
- Tulving, E. (2007) Mälu. Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus.
- Öhman, A., Lundqvist, D., & Esteves, F. (2001). The face in the crowd revisited: A threat advantage with schematic stimuli. *Journal of Personality and Social Psychology*, 80(3), 381-396.
- Öhman, A., Lundqvist, D., & Esteves, F. (2001). The face in the crowd revisited: A threat advantage with schematic stimuli. *Journal of Personality and Social Psychology*, 80(3), 381-396.
- Yantis, S. (2000). Goal-directed and stimulus-driven determinants of attentional control. *Attention and Performance*, 18, 73–103.

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.

Madli Uutma