

Tartu Ülikool

Psühholoogia Instituut

Annika Kask

**SKEMAATILISTE NÄGUDE AUTOMAATNE TÖÖTLUS SÕLTUVALT NENDE
KULMUNURGAST**

Seminaritöö

Juhendajad: Kairi Kreegipuu (PhD), Nele Kuldkepp (MSc)

Läbiv pealkiri: Skemaatiliste nägude kulmunurk

Märksõnad: EEG, vMMN, reaktsiooniajad, hinnangud, skemaatilised näod, kulmunurk

Tartu 2014

Skemaatiliste nägude automaatne töötlus sõltuvalt nende kulmunurgast**LÜHIKOKKUVÕTE**

Käesoleva uurimistöö eesmärk oli välja selgitada, kas kulmudega manipuleerimine skemaatiliste nägude puhul mõjutab subjektiivseid hinnanguid ning aju biopotentsiaale. Emotsionaalset töötlust uuriti lahknevusnegatiivsuse (vMMN) esilekutsumisega, kasutades selleks mitme hälbiva stiimuliga optimaalset paradigmat. Lisaks mõõdeti reaktsiooniaegu sihtmärkstiimulile ning stiimulitele antud subjektiivseid hinnanguid. Kulmunurga erinevus osutus oluliseks subjektiivsete hinnangute puhul, kus suurema nurgaga kulmudega stiimulitele anti kõrgemaid hinnanguid valentsi, erutuvuse ning tähelepanu osas. EEG-andmete analüüsist ei leitud olulisi erinevusi erineva kulmunurgaga stiimulite poolt esile kutsutud negatiivse väljalöögi amplituudis ega esinemisajas. Tulemustest järeldati, et aju tasandil nägude töötlemisel ei mängi kulmud üksiktunnusena suurt rolli, nägu töödeldakse pigem tervikuna.

Märksõnad: EEG, vMMN, reaktsiooniajad, hinnangud, skemaatilised näod, kulmunurk

Läbiv pealkiri: Skemaatiliste nägude kulmunurk

Automatic processing of schematic faces depending on their eyebrow angle**ABSTRACT**

The aim of this study was to examine if manipulating with eyebrows in schematic faces has an influence on subjective evaluations and the brain's biopotentials. Emotional processing was studied with induction of mismatch negativity (vMMN), using the optimal paradigm with several deviant stimuli. In addition, reaction times and subjective evaluations to stimuli were registered. The difference of the eyebrow angle proved to be important for subjective evaluations, where stimuli with a bigger eyebrow angle were given higher evaluations for valence, arousal and attention. From the analysis of the EEG data no significant differences were found in the amplitudes nor latency of the negative peaks elicited by the stimuli with a different eyebrow angle. These results indicate that in processing faces on the brain-level, eyebrows as a feature do not play a big role, the face is rather processed as a whole.

Key-words: EEG, vMMN, reaction times, evaluations, schematic faces, eyebrow angle

Running head: Eyebrow angle of schematic faces

SKEMAATILISTE NÄGUDE KULMUNURK

SISSEJUHATUS

Emotsioonide olulisus ja eelistöötlus

Nägude töötlemisega tegeleme me igapäevaselt ning saame teiste kohta infot selle alusel, millist emotsiooni nad parasjagu väljendavad. Õige emotsiooni märkamine võib ära hoida konfliktisituatsiooni ning hoiatada meid ka ohu eest, mistõttu omistatakse nägude töötlusele evolutsioonilist tähtsust. Palermo ja Rhodes (2007) toovad oma ülevaateartiklis välja, et enamasti pööravad inimesed nägudele rohkem tähelepanu kui teistele objektidele. Üheks põhjuseks võib olla see, et inimesed, ja eriti näod, kuuluvad väga erilisse objektiklassi, mis on automaatselt kategoriseeritud ja segregeeritud meie nägemissüsteemi poolt, mistõttu ei aeta seda segamini teiste objektikategooriatega (Fabre-Thorpe, Mace & Rousset, 2003).

Samuti on leitud tõendeid sellele, et emotsionaalseid, eriti ähvardavaid, näoilmeid töödeldakse eelistatult. Ähvardava näo märkamine perifeerias on tõenäolisemalt kriitilisema tähtsusega, kui rõõmsa näo märkamine. Weymar, Löw, Öhman ja Hamm (2011) leidsid oma uuringus, et neutraalsete emotsionaalsete skemaatiliste nägude seast leitakse oluliselt kiiremini üles vihane nägu kui rõõmus. Uurimaks, kas selline kurja eelistöötlus leiab aset vaid terviklike nägude puhul, kasutasid nad stiimulitena ka vaid silmi koos kulmudega või ainult kulmusid, mis väljendasid vastavat emotsiooni (neutraalsel sirged kulmud, rõõmsal Λ -kujulised ning vihasel V-kujulised). Reaktsiooniaegadest selgus, et taas leidis aset vihase näo eelistöötlus, kuid ainult siis, kui koos V-kulmudega olid esitatud ka silmad. Ainult kulmude esitamisel polnud olulist erinevust reageerimisel. Sellest võiks järeldada, et emotsiooni tõlgendamiseks on tarvis näo konteksti, ainult kulmulaadsetest kriipsudest ei piisa.

Näojoonte tähtsus

Levinud teadmine on, et nägusid töödeldakse tervikuna ehk holistiliselt, võrreldes teiste objektidega, mida lahutatakse pigem osadeks. Curby, Johnson ja Tyson (2012) leidsid oma uuringus, et emotsionaalne kontekst mõjutab holistilist nägude töötlust. Nad soovivad, et õppekeskkondade emotsionaalset konteksti on oluline arvestada, kuna see võib vähendada holistilist töötlust. Andrews, Sormaz ja Young (2013) kinnitasid, et näo äratundmiseks on oluline silmapiiirkond. Nad kasutasid oma uuringus kuulsate inimeste näopilte, millest tehti negatiivid ning erinevatel juhtudel näidati üksikuid näopiirkondi õiges värviskaalas. Modifitseeritud

SKEMAATILISTE NÄGUDE KULMUNURK

nägudest tunti kõige paremini ära neid nägusid, kus silmade piirkond oli nähtav.

Kanazawa (1998) uuris jaapani ahve ja inimesi ning nende erinevusi emotsioonide äratundmisel. Ta tõi oma artiklis välja, et kulmud on primaatide hulgas inimestel väga unikaalsed. Näiteks saab kulmude langetamisel moodustada kurba või kurja näoilmet. Autor eeldas, et kui morfoloogilised tunnused mõjutavad äratundmismehhanisme, siis peaksid inimestel olema teatud mehhanismid, mis tuvastavad kulmude kallet ning kuna ahvidel (täpsemalt makaakidel) kulme ei ole, peaksid neil eelnimetatud mehhanismid puuduma. Tulemustest selgus, et kurva näo äratundmisel ei olnud kulmuldel mingit efekti ahvide reaktsiooniajale, inimeste puhul mõjus kulmude olemasolu reaktsiooniga pikendavalt. Sellest võiks järeldada, et inimeste puhul kannab kulmude olemasolu ning asend olulist rolli emotsiooni äratundmisel. On leitud ka, et emotsiooni äratundmiseks on oluline kulmu asukoht ja tihedus (Bell, Johnson, Kirkpatrick, Perkins & Sullivan, 1996). Lundqvist, Esteves ja Öhman (1999) uurisid erinevate näojoonte rolli ohtliku näo tajumises. Nad leidsid, et näojoontest osutusid kõige olulisemaks kulmud, mille kuju ja suund olid peamiseks faktoriks stiimulnäo hindamisel ähvardavaks või mitte-ähvardavaks. Tipples, Atkinson ja Young (2002) on samuti leidnud, et ähvardava näo oluliseks tunnuseks on V-kujulised kulmud. Võrreldes Λ -kujuliste kulmudega, millega enamasti kirjeldatakse rõõmsat (või ka kurba) nägu, leitakse V-kujuliste kulmudega näod kiiremini teiste seast üles. Samuti kinnitas ka nende töö, et kulmud eraldiseisva kujutisena sellist mõju ei avalda, selleks on tarvis näo konteksti.

Nägude töötlemist on palju uuritud aju tasandil. Nägude tajumise uurimisel on levinud meetodiks elektroentsefalograafia (EEG), kuna sel on väga hea ajaline lahutusvõime peaaegu elektrilise aktiivsuse mõõtmisel. Muutuste tabamist stiimulite seerias on mõõdetud sündmusega seotud potentsiaali (ERP ehk *event related potentiali*) abil, mille puhul on EEG signaalidest kaotatud juhuslik müra ning allesjääv peaks väljendama ainult huvialuse stiimuliga seotud aktiivsust. Dekowska, Jaskowski ja Kuniecki (2008) toovad oma ülevaateartiklis välja peamised nägude töölusega seotud ajupiirkonnad: fusiformkäär, mis on seotud struktuuriliste näojoonte nägemisega; ülemine temporaalvagu (*superior temporal sulcus*) töötleb dünaamilisi jooni; orbitofrontaalne korteks ja anterioorne keskmine oimukäär on seotud tuttava või kuulsa näo nägemisega. Lisaks on uuringud näidanud, et tõenäoline kandidaat tabamaks ootamatuid muutusi näoilmete valentsis on nägudespetsiifiline fusiformkäär (*fusiform face area* - FFA) ajukoore

SKEMAATILISTE NÄGUDE KULMUNURK

oimualas (Stefanics, Csukly, Komlósi, Czobor & Czigler, 2012). Mitmed autorid on kinnitanud, et fusiformkäärus tõuseb aktiivsus oluliselt, kui vaadatakse nägusid, ning langeb, kui vaadatakse muid objekte, nt. maju või mööbliesemeid (Dekowska, Jaskowski & Kuniecki, 2008).

Lahknevusnegatiivsus ja EEG

Eelnevast võiks eeldada, et nägude töötlemine on automaatne tegevus. Selle uurimiseks on hea indikaator lahknevusnegatiivsus (MMN ehk *mismatch negativity*). Lahknevusnegatiivsus on negatiivne väljalöök EEG kõveras, mis tekib vastusena hälvetele sensoorses stimulatsioonis (Näätänen, Gaillard & Mäntysalo, 1978), MMN saadakse keskmistatud ERP-lainetest, kus sageli esinev standardstiimul lahutatakse harvaesinevast deviandist. Varasemad uuringud käsitlesid peamiselt auditoorset MMN-i, kuid 1990ndate algusest on hakatud rohkem uurima ka teisi sensoorseid modaalsusi, sh visuaalset MMN-i (Näätänen et al., 2007). Susac jt. (2004) leidsid oma uurimuse tulemusena tõendeid visuaalse MMN-i tekkest emotsionaalsete nägude tajumisel ning seda, et negatiivne kõrvalekalle on tugevam õigetpidi nägude puhul võrreldes tagurpidi nägudega. Astikainen ja Hietanen (2009) mõõtsid oma uuringus katseisikute ERP amplituude seeria korral, mis koosnes neutraalsetest nägudest ning deviandina oli kasutatud emotsionaalseid nägusid. Nende tulemustest selgus, et emotsionaalsete nägude puhul võis täheldada vMMN-i esinemist. Lisaks on võrreldud omavahel rõõmsa ja hirmunud näo töötamise erinevusi ning leitud, et esilekutsutud vMMN esineb negatiivse sisuga stiimulite puhul pigem paremas ajupoolkeras ning positiivsete stiimulite puhul pigem vasakus (Stefanics et al, 2012). Sellest võiks järeldada, et emotsionaalse sisuga stiimuleid töödeldakse mõnevõrra erinevalt neutraalse sisuga stiimulitest. Käesolev töö põhineb visuaalsel lahknevusnegatiivsusel ning sellel, kuidas stiimuli kulmunurga muutus võib mõjutada negatiivse väljalöögi amplituudi.

Visuaalse MMN-i esilekutsumisel on levinud kaks paradigmat. Varasemates töödes kasutati *oddball* paradigmat, mille puhul standardstiimulite vahel esinevad üksikud deviantstiimulid (Schröger, 1998). Kuna deviante on enamasti mitte rohkem kui 20% ning korraliku stabiilse vastuse saamiseks on tarvis vähemalt 100 esitlust, on *oddball* paradigma miinuseks aga küllaltki pikaks veniv mõõtmise aeg. Veidi uuemates töödes on võetud kasutusele optimaalne (*optimum*) paradigma, mille puhul sama pikas stiimulite seerias esineb viis erinevat deviantset stiimulit (Näätänen, Pakarinen, Rinne & Takegata, 2004). Optimaalse paradigma abil on võimalik mõõta

SKEMAATILISTE NÄGUDE KULMUNURK

lühema aja jooksul rohkem, sealjuures jääb vMMN amplituud samaks (Näätanen, Pakarinen, Rinne & Takegata, 2004). Lühem mõõtmisaeg võib eriti oluliseks muutuda näiteks patsientide uurimisel, kellel esineb raskusi pikaaegselt tähelepanu hoidmise või rahulikuna püsimisega. Kreegipuu ja kolleegid (2013) võrdlesid *oddball* ning *optimum* paradigmat oma töös emotsionaalsete stiimulitega ning kinnitasid, et ka nägemises annab mitme deviandiga ülesehitus vMMN-i puhul sama tulemuse, eriti just kurja näo töötluse puhul. Eelnevast lähtudes kasutati käesolevas töös stiimulite esitamiseks optimaalset paradigmat.

Skemaatilised näod

Emotsioonide uurimisel kasutatakse nii reaalseid fotonägusid kui skemaatilisi nägusid. Ashwin, Baron-Cohen ja Wheelwright (2006) toovad oma artiklis välja, et skemaatiliste nägude kasutamisel, võrreldes reaalsete fotodega, on võimalik varieeruvaid näo joonte (näiteks suu või kulmude kaar, pikkus, paksus jne) omadusi paremini kontrolli all hoida. Selline suurem kontroll toob samas endaga kaasa ökoloogilise valiidsuse vähenemise. Antud seminaritöös on kasutatud stiimulmaterjalina samuti skemaatilisi nägusid, kuna nende modifitseerimine on lihtsam ning kontrollitavam. Sagiv ja Pentin (2001) leidsid oma töös, et N170 komponendil, mida on seostatud nägude tajumisega, on EEG-mustris sarnane amplituud ning esinemisaeg nii skemaatiliste kui fotonägude puhul, mistõttu nad eeldasid, et mõlemate töötlemisel kasutatakse samu neuraalseid mehhanisme. Näospetsiifilise visuaalse mehhanismi käivitumiseks on tarvis, et stiimul kannaks endas piisavat informatsiooni, et näo kontseptsiooni luua. Emotsionaalseid stiimuleid hinnatakse tihti subjektiivsete küsimustike näol ning levinuim on küsida valentsi ning erutuvuse (*arousal*) hinnanguid, kuna on arvatud, et need dimensioonid võiksid olla aluseks emotsionaalsele kogemusele (Russell, 1980). Ka käesolevas töös on katseisikutel palutud hinnata kõiki katses esitatud stiimuleid valentsi ning erutuvuse põhjal, saamaks teada, kui võrd tugevat emotsionaalset sisu need kannavad.

Autori panus töösse

Käesoleva uurimistöö valmimise käigus osales autor uurimisteema ning -küsimuse välja töötamises, samuti ka stiimulmaterjali valimises ning eelvalideerimises. Autor viis läbi pooled EEG-katsetest ning töös esitatud andmeanalüüsi, interpreteeris tulemusi ja kirjutas antud seminaritöö.

SKEMAATILISTE NÄGUDE KULMUNURK

Hüpoteesid

Käesoleva töö eesmärgiks on uurida skemaatiliste nägude joonte rolli emotsiooni edasi andmisel. Uuringu jaoks varieeriti skemaatiliste nägude jooni ning uuriti, kuidas selline muutus väljendus emotsionaalsetes hinnangutes ja aju automaatsetes bioelektrilistes reaktsioonides. Lähtudes varasemast kirjandusest ning selle töö eesmärgist on autor püstitanud järgmised hüpoteesid:

H1: Kulmudega manipuleerimine skemaatilistel nägudel (vastavalt 0, 19° ning 38°) mõjutab enesekohaseid hinnanguid ja aju biopotentsiaale.

H2: Kurja, rõõmsa ja neutraalse näo hinnangud ning esile kutsutud ERP-de amplituudid erinevad teineteisest.

H3: Suurema kulmunurgaga kurjale näole (vastavalt 38° ning 19°) antakse kõrgemad subjektiivseid hinnangud valentsi ja erutuvuse skaalal ning nende vMMN-i amplituud on suurem, kui 0° kulmudega kurjal näol.

H4: Suurema kulmunurgaga neutraalsele näole (vastavalt 38° ning 19°) antakse kõrgemaid subjektiivseid hinnanguid valentsi ja erutuvuse skaalal ning nende vMMN-i amplituud on suurem, kui 0° kulmudega neutraalsel näol.

MEETOD

Käesolev uuring viidi läbi kolmanda taseme õppekvaliteedi arendamise programmi PRIMUS tegevuse "Uuringute ja analüüside läbiviimine (2008-2015) ajavahemikul 01.01.2009-31.12.2014" raames läbiviidava uuringu "Kõrgkooli akadeemilist toimetulekut mõjutavad tegurid" all. Projekti raames uuritakse lisaks muule ka emotsioonide töötlust ning missuguste katsete ülesehitustega on kõige efektiivsem uurida automaatset töötlust (indikaatorina kasutatakse lahknevusnegatiivsust - MMN). Hiljuti on sel teemal Tartu Ülikooli psühholoogia instituudis kaitstud kolm seminaritööd (Sibolt, 2012; Saar, 2013; Väljaste, 2013), mille katsedisainist lähtuvalt antud eksperiment välja töötati. Lisaks ilmus ka sellekohane artikkel (Kreepipuu et al, 2013), kus kasutati sarnast katsedisaini. Uurimustöö on heaks kiidetud Tartu Ülikooli inimuuringu eetika komitee poolt.

SKEMAATILISTE NÄGUDE KULMUNURK

Katseid viidi läbi 2014.a jaanuaris ja veebruaris kahel kellaajal: 12-15 või 15-18 TÜ keemiahoones eksperimentaalpsühholoogia laboris. Lisaks antud seminaritöö autorile oli eksperimentaatoriks Liina Juuse, kellega koos andmeid analüüsiti ning kelle seminaritöö põhineb samal andmestikul, keskendudes pilgusuunale. Seetõttu ei analüüsita käesolevas töös pikemalt pilgusuuna mõju.

Valim

Vabatahtlikeks katseisikuteks olid 33 (16 meest, 17 naist) tervet paremakäelist isikut, vanuses 19-40 (keskmine vanus 24,2a, $SD=5,292$). Katseisikutel oli normaalne või normaalseks korrigeeritud nägemine, haridustasemetest esines nii kesk-, kesk-eri-, kui ka kõrgharidust. Kaks katseisikut olid katse sisust teadlikud, ülejäänutele tutvustati katset kui nägemise uuringut. Enne katses osalemist kirjutati alla nõusolekulehele, millega oldi eelnevalt tutvunud. Katsedisainist lähtuvalt ei võetud katsesse osalema epileptikuid ega migreeniga isikuid. Soovi korral jagati psühholoogiatudengitele katses osalemise eest 3 katsetundi.

Stiimulmaterjal, valiku protseduur ja põhjendus

Uuringus kasutati stiimulmaterjalina skemaatilisi emotsionaalseid nägusid, mis on adapteeritud Öhmani, Lundqvisti ja Estevesi (2001) eksperimendist Gerly Kuke magistritöö jaoks (2010) (lisaks kasutatud ka Oliver Sibolti (2012), Kadri Väljaste (2013) ja Kertu Saare (2013) seminaritöodes; Kreegipuu et al. artiklis, 2013). Varasemalt olemasolevat stiimulmaterjali modifitseeriti Kertu Saare poolt käesoleva uuringu jaoks, muutes pilgusuunda (otse, vasakule, paremale) ning kulmunurka (0, 19 ja 38 kraadi).

Enne EEG katsete algust viidi läbi stiimulite valideerimine, mille käigus lasid töö autorid 40-l isikul (peamiselt tudengid, 20 naist ja 20 meest) auditooriumis hinnata seinale kuvatud kulmunurga ja pilgusuuna muudatustega stiimuleid (kokku 18 tükki - neutraalsed, rõõmsad ja kurjad ning üks mittenäoline stiimul). Hinnati valentsi, (kui õnneliku (skaalal – 1) või õnnetu (– 9), erutuvust (kui rahuliku (– 1) või erutatud (– 9) tunde piltide vaatamine tekitas); kui palju tõmbasid pildid katses tähelepanu (1-üldse mitte; 9- oli vastupandamatu); kas nende tuvastamiseks eelistati kasutatada pigem verbaalset (– 1) või visuaalset (– 9) strateegiat. Mõõtmist teostati kahel korral, kusjuures varieeriti stiimulite esituse järjekorda. Järjekorra efekti välistamiseks viidi läbi mitteparameetiline t-test, kus selgus, et järjekorral puudus statistiliselt

SKEMAATILISTE NÄGUDE KULMUNURK

oluline mõju tulemustele ($p > ,05$).

Hinnangud sisestati programmi Microsoft Excel 2000 ning analüüsiti IBM SPSS Statistics 20.0 programmiga. Kuna hinnangud ei jaotunud normaaljaotuse kohaselt (*Shapiro Wilk* test, $p < ,05$), kasutati keskmiste võrdluseks mitteparameetrilist *Friedmani* testi. Esiteks võrreldi omavahel kurja nägu (38° kulmudega), neutraalset nägu (0° kulmudega) ning rõõmsat nägu (38° teistpidi kulmudega). Leiti statistiliselt oluline erinevus nii valentsi ($p < ,001$; $\chi^2 = 46,57$; $df = 2$), erutuvuse ($p < ,001$; $\chi^2 = 35,16$, $df = 2$) kui ka tähelepanu ($p < ,001$; $\chi^2 = 32,99$; $df = 2$) puhul. Strateegia puhul oluline erinevus puudus ($p > ,05$). Sellest järeldati, et need emotsionaalsed stiimulid väljendavad erinevaid emotsioone, mis läksid kokku ka katse korraldajate arusaamaga ning neile omistatud nimetustega.

Kulmude võrdlusest selgus, et kurja näo puhul esines statistiline olulisus nii erutuvuses ($p < ,001$; $\chi^2 = 31,92$; $df = 2$) kui ka tähelepanus ($p < ,001$; $\chi^2 = 20,02$; $df = 2$), kusjuures hinnangute keskmised olid kasvava suurusega, vastavalt kulmunurga suurenemisele (0° , 19° ja 38°). Neutraalse näo hinnangutes esines statistiline olulisus valentsi ($p = ,024$; $\chi^2 = 7,44$; $df = 2$) ning erutuvuse ($p = ,012$; $\chi^2 = 8,84$; $df = 2$) puhul. Kummagi näo puhul ei leitud olulist erinevust strateegia osas. Samuti olid hinnangute keskmised kasvavas suunas vastavalt kulmunurgale, kusjuures kulmunurga suurenedes hinnati stiimul negatiivsemaks (valentsi puhul). Rõõmsa näo hinnangutest ei leitud olulisi erinevusi kulmude ega pilgusuuna puhul ($p > ,05$).

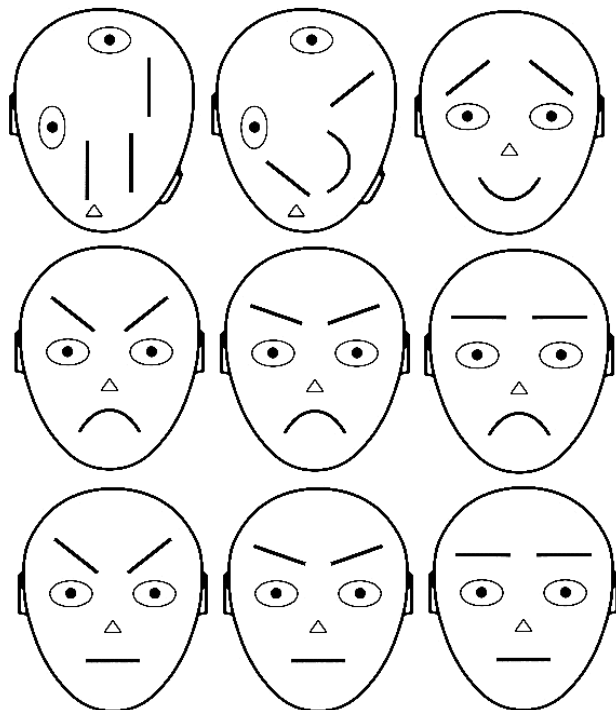
Saadud tulemuste põhjal valiti EEG katse stiimuliteks kurja ja neutraalse näo kõik variatsioonid ning rõõmus nägu 38° -kraadiste kulmudega (Joonis 1). Sarnane stiimulite hindamine viidi läbi ka kõigi katseisikutega katsejärgse küsimustiku näol.

Sõltuvad ja sõltumatud muutujad

Sõltuvateks muutujateks olid stiimulite kulmu kaldenurgad: vastavalt 0° , 19° või 38° .

Sõltumatute muutujatena mõõdeti reaktsiooniaega eesmärkstiimulitele, subjektiivseid hinnanguid stiimulitele, maksimaalseid negatiivseid ja positiivseid väljalööke EEG-kõveras (intervallides 100-200ms ning 180-320ms) ning vMMN-amplituude ja esinemisaega.

SKEMAATILISTE NÄGUDE KULMUNURK



Joonis 1. Kulmunurga muudatustega stiimulid alates ülevalt vasakult: kujund 1, kujund 2, 38° rõõmus, 38° kuri, 19° kuri, 0° kuri, 38° neutraalne, 19° neutraalne, 0° neutraalne.

Katseprotseduur

Katses osales korraga üks katseisik. Esmalt tutvustati talle eesolevaid vajalikke mõõtmisi ning seejärel paluti allkirjastada nõusolekuleht. EEG-signaali häirimise vältimiseks paluti eemaldada kõik metallist esemed ning seejärel mõõdeti objektiivset väsimusastet kriitilise vilkumise sageduse ehk CFF (*critical flicker frequency*) testiga, mis mõõtis nägemiseristusläve (sagedus Hz-des, määrata tuli lävi, kus katseisikule tundus vilkuv tuluke seisvana või vastupidi).

Edasi juhatati katseisik hämara valgusega helikindlasse isoleeritud ruumi, kus ta ühendati EEG seadmetega. Sellega paralleelselt tutvustas eksperimentaator

edasist katse käiku ning jagas soovitusi parema signaali saamiseks (istuda rahulikult, võimalikult vähe silmi pilgutada ning end liigutada). Katse algul ning selle vältel hindas katseisik oma subjektiivset väsimusastet eesti keelde adapteeritud Borg CR10 skaala alusel (Borg, 1998).

EEG-katse ajal istus katseisik 114 cm kaugusel Mitsubishi Diamond Pro 2070SB 22" ekraanist ning jälgis sinna esitatud ülesannet. Esmalt mõõdeti katseisiku aju elektrilise aktiivsuse baastaset puhkeoleku EEG näol, kus pidi vaheldumisi minut aega avatud silmadega jälgima ekraani keskel olevat fikatsiooniristi, mis asus katseisiku silmade kõrgusel, või olema suletud silmadega. Kokku kestis puhkeoleku EEG mõõtmine 6 minutit. Seejärel esitati prooviseeria, mis koosnes kahest lühikesest blokist, mis andis katseisikule ettekujutluse ja võimaluse ülesandega harjumiseks.

Mõõtmine koosnes neljast umbes 15-minutilise katseeriast, mis esitati Matlab programmis (*MathWorks, Inc*) Kairi Kreegipuu ja Mai Toomi poolt programmeeritud juhtfailide abil. Enne iga seeria algust instrueeris eksperimentaator katseisikut vaatama rahulikult ekraanile ning

SKEMAATILISTE NÄGUDE KULMUNURK

vajutama vasakut hiireklahvi juhul, kui ekraanile ilmub kokkulepitud sihtmärkstiimul (vt Tabel 1). Vastava seeria sihtmärkstiimuli pilti näitas eksperimentaator katseisikule vahetult enne seeria algust, vältides stiimulitele viidates sõna “nägu” kasutamist, asendades selle sõnaga “pilt” või “kujund”.

Tabel 1. Seeriade ülesehitus katses.

Seeria nr	Sihtmärk	Standard	Deviandid
(1)	Kujund 1	Kujund 2	Pilgusuuna variatsioonidega skemaatilised näod
(2)	Kujund 2	Kujund 1	Pilgusuuna variatsioonidega skemaatilised näod
(3)	Kujund 1	Kujund 2	Kulmuvariatsioonidega skemaatilised näod
(4)	Kujund 2	Kujund 1	Kulmuvariatsioonidega skemaatilised näod

Seeriad koosnesid 30 katseblokist, iga blokk 43st stiimulist, kus deviane 14, eesmärkstiimuleid 4, standardeid 25. Stiimulid olid suurusega 674x789 pikslit ja neid esitati valgel taustal ekraani keskel. Töös kasutati stiimulite esitamiseks mitme tunnusega *optimum* ülesehitust. Stiimulite esinemisaeg oli 252 ms ja esituste vaheline aeg (ISI ehk *interstimulus interval*) 452 ms. Nelja seeria esitamiskäitumise järjekorda varieeriti katseisikute vahel ning nende reaktsiooniajad salvestati.

Katse lõppedes mõõdeti uuesti puhkeoleku EEG-d ning ühendati katseisik EEG seadmete küljest lahti. Seejärel korraldati ka CFF mõõtmist ning vabatahtlikud isikud andsid süljeproovi geneetiliste polümorfismide uurimiseks. Väsimuse ja CCF mõõtmist ning geeniproovide tulemusi antud seminaritöö raames ei käsitleta. Lõpetuseks täitis katseisik katsejärgse küsimustiku, kus hindas Likerti 9-pallise skaala põhjal kõiki katses esinenud stiimuleid. Igale stiimulile paluti anda ka nimetus, lähtudes sellest, missugust emotsiooni see neile enim meenutab. Käesolevas töös antud nimetusi pikemalt ei analüüsita.

Elektroentsefalograafia (EEG)

EEG salvestuse (salvestussagedus 512 Hz, filtrid 0,16-100 Hz) mõõtmiseks kasutati 32-st aktiivelektroodist koosnevat komplekti (*ActiveTwo, Biosemi*), mis paigutati rahvusvahelise 10–20 süsteemi järgi (Jasper, 1958). Lisaks kinnitati katseisiku näole 4 lisaelektroodi, registreerimaks

SKEMAATILISTE NÄGUDE KULMUNURK

silmapilgutusi ja -liigutusi ning 2 referentselektroodi kõrvalestade taha. Viimast kahte kasutati võrdluselektroodidena, mille suhtes kõigi ülejäänud elektroodide aktiivsuse erinevusi arvatati.

Andmetöötlus

Reaktsiooniajad ja enesekohaste hinnangute vastused sisestati programmi Microsoft Excel 2000, töötluks ja analüüsiks kasutati programmi IBM SPSS Statistics 20.0. Andmete vastavust normaaljaotusele kontrolliti *Shapiro-Wilk Tests of Normality*'ga, kus selgus, et hinnangud ei jaotunud normaaljaotuse kohaselt ($p < ,05$) ning seega kasutati stiimulite hinnangute analüüsiks mitteparameetrilisi teste (erinevuste leidmiseks *Friedmani* test ning post hoc'ina *Wilcoxon Signed Ranks* test). Reaktsiooniaegadest arvatati iga katseisiku kohta koguvajutuste arv, sihtmärkstiimulile reageerimiste arv, sihtmärgi möödalaskude arv ja protsent ning keskmine reaktsiooniaeg. Lisaks üldine statistika kõigi katseisikute peale kokku. Kuna sihtmärkstiimuliks oli mõlemas seerias kujund, mitte nägu, siis siinkohal reaktsiooniaegade omavahelisi võrdlusi läbi ei viidud.

EEG toorandmed puhastati ning töödeldi programmis BrainVision Analyzer 1.05 (Brain Product GmbH). Andmed kohandati referentselektroodidele, eemaldati mittekasutatud kanalid ning lisati 10-20 süsteemi nimetused. Seejärel töödeldi filtriga 24 dB/oct, 0,1-30 Hz ning silmapilgutustest tuleneva müra korrigeerimiseks kasutati Grattoni ja Colesi algoritmi (Gratton, Coles & Donchin, 1983). Analüüsimiseks eraldati segmendid vastavalt stiimulite esinemisele -200 ms enne kuni 700 ms pärast stiimulit. Baastasme korrigeerimise jaoks võrdsustati 100 ms pikkune lõik enne iga stiimuli esinemist nulltasemega, võrdsustamaks iga laine algpositsiooni enne stiimulit. Andmestik puhastati artefaktidest ehk eemaldati lõigud, mis sisaldasid suuremat võnkumist kui -100 μ V kuni 100 μ V, mis olid 100 ms jooksul madalama aktiivsusega kui 0,5 μ V, mille suurim väärtuste absoluutne erinevus ületas 100 μ V ning milles kahe naaberväärtuse absoluuterinevus oli suurem kui 50 μ V.

Üksikute elektroodide salvestused iga stiimuli kohta keskmistati ning saadi iga katseisiku jaoks sündmusega seotud potentsiaalid (ERP). Antud signaalilõike keskmistati kõigi katseisikute peale kokku ning saadud summaarseid keskmistatud ERP-kõveraid (*Grand Averages*) võrreldi erinevate katsetingimuste lõikes. Lisaks arvatati (deviant miinus standard) standardite ja deviantide vahelised erinevuse lained (vMMN) ning nende väljalöökkide maksimaalse positiivse

SKEMAATILISTE NÄGUDE KULMUNURK

ning negatiivse amplituudi ning esinemisaegade vahelisi erinevusi võrreldi One-Way ANOVA-ga ning vajadusel lähtuti Greenhouse-Geissseri vabadusastmete korrektsioonidest. Selleks, et võrdsustada deviantide ja standardite hulka iga katseisiku andmetes, valiti võrdluseks juhuslikult välja 9% standarditest (algsest 609st jäi alles 55). Võrdlustel keskenduti eraldi kolmele keskmistatud (kõik vastava piirkonna elektroodid keskmistatud üheks kogumiks) piirkonnale: frontaalne (otsmikupiirkond), parietaalne (kiirupiirkond) ning oksipitaalne (kuklapiirkond). Piirkonnad koosnesid järgnevatest elektroodidest: frontaalne – AF3, AF4, F3, F4, Fz; parietaalne – P3, P4, P7, P8, PO3, PO4, Pz; oksipitaalne – O1, O2, Oz.

TULEMUSED

Reaktsiooniajad

Katsedisainist sõltuvalt salvestati katseisikute reaktsiooniajad (*RT - reaction time*) vastavalt iga seeria sihtmärkstiiimulitele. Kuna sihtmärgiks oli mõlemas käesolevas töös käsitledavas katseseerias kujund (seerias 3 kujund 2 ning seerias 4 kujund 1) ning mitte nägu, siis oli reaktsiooniaegade analüüsi eesmärgiks uurida, kas katseisikud täitsid neile etteantud tsentraalset ülesannet (ja seega pigem vältisid deviant). RT analüüsist jäeti välja 3 katseisikut, kellest esimene katkestas EEG-katse, teine ei reageerinud stiimulitele üldse ning kolmas sai ülesandest valesti aru. Samuti ei võetud arvesse reaktsiooniaegu, mis olid lühemad kui 100 ms, eeldusel, et need polnud teadlikud reaktsioonid (kahe seeria peale kokku 92 korda).

Seerias 3 tehti kõikide katseisikute peale kokku keskmiselt 116,13 vajutust ($SD=11,24$; mood 120), sihtmärkstiiimulile reageeriti keskmiselt 112,07 korda ($SD=12,04$; mood 116). Sihtmärkstiiimulile jäeti reageerimata keskmiselt 7,93 korda ($SD=12,04$; mood 3), möödalaskude arv moodustas keskmiselt 6,61% ($SD=10,04$; mood 2,5%) sihtmärkide koguhulgast. Seerias 4 oli koguvajutuste summaks keskmiselt 127,47 ($SD=52,503$; mood=118), sihtmärkstiiimulile reageeriti 113,43 korda ($SD=6,218$; mood 116). Sihtmärgi möödalaskumiste arv oli keskmiselt 6,57 ($SD=6,22$; mood 4), keskmiselt jäeti reageerimata 5,47% ($SD=5,19$; mood 3,3%) sihtmärgi esinemiskordadest.

Keskumiste RT-de leidmiseks katseisikute kaupa jäeti analüüsist välja ka reageerimised valedel

SKEMAATILISTE NÄGUDE KULMUNURK

stiimulitele (kokku 464 korda, enamasti standardile) ning sihtmärkstiimuli möödalasud. Seerias 3 oli keskmine RT kõigi katseisikute peale 419,40 ms ($SD=33,31$). Seerias 4 oli keskmine RT kõigi katseisikute peale 422,41 ms ($SD=34,05$). Kahe seeria peale kokku oli keskmine RT 420,82 ms ($SD=33,52$). Kokku jäeti reageerimata keskmiselt vaid 5,94%-le ($SD=7,792$) sihtmärkidest, seega võib järeldada, et täideti etteantud ülesannet ning üritati sihtmärki tabada. Kuna kahe seeria vahel ei esinenud reaktsiooniaegade lõikes olulisi erinevusi (*Mann-Whitney* testis $p>,05$), siis EEG-andmete puhul analüüsitakse kahte seeriat koos. Samuti kuna reageeriti piisavalt eesmärgipäraselt, lugesime ülesande täidetuks – ehk täideti tähelepanulist ülesannet, mida sai teha nina kui tunnuse mittetuvastamisega ekraani keskosas (ei olnud vaja kogu stiimulnägu jälgida, kuna mittenäolistel kujunditel nina puudus, deviantidel ja standarditel oli olemas).

Subjektiiused hinnangud stiimulitele

Eelhindamise ning katsejärgse hindamise tulemusi võrreldi omavahel mitteparameetrilise *Mann-Whitney* testiga, uurimaks, kas seal esineb erinevusi. Valimite suuruse võrdsustamiseks valiti eelhindamisest SPSS Statistics programmiga juhuslikult välja järelhindamisega võrdne arv katseisikuid, samuti jäeti välja stiimulid, mida järelhindamises ei hinnatud. Selgus, et hinnangute poolest olid kahe mõõtmiskorra vahel olulised erinevused järgmised: neutraalne 0° strateegia ($p=,01$; $U=334$), neutraalne 19° strateegia ($p=,01$; $U=337,5$), neutraalne 38° tähelepanu ($p=,03$; $U=361$), neutraalne 38° strateegia ($p=,03$; $U=351,5$) ning kuri 0° erutuvus ($p=,02$; $U=343$). Kuna strateegia puhul ei leitud ei eelhindamises ega järelhindamises kulmunurkade tingimusel olulisi erinevusi, siis võiks eeldada, et need kahe mõõtmiskorra vahelised erinevused on pigem juhuslikud. Samuti ei leitud olulisi erinevusi ka neutraalse näo tähelepanu tingimuses. Kuri nägu 0° sai eelhindamisel kõrgema erutuvuse hinnangu, mis võib olla tingitud sellest, et põhikatses täideti küsimustikku pärast katset, seega oldi stiimulite nägemisega juba harjunud ning erutuvus ei olnud enam nii suur.

Katsejärgses küsimustikus hinnati kokku 13 stiimulit. Ka järelhindamiste hinnangud ei jaotunud normaaljaotuse kohaselt (*Shapiro Wilk* test, $p<,05$), seega kasutati ka siin keskmiste võrdluseks mitteparameetrilist *Friedmani* testi. Omavahel võrreldi kurja, neutraalse ning rõõmsa näo keskmisi hinnanguid valentsi, erutuvuse, tähelepanu ning strateegia osas (vt Tabel 2).

SKEMAATILISTE NÄGUDE KULMUNURK

Tabel 2. Kurja, rõõmsa ja neutraalse näo keskmiste hinnangute võrdlus. Keskmiste juurde märgitud, millest antud stiimul erines.

Mõõdetav	KURI		RÕÕMUS		NEUTRAALNE		p
	M	SD	M	SD	M	SD	
Valents	8,12^{N,R}	1,21	4,91^{N,K}	0,93	2,50^{K,R}	1,30	<,001
Erutuvus	6,59^{N,R}	2,18	4,25^K	1,52	4,66^K	1,99	<,001
Tähelepanu	6,47^N	2,05	5,81^N	2,07	3,84^{K,R}	1,90	<,001
Strateegia	4,90^N	3,25	5,45^N	2,82	6,32^{K,R}	2,99	<,001

Märkus: M=keskmise hinnang, SD= standardhälve, p=statistiline olulisus; ^R=erines rõõmus, ^K=erines kuri; ^N= erines neutraalne.

Kurja, neutraalse ning rõõmsa näo hinnangud olid kõik statistiliselt oluliselt erinevad (Tabel 2). Kuna omavahel võrreldi kolme tingimust, viidi paarikaupa erinevuste uurimiseks läbi ka post hoc test (*Wilcoxon Signed Ranks Test*). Valentsi puhul erinesid kõik stiimulpaarid üksteisest oluliselt ($p < ,001$; $\chi^2 = 60,51$; $df = 2$). Erutuvuse puhul rõõmus ja kuri ($p = ,001$; $Z = -3,28$), kuri ja neutraalne ($p < ,001$; $Z = -4,081$), kuid mitte rõõmus ja neutraalne ($p = ,356$; $Z = -0,92$). Tähelepanu tõmbamise osas erinesid kuri ja neutraalne ($p < ,001$; $Z = -3,64$) ning neutraalne ja rõõmus ($p < ,001$; $Z = -4,01$), kuid mitte rõõmus ja kuri ($p = ,264$; $Z = -1,12$). Strateegia osas erinesid neutraalne ja rõõmus ($p = ,05$; $Z = -1,96$) ning neutraalne ja kuri ($p = ,05$; $Z = -1,95$), kuid mitte kuri ja rõõmus ($p = ,419$; $Z = -,81$). Kontrollimaks, kas kaks standardit hinnati omavahel erinevaks, võrreldi ka neile antud hinnanguid, kust selgus, et erinevus oli vaid valentsi osas ($p = ,007$; $Z = -2,70$), kujund 2 ($M = 5,31$; $SD = 1,59$) sai kõrgema valentsi hinnagu, kui kujund 1 ($M = 4,28$; $SD = 5,31$).

Kulmunurga mõju uurimiseks võrreldi keskmisi hinnanguid neutraalse näo ning kurja näo kolmele eri variandile (0° , 19° ja 38°). Olulised erinevused ilmsesid valentsi, erutuvuse ja tähelepanu puhul, kusjuures vastavalt kulmunurga tõusule suurenesid ka keskmised hinnangud (vt Tabel 3). Post hoc testist selgus, et valentsi osas erinesid omavahel 0° ja 19° ($p = ,035$; $Z = -2,11$), 0° ja 38° ($p = ,024$; $Z = -2,26$), kuid mitte 19° ja 38° ($p = ,356$; $Z = -0,92$). Erutuvuse osas erinesid samuti 0° ja 19° ($p < ,001$; $Z = -3,95$) ning 0° ja 38° ($p < ,001$; $Z = -3,87$), kuid mitte 19° ja 38° ($p = ,115$; $Z = -1,58$). Tähelepanu osas erinesid omavahel ainult 0° ja 38° ($p = ,05$; $Z = -1,94$) ning mitte 0° ja 19° ($p = ,351$; $Z = -0,933$) ega ka 19° ja 38° ($p = ,142$; $Z = -1,47$). Strateegia osas post hoc testi läbi ei viidud, kuna eelnevalt erinevusi ei esinenud.

SKEMAATILISTE NÄGUDE KULMUNURK

Tabel 3. Kurja näo kolme kulmunurga keskmiste hinnangute võrdlus. Keskmiste juurde märgitud, millest antud stiimul erines.

Mõõdetav	KURI 0°		KURI 19°		KURI 38°		p
	M	SD	M	SD	M	SD	
Valents	7,57 ^{19,38}	1,28	7,93 ⁰	1,34	8,17 ⁰	1,18	<,004
Erutuvus	4,40 ^{19,38}	2,09	6,13 ⁰	1,81	6,80 ⁰	2,09	<,001
Tähelepanu	5,10 ³⁸	2,18	5,61	2,43	6,48 ⁰	2,08	,006
Strateegia	5,24	2,75	4,79	2,79	4,62	3,17	,205

Märkus: M=keskmise hinnang; SD= standardhälve; p=statistiline olulisus; ⁰=erines kuri 0°, ¹⁹=erines kuri 19°, ³⁸= erines kuri 38°.

Sarnane analüüs teostati ka neutraalse näo kolme erineva kulmuvariatsiooniga (vt Tabel 4). Olulised erinevused ilmnisid valentsi ning erutuvuse puhul ning sarnaselt kurjale näole, olid hinnangud vastavalt kulmunurga suurusele kasvavas järjestuses (Tabel 4).

Tabel 4. Neutraalse näo kolme kulmunurga keskmiste hinnangute võrdlus. Keskmiste juurde märgitud, millest antud stiimul erines.

Mõõdetav	NTR 0°		NTR 19°		NTR 38°		p
	M	SD	M	SD	M	SD	
Valents	4,91 ^{19,38}	0,93	6,00 ⁰	1,32	6,25 ⁰	1,32	<,001
Erutuvus	4,25 ³⁸	1,52	4,50 ³⁸	1,61	5,81 ^{0;19}	1,67	<,001
Tähelepanu	3,84	1,90	3,87	1,99	4,28	2,02	,191
Strateegia	6,32	2,99	6,42	3,02	6,06	2,63	,744

Märkus: M=keskmise hinnang; SD= standardhälve; p=statistiline olulisus; ⁰=erines neutraalne 0°, ¹⁹=erines neutraalne 19°, ³⁸= erines neutraalne 38°.

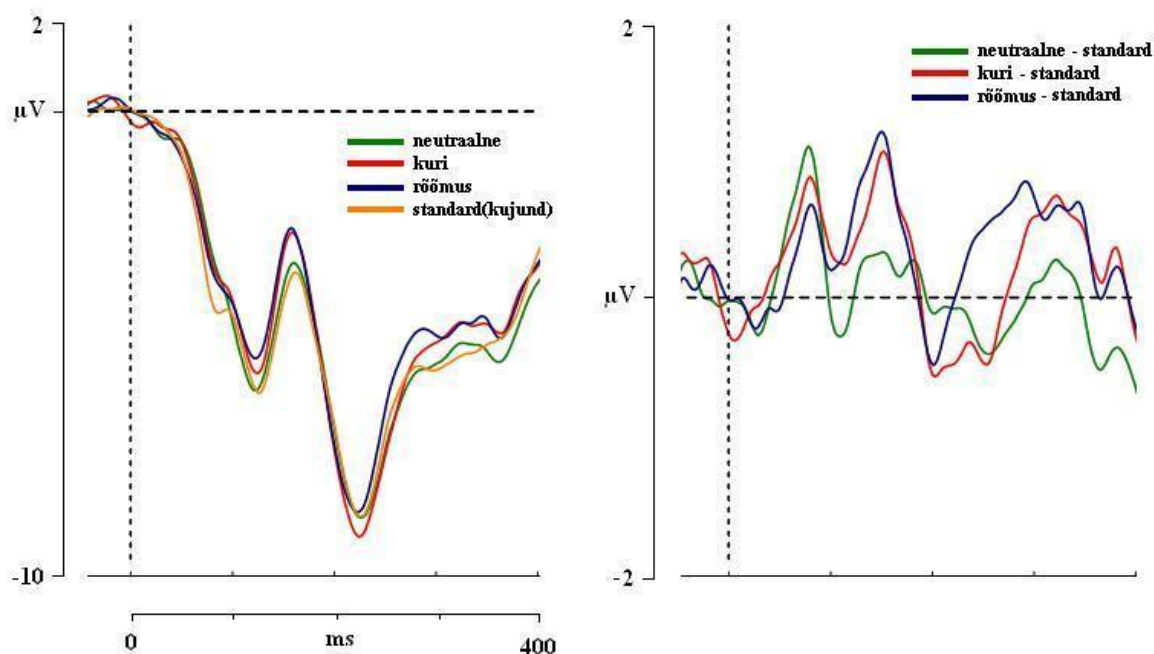
Post Hoc testidest selgus, et valentsi osas erinesid stiimulpaaridena 0° ja 19° ($p<,001$; $Z=-3,51$), 0° ja 38° ($p<,001$; $Z=-3,73$), ei erinenud aga 19° ja 38° ($p=0,41$; $Z=-,82$). Erutuvuse puhul erinesid 19° ja 38° ($p<,001$; $Z=-3,83$) ning 0° ja 38° ($p<,001$; $Z=-4,46$), mitte aga 0° ja 19° ($p=,35$; $Z=-0,94$). Tähelepanu ja strateegia puhul post hoc testi ei tehtud. Kuna subjektiivsete hinnangute analüüsist selgus, et kulmunurga roll valentsile ning erutuvushinnangutele leidis ka

SKEMAATILISTE NÄGUDE KULMUNURK

katsejärgselt kinnitust, oli põhjust ka aju tasandil võimalikke erinevusi vaadata.

EEG

Üldkeskmistatud jooniste visuaalsel põhjalikul vaatlemisel otsustati keskenduda käesoleva töö raames EEG analüüsis kahele ajaintervallile: 100-200 ms ning 180-320 ms pärast stiimuli esinemist, kuna nendes vahemikes olid kõige suurema amplituudiga väljalöögid. Neist ajavahemikest otsisime php-skripti abil automaatselt välja suurima amplituudiga positiivse ning negatiivse piigi (mikrovoltides) ning nende esinemisajad pärast stiimulit (millisekundites). Eelmainitud andmed leiti iga stiimuli (ning selle poolt tekitatud võimaliku vMMN-i - deviant miinus standard) kohta kolmes piirkonnas: frontaalne, parietaalne ning oksipitaalne. Esiteks võrreldi omavahel neutraalset (0° kulmud), kurja (38° kulmud), rõõmsat (38° kulmud) ning standardstiimulit (Joonisel 2 näitena erinevused kuklapiirkonnas), uurimaks, kas emotsionaalsete stiimulite töötlus erineb üksteisest ning standardist, mis oli mittenäoline kujund. Kuri, rõõmus ja neutraalne stiimul erinesid kõik nii 100-200 ms kui 180-320 ms intervallis oluliselt standardist otsmikupiirkonnas.



Joonis 2. Vasakul neutraalse, kurja ning rõõmsa deviandi ja mittenäolise standardstiimuli keskmistatud kõverad kuklapiirkonnast, paremal vastavad erinevuste lained (N=30).

Esimeses nimetat intervallis oli emotsionaalsete nägude poolt esilekutsutud positiivsel väljalöögil frontaalses piirkonnas varasem ilmnemisaeg, kui standardil ($M=174$ ms; $SD=31,99$). Kurja näo

SKEMAATILISTE NÄGUDE KULMUNURK

puhul keskmiselt 159,92 ms ($SD=23,39$; $p=,007$; $t=2,77$), rõõmsal 155,24 ms ($SD=25,63$; $p<,001$; $t=3,58$), neutraalsel 161,18 ms ($SD=161,18$; $p=,015$; $t=2,471$). Selles intervallis antud deviandid standardist amplituudide poolest oluliselt ei erinenud ($p>,05$).

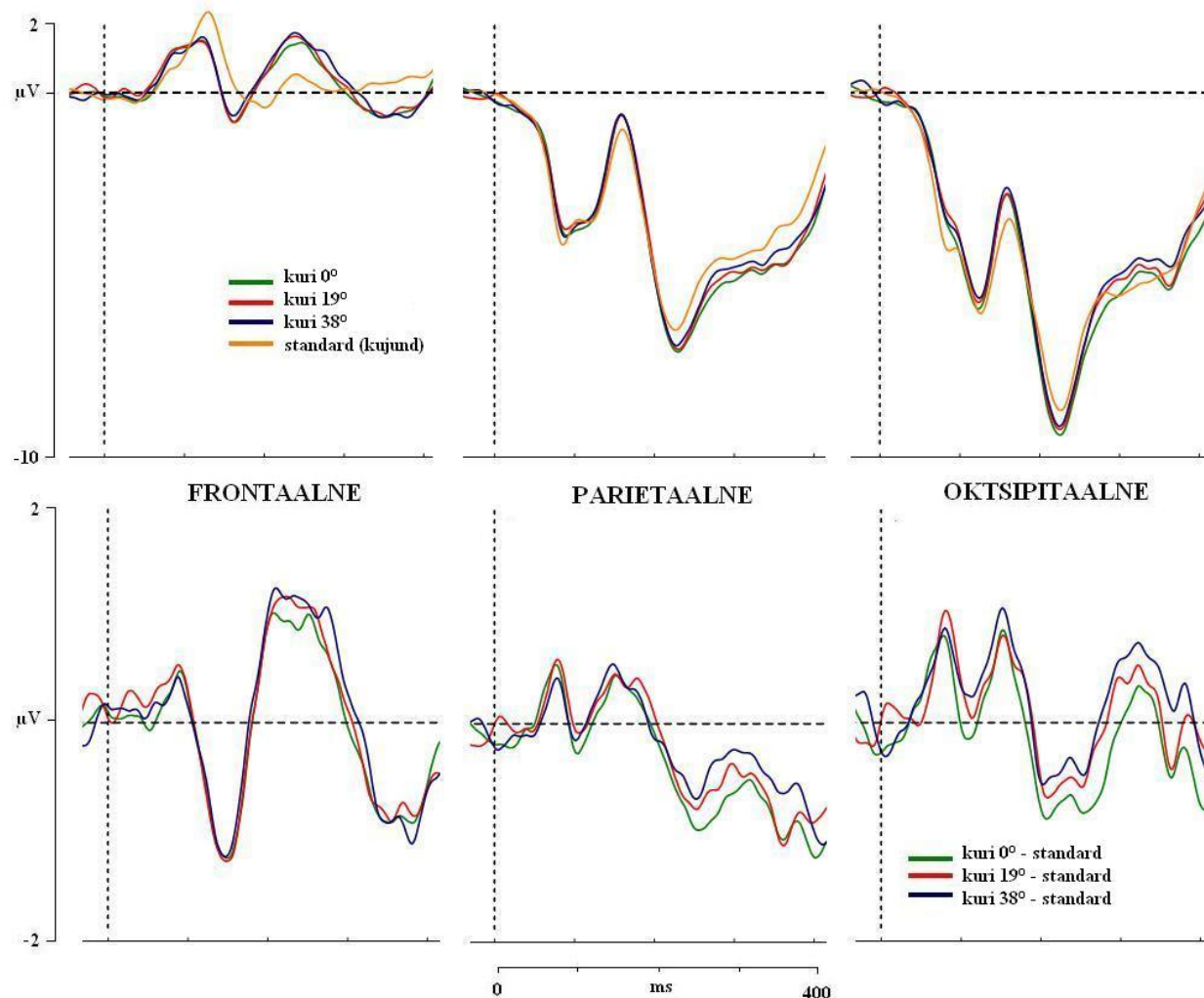
180-320 ms intervallis erinesid frontaalses piirkonnas standardist ($M=-1,56 \mu V$; $SD=1,63$) negatiivse väljalöögi amplituudi puhul kuri nägu ($M=-2,86 \mu V$; $SD=3,15$; $p=,005$; $t=2,83$), rõõmus nägu ($M=-2,63 \mu V$; $SD=3,22$; $p=,024$; $t=2,28$) ning neutraalne nägu ($M=-2,43 \mu V$; $SD=1,63$; $p=,014$; $t=2,48$). Okcipitaalses piirkonnas erines standardist ($M=230,98$ ms; $SD=26,95$) neutraalne nägu positiivse väljalöögi esinemisaja puhul ($M=219,53$ ms; $SD=19,56$; $p=,008$; $t=2,48$). Selles piirkonnas ei leitud olulisi erinevusi kurja ega rõõmsa näo puhul, samuti ei esinenud erinevusi ka parietaalses piirkonnas. Kolme stiimuli töötlus omavahel üheski piirkonnas statistiliselt oluliselt ei erinenud.

Erinevuste laineid (deviandist lahutatud standard) analüüsid ei leitud statistiliselt olulisi erinevusi rõõmsa, kurja ning neutraalse näo vahel üheski piirkonnas ($p>,05$). Kuigi, uurides joonistelt (nt Joonis 2) nende positiivseid ning negatiivseid piike, võis märgata teatud tendentse, kus neutraalne stiimul erines mõnel määral kurjast ja rõõmsast.

Kurja näo modifitseeritud kulmudega kolme varianti võrreldi standardiga ning omavahel, uurimaks, kas leidub erinevusi aju tasandil sõltuvalt kulmu nurgast (vt Joonis 3). Selgus, et 100-200 ms intervallis erinesid frontaalses piirkonnas positiivse piigi esinemisaja poolest standardist ($M=174$ ms; $SD=31,99$) kuri nägu 19° kulmudega ($M=162,31$ ms; $SD=22,84$; $p=,024$; $t=2,29$) Samuti, nagu ennist välja toodud erines standardist ka kuri nägu 38° kulmudega, teiste stiimulite puhul selles piirkonnas standardiga võrreldes olulisi erinevusi ei leitud.

Omavahel võrreldi ka kurja näo kulmustiimulite erinevuste laineid (vMMN) kolmes huvialuses piirkonnas (vt Joonis 3). Jooniselt paistab teatud tendentsid frontaalse piirkonna osas, kus negatiivse piigi amplituudid teineteisest minimaalselt erinevad, samuti ka kuklaosas positiivse väljalöögi puhul. Need erinevused ei olnud aga statistiliselt olulised ($p>,05$). Illustreeriva ülevaate minimaalsetest erinevustest kurjade nägude puhul annab joonis 5.

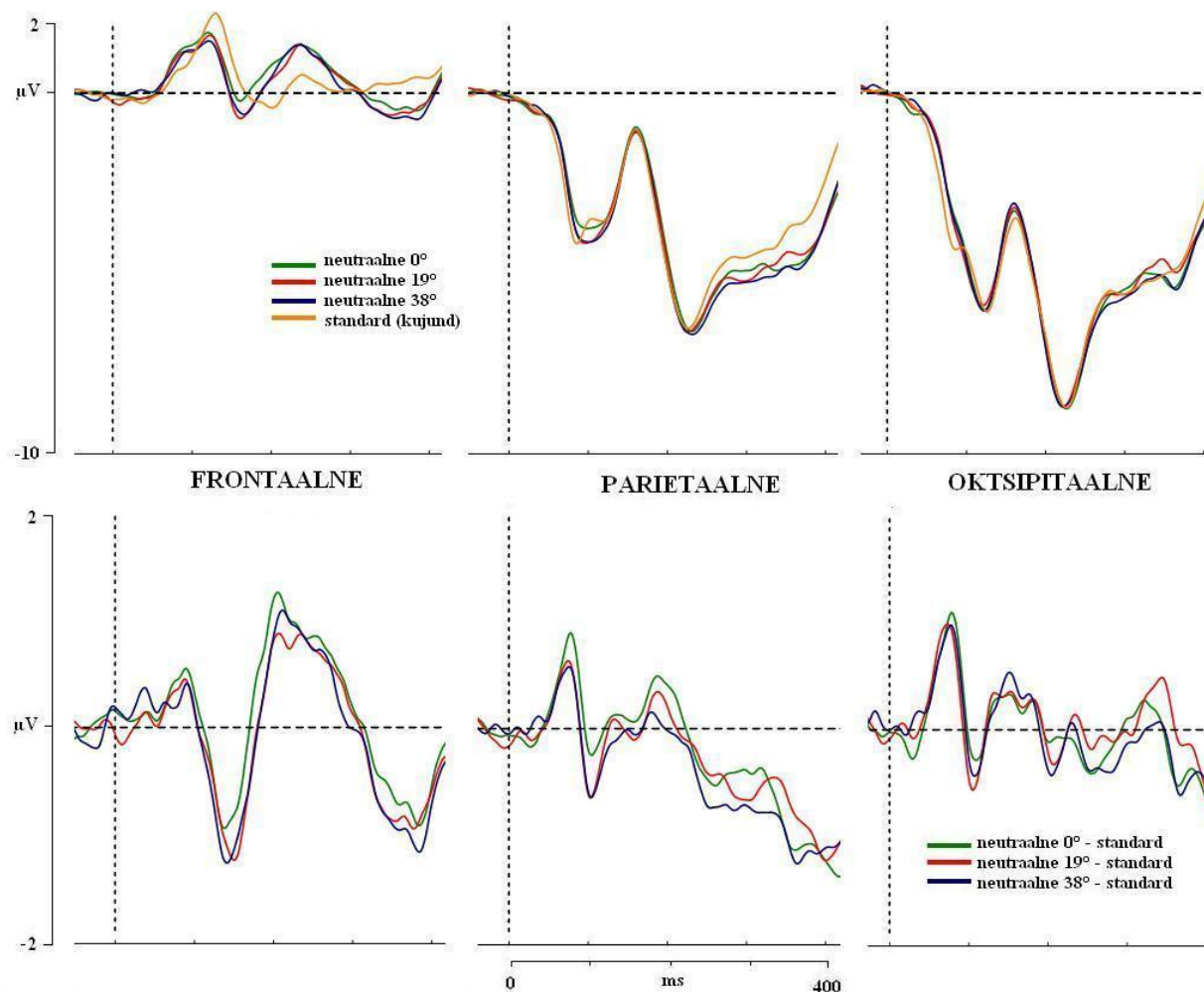
SKEMAATILISTE NÄGUDE KULMUNURK



Joonis 3. Üleväl kurja näo kolme kulmuvariatsiooniga deviantstiimulite ning mittenäolise standardstiimuli keskmistatud kõverad vastavalt kolmes piirkonnas. All vastavad erinevuste lained (N=30).

Neutraalse näo kolme kulmuvariatsiooni standardiga võrreldes (vt Joonis 4) esinesid olulised erinevused intervallis 100-200 ms 38° kulmudega neutraalse näo puhul frontaalses piirkonnas positiivse amplituudi esinemisajaks (standard: $M=174$ ms; $SD=31,99$; neutraalne 38°: $M=160,6$ ms; $SD=21,22$; $p=,014$; $t=1,49$), sarnane erinevus toodi enne välja ka 0° kulmudega neutraalsel näol. Parietaalses piirkonnas erines standardist ($M=152,21$ ms; $SD=43,05$) positiivse piigi esinemisaja poolest neutraalne nägu 38° kulmudega ($M=152,21$ ms; $SD=43,052$; $p=,031$; $t=2,18$). Kuklapiirkonnas erinevusi ei leitud. Võrreldes kolme stiimuli töötlust omavahel, ei esinenud erinevust ühegi piirkonna puhul.

SKEMAATILISTE NÄGUDE KULMUNURK



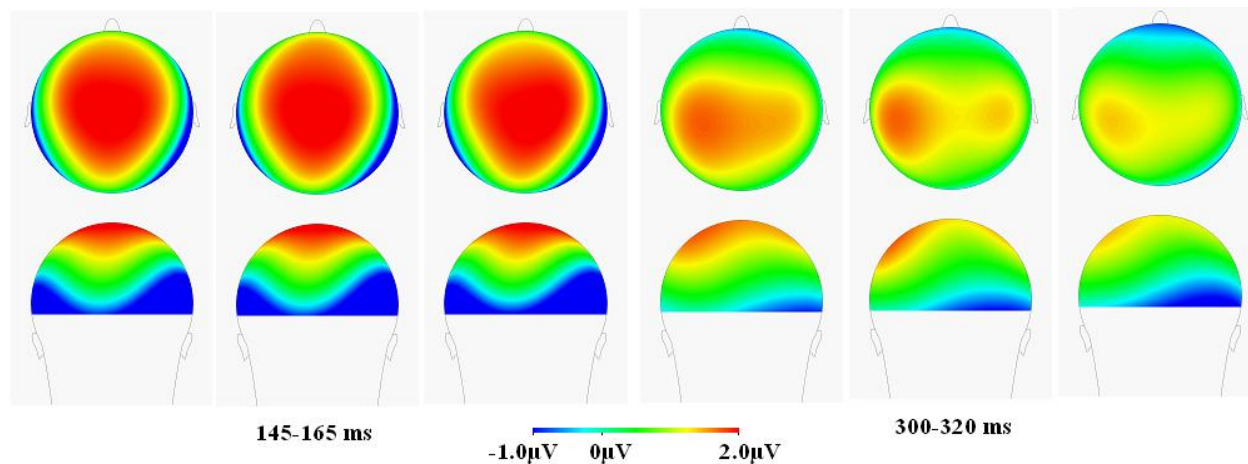
Joonis 4. Üleval neutraalse näo kolme kulmuvariatsiooniga deviantstiimulite ning mittenäolise standardstiimuli keskmistatud kõverad vastavalt kolmes piirkonnas, all vastavad erinevuste lained ($N=30$).

180-320 ms intervallis esines erinevus standardist 19° kulmudega neutraalse näo puhul kuklapiirkonnas positiivse väljalöögi esinemisajajas (standard: $M=230,98$ ms; $SD=26,95$; neutraalne 19°: $M=220$ ms; $SD=19,22$; $p=,011$; $t=2,59$). Negatiivse piigi amplituudi osas erinesid standardist nii neutraalne nägu 0° kulmudega, kui ka 38° kulmudega, esimene neist on eespool mainitud, teise puhul oli standardi keskmine $-1,56$ μV ($SD=1,63$) ning 38° neutraalse keskmine $-2,35$ μV ($SD=2,32$, $p=,032$; $t=2,16$). Ka selles intervallis stiimulite töötlemise omavahelisel võrdlemisel ei ilmnenud olulisi erinevusi.

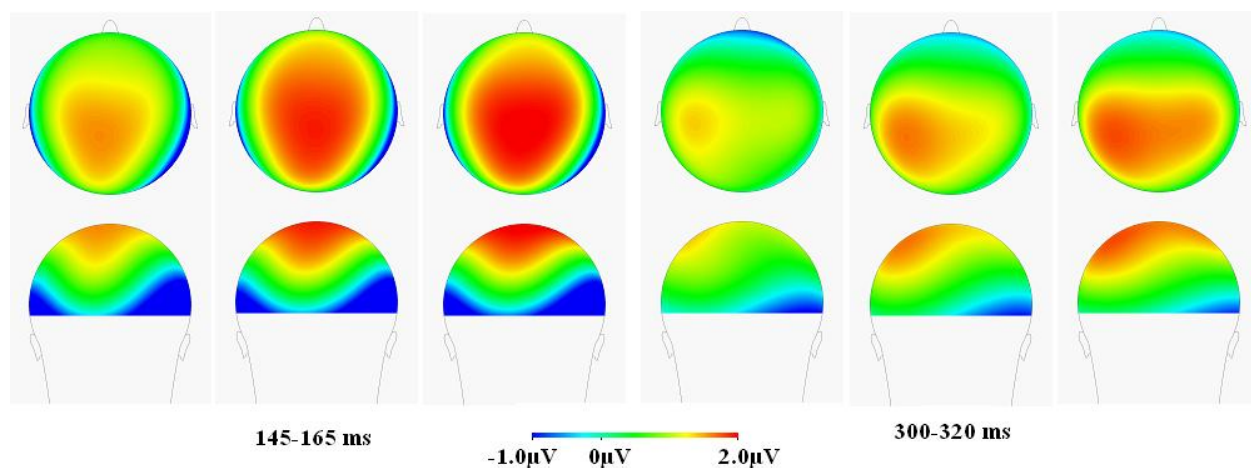
Vastavaid erinevuse laineid võrreldes (Joonis 4) ei leitud erinevusi üheski piirkonnas, nagu ka jooniselt näha, siis on tekkinud vMMN üsna sarnane kõikide kulmunurkade puhul. Joonisel 6 on märgata minimaalseid erinevusi pigem hilisemas kuklapiirkonna negatiivsuses ning kohati ka

SKEMAATILISTE NÄGUDE KULMUNURK

positiivsuse puhul.



Joonis 5. Kurja no kolme kulmuvariatsiooni (vasakult 0°, 19° ja 38°) ja standardi võrdluses arvatud vMMN aktiivsuse jaotumine pealt- ning kuklavaates. Vasakult kolm intervallis 145-165 ms, paremalt kolm intervallis 300-320 ms.



Joonis 6. Neutraalse no kolme kulmuvariatsiooni (vasakult 0°, 19° ja 38°) ja standardi võrdluses arvatud vMMN aktiivsuse jaotumine pealt- ning kuklavaates. Vasakult kolm intervallis 145-165 ms, paremalt kolm intervallis 300-320 ms.

Vaadeldes jooniseid 5 ja 6, on märgata mõningat erinevust kurja ning neutraalse no vMMN-i puhul. Võiks spekuleerida, et kurja no puhul on aktiivsus mõnevõrra suurem. Eriti paistavad erinevat esimeses intervallis 0° kulmudega neutraalne ning kuri omavahel, kuna kurja no puhul paistab olevat positiivsust palju rohkem ning kuklas ka mõnevõrra rohkem negatiivsust. See on huvitav, kuna antud tingimuses erinesid kaks devianti omavahel vaid suu kuju poolest.

SKEMAATILISTE NÄGUDE KULMUNURK

ARUTELU JA JÄRELDUSED

Käesoleva töö eesmärk oli uurida, kas ja kuidas mõjutab kulmude manipuleerimine skemaatiliste nägude puhul subjektiivseid hinnanguid ning aju biopotentsiaale. Samuti uurisime erinevust erinevate emotsionaalsete nägude tajus. Selle väljaurimiseks püstitati töö sissejuhatuses 4 hüpoteesi:

H1: Kulmudega manipuleerimine skemaatilistel nägudel (vastavalt 0, 19° ning 38°) mõjutab enesekohaseid hinnanguid ja aju biopotentsiaale.

Esimese hüpoteesi esimest poolt kinnitas enesekohaste hinnangute analüüs, kus selgus, et nii kurja kui ka neutraalse näo puhul erinesid kolme kulmunurga tingimuses katseisikute poolt antud hinnangud. Antud uuringu põhjal jäi hüpoteesi teine pool kinnitamata, kuna EEG-komponentide amplituude ning latentsiaegu uurides ei selgunud olulisi erinevusi esitatud kulmutingimuste vahel. Taoline tulemus võib olla sõltuv ka sellest, missuguseid parameetreid võrdluseks kasutada. Käesolevas töös uuriti kahe ajaintervalli (100-200 ms ning 180-320 ms) sees esinenud maksimaalseid väljalööke (piike), nende kõige positiivsema ning kõige negatiivsema tipu amplituudi ning esinemisaega. MMN uuringutes kasutatakse ka näiteks keskmist aktiivsust mingis ajaintervallis, otsitakse välja automaatselt piike jne. Kreegipuu ja kolleegide (2013) sarnase katseskeemiga artikkel näitas, et erinevate parameetrite vahel oli suur kokkulangevus, ent võib siiski juhtuda (millele viitab ka ERP kõverate visuaalne vaatlemine), et antud juhul ei olnud piigid kõige tundlikumad ning erinevus ei pruukinud kõige paremini välja tulla. Samuti on varasemalt leitud tõendeid, et emotsioonide eristamine aju tasandil võib toimuda juba enne 100 ms (Palermo & Rhodes, 2007), seega võis siin valitud intervall jääda liiga hiliseks.

H2: Kurja, rõõmsa ja neutraalse näo hinnangud ning esile kutsutud ERP-de amplituudid erinevad teineteisest.

Enesekohaste hinnangute analüüsist selgus, et katseisikute antud hinnangud kurjale, rõõmsale ning neutraalsele näole olid oluliselt erinevad. Omavahel erinesid kõik aspektid, mida mõõdeti: valents, erutuvus, tähelepanu ning strateegia valik. Kurja nägu hinnati valentsi osas negatiivsemaks, neutraalse tulemus jäi pigem keskmise kanti ning rõõmsat hinnati pigem positiivsemaks. Kõige erutavamaks hinnati kurja nägu, neutraalse ning rõõmsa näo erutuvuse tase jäi pigem skaala keskele. Kõige rohkem tõmbas tähelepanu kuri nägu, seejärel neutraalne ning

SKEMAATILISTE NÄGUDE KULMUNURK

kõige vähem rõõmus. Strateegia poolest kasutati pea kõigi antud stiimulite puhul pigem visuaalset strateegiat (kurja puhul jäi keskmine napilt alla 5 palli). Nende tulemuste põhjal võiks öelda, et töös püstitatud teine hüpotees sai osaliselt kinnitust. Samuti hakkab silma kurja näo esilekerkimine teiste stiimulite seast (tõmbas rohkem tähelepanu, oli kõige negatiivsem ning erutavam). See on kooskõlas ka varasemate uuringutega, kus on näidatud kurja näo eelistõtlust (vt Weymar et al., 2011).

Kuri, rõõmus ja neutraalne stiimul erinesid kõik nii 100-200ms kui 180-320ms intervallis oluliselt standardist otsmikupiirkonnas. Varasemas vaadeldud ajaintervallis oli emotsionaalsete nägude poolt esilekutsutud positiivsel väljalöögil varasem latentsiaeg, mis jäi keskmiselt 151-161 ms vahemikku pärast stiimuli esinemist, standardi piik esines keskmiselt 174 ms pärast stiimuli esinemist. Siinkohal oli tegemist ilmselt P200 ERP-ga, millele on omistatud kõrgema taseme tajulist töötlust. See esineb tavaliselt vastuseks visuaalsele stiimulile ning on leitud, et see võiks olla seotud kognitiivse süsteemiga, mis võrdleb sensorset sisendit salvestatud mäluaga (Freunberger, Klimiesch, Doppelmayr & Holler, 2007). Selline varane frontaalne positiivne väljalöök võib olla seega tingitud pigem standardi, kui deviantide töötlustest.

Hilisemas vaadeldud intervallis esines erinevusi standardist samuti otsmikupiirkonnas, kuid seekord negatiivse väljalöögi amplituudi puhul, mida võib tõenäoliselt pidada vMMN-iks. Nii rõõmsa, kurja kui ka neutraalse näo puhul oli negatiivse piigi amplituud suurem, kui standardi poolt tekitatu. Kuna käesolevas töös kasutati kolme erinevat stiimulkategooriat: mittenägu (standard ja target), nägu sisuliselt ilma emotsioonita (neutraalne) ning emotsionaalset sisu sisaldavad näod (kuri ja rõõmus), võib eelneva põhjal öelda, et näod, hoolimata emotsioonist, erinevad mittenäo töötlustest. Omavahelisi erinevusi aga kolme eri emotsiooninäo võrdlusel ei leitud. Väljalöövide amplituudid ning esinemisajad ei erinenud oluliselt teineteisest, seega jääb hüpoteesi teine pool kinnitamata, kuna kolm stiimulit ei erinenud omavahel aju tasandil. Samas võis üldkeskmistatud jooniseid (nt. Joonis 2) jälgides märgata teatud tendentse selle suunas, et neutraalset stiimulit töödeldi emotsiooninägudest (kuri, rõõmus) mõnevõrra erinevalt, mis võiks olla seotud sellega, et kuri ja rõõmus nägu sisaldavad endas tugevamat emotsionaalset sisu.

H3: Suurema kulmunurgaga kurjale näole (vastavalt 38° ning 19°) antakse kõrgemad subjektiivseid hinnangud valentsi ja erutuvuse skaalal ning nende vMMN-i amplituud on suurem, kui 0° kulmudega kurjal näol.

SKEMAATILISTE NÄGUDE KULMUNURK

Kolmanda hüpoteesi esimest poolt kinnitavad enesekohased hinnangud katsejärgses küsimustikus, kust selgus, et kulmunurk mängis olulist rolli kurjale näole antud hinnangutes. Mida suurem oli kulmunurk, seda negatiivsemaks hinnati kurja näo valents, seda erutavam stiimul tundus ning seda rohkem tõmbas ta tähelepanu. vMMN-i amplituude omavahel võrreldes kurja näo tingimustes olulisi erinevusi ei esinenud, seega hüpoteesi teine pool kinnitust ei leidnud. Samas erinesid kõik kurjad stiimulid töötluse poolest mõneti standardist ning kuna nende töötlus oli eelduste kohaselt tähelepanuväline, võiks öelda, et nad kandsid endas piisavat emotsionaalset sisu, et kujundist erineda.

H4: Suurema kulmunurgaga neutraalsele näole (vastavalt 38° ning 19°) antakse kõrgemaid subjektiivseid hinnanguid valentsi ja erutuvuse skaalal ning nende vMMN-i amplituud on suurem, kui 0° kulmudega neutraalsel näol.

Ka neutraalsele näole antud subjektiivsetest hinnangutest selgus, et erineva kulmunurgaga neutraalsele näole anti statistiliselt olulise erinevusega hinnanguid. Suurema kulmunurgaga skemaatilised näod said kõrgemaid subjektiivseid hinnanguid, kusjuures suurem kulmunurk mõjutas neutraalse näo tajumist valentsi osas negatiivsemana, seega sai neljanda hüpoteesi esimene pool kinnituse. Siit võiks järeldada, et V-kujulisi kulmi omistatakse pigem kurjale näole ning need võisid muuta subjektiivsele vaatlejale neutraalse näo kurjemaks. Võrreldes omavahel EEG-andmeid ei esinenud aga olulisi erinevusi kolme kulmutingimuse vahel amplituudides ega latentsis, seega hüpoteesi teine pool jäi kinnitamata. Sarnaselt kurjale näole, erinesid ka neutraalse näo kolm variatsiooni standardist, seega olid nad tõenäolisemalt rohkem "näod", kui standardina esitatud kujund.

Mida eelnevast järeldada?

Käesoleva töö eesmärk oli püüda näidata, et nii minimaalne üksiktunnuse erinevus nagu kulmude nurk võiks mõjutada nägude töötlust aju tasandil. Leidsime kinnitust aga hoopis vastupidisele ideele, et kuigi subjektiivsel tasemel võib tunduda selline muutus oluline emotsiooni tugevuse edasiandmisel, siis aju tasandil ei pruugi nõnda väike erinevus olulist rolli mängida. Siin võiks olla mõju kindlasti sellel, et katsejärgset küsimustikku täideti rohkem teadvustatult ning samuti oli võimalik soovi korral (kuigi eksperimentaatorid seda ei soovitanud) tagasi vaadata juba hinnatud stiimulitele, seega võrdlusmoment oli lihtsam tekkima.

SKEMAATILISTE NÄGUDE KULMUNURK

EEG-katses esitati pilte aga väga kiires tempos ning suurele ekraanile terves ulatuses, ehk üsna keeruline oli sihtmärkstiimulit otsides pöörata teadlikult tähelepanu kogu esineva stiimuli detailidele. Katse ülesehituse poolest oli selline tingimus taotluslik, kuna vMMN-i esilekutsumiseks on tarvis tähelepanuvälist töötlust. Tulemustest selgus, et selline parameeter nagu kulmunurk, ei muuda inimese jaoks vähemalt vMMN-i paradigma puhul kurja näo avastamist eelistatumaks ega kiiremaks. Siinkohal jääb kindlasti õhku küsimus, kas ehk mõni teine tunnus näos defineerib emotsiooni olulisemalt (näiteks suu), mis võib mõjutada seda, et kulnud nii suurt rolli ei mängi. Samas võib olla küsimus ka selles, kuivõrd evolutsiooniliselt oluline on tabada ära vahet kurja või "eriti" kurja näo vahel. Kuna ohtlikuks võivad osutada mõlemad, võib toimuda sel tasandil mõningane üldistus.

Sissejuhatuses sai välja toodud, et Curby, Johnson ja Tyson (2012) leidsid oma uuringus tõendeid emotsionaalse konteksti mõjule holistilises nägude töötluses. Samas on leitud ka vastakaid tulemusi, näiteks Tanaka ja Farah (1993) uurisid näoosade äratundmist eraldiseisvatena ning näo kontekstis ning selgus, et näo kontekst oli vajalik selleks, et üksikut näo osa kergemini ära tunda. Autorid järeldasid sellest, et nägusid töödeldakse pigem holistiliselt, võrreldes teiste objektidega (segaminiaetud näod, majad jms). Ka käesolev töö kinnitab pigem seda ideed, et nägusid töödeldakse tervikuna, mitte üksikute joonte abil.

Lisaks seisnes selle töö eripära selles, et erinevusi leiti pigem frontaalselt saidilt, mis pole visuaalse lahknevusnegatiivsuse puhul kõige tavalisem nähtus. Hoopis levinum on vMMN-i esinemine kuklapiirkonnas (vt Kreegipuu et al., 2013; Stefanics et al., 2012). See on kindlasti aspekt, mida tasuks rohkem uurida, kuna antud juhul võis tegemist olla ka mõne muu protsessiga, kui visuaalne MMN, näiteks standardi töötlustest tingitud aktiivsusega. Frontaalset lahknevusnegatiivsust on varasemalt pigem registreeritud auditoorsete deviantide puhul (vt nt Näätänen ja Terence, 1987). Yamamoto ja Kashikura (1999) võrdlesid ERP-sid tavaliste ning segipaisatud nägude jooniste puhul ning leidsid, et just frontaalpiirkonnast leiti statistiliselt olulise erinevusega positiivseid potentsiaale umbes 135 ms pärast tavalise näo stiimuli esinemist. Oma töös spekuleerivad nad aga, et nägude äratundmine ei toimu tõenäoliselt aju otsmikupiirkonnas, säärane positiivne erinevus on ilmselt seotud fusiformi või madalama temporaalkäärü aktivatsiooniga. Sarnaseid positiivseid aktivatsioone intervallis 130-170 ms

SKEMAATILISTE NÄGUDE KULMUNURK

pärast stiimulit on leidnud ka Astikainen ja Hietanen (2009), kes järeldasid, et see võiks olla seotud varase tähelepanu suunamisega emotsionaalselt olulistele sündmustele.

Tulevikus tasuks kindlasti antud töö jaoks kogutud andmetega täiendavaid analüüse läbi viia ning uurida näiteks, kas emotsiooninägude töötleses leidub sugudevahelisi erinevusi (mõningaid sellekohaseid erinevusi on raporteerinud nt Xu, Yang, Wang, Sun ja Zhao, 2013). Samuti võiks uue katseplaani abil välja selgitada, kas mõni teine näoomadus kannab endas suuremat olulisust emotsiooni edasi andmisel. Reaalsete fotonägu puhul tuleb lisaks kontrolli all hoida stiimulnäo sugu, skeeminägu puhul selle pärast tavaliselt ei muretseta. Samas ei saa välistada, et mõni nägu (nt. ümarate joonte või lahke suu tõttu) võib tunduda katseisikutele rohkem ühest soost, kui teisest (sarnast fenomeni on uurinud näiteks McKelvie, 1993). Kuna käesolevas töös analüüsiti mitme elektroodi aktiivsuse põhjal kokku keskmistatud piirkondi, võiks edaspidi keskenduda ka üksikutele elektroodidele ning nende võrdlusele (kolju keskjoont pidi näiteks Fz, Pz, Oz või lateralisatsiooni uurimiseks kuklapiirkonnas O1, O2) ning uurida, kas see muudab tulemusi. Lisaks võis antud töö tulemusi minimaalselt mõjutada see, et standardstiimuli töötlus keskmistati kahe seeria peale kokku (aluseks võeti see, et reaktsiooniaegade puhul ei erinenud kahe mittenäolise standardi töötlus oluliselt). Siiski tasuks uurida iga deviandi töötlust võrdlusena neile konkreetse seerias vastava standardiga ning välja selgitada, kas sel juhul esinevad suuremad erinevused näiteks kuklapiirkonnas, kuna see on peamine nägemiskeskus ajus. Konkreetne standard on oluline seetõttu, et vMMN-i paradigma aluseks on eeldus, et korduvalt esitatud standardstiimul tekitab mälujälje (Näätänen et al., 2007), millega iga järgnevat sisendit võrreldakse. Seega on kummaski seerias sensoorselt veidi erinev mälujalg, kuid antud töö tulemustest paistab, et toimub ka laiema kategooria (nägu vs mittenägu) järgi võrdlemine.

Kokkuvõte

Kinnitamaks, et katseisikud täitsid ülesannet ning deviantide töötlus oli seeläbi nende jaoks suure tõenäosusega tähelepanuväline, kontrolliti reaktsiooniaegu ning sihtmärgile reageerimisi. Selgus, et sihtmärki tabati keskmiselt 94,06%-l kordadest, seega võib uskuda, et ülesannet täideti keskendunult ning deviantide pigem ignoreeriti, saavutades sellega vMMN-i võimalikult tähelepanuvaba tekkimine. EEG analüüsist leiti olulisi erinevusi standardi ning deviantide töötleses, seega kutsusid antud katses kasutatud stiimulid esile vMMN-i, küll aga pigem frontaalselt ning hilisemas intervallis. Kulmunurk mängis olulist rolli subjektiivsetes hinnangutes,

SKEMAATILISTE NÄGUDE KULMUNURK

kuid aju tasandil mitte. Nendest tulemustest võiks järeldada, et ehk ei ole emotsiooni töötlusel niivõrd oluline üksik detail näos, vaid pigem töödeldakse nägu tervikuna ning üldine emotsionaalne sisu ületab üksikute omaduste tähtsust.

Tänuõnad

Tahaksin tänada oma juhendajaid Kairi Kreegipuud ja Nele Kuldkeppi hariva ning motiveeriva juhendamise eest; Mai Toomi katse programmeerimise eest, Kertu Saart stiimulite töötlemise eest; kaaseksperimentaatorit Liina Juuset toetuse ja abi eest ning kõiki katses osalejaid.

Käesolev töö valmis kolmanda taseme õppekvaliteedi arendamise programmi PRIMUS tegevuse "Uuringute ja analüüside läbiviimine (2008-2015) ajavahemikul 01.01.2009-31.12.2014" raames läbiviidava uuringu "Kõrgkooli akadeemilist toimetulekut mõjutavad tegurid" all.

Programmi rahastas Euroopa Sotsiaalfond, grant nr 3-8.2/60. Eksperimentide läbiviimisel kasutatud materjalid on rahastatud HTM institutsionaalse uurimistoetuse IUT02-13 vahenditest.

KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

- Andrews, T. J., Sormaz, M., Young, A. W. (2013) Contrast negation and the importance of the eye region for holistic representations of facial identity, *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 39(6), 1667-1677.
- Ashwin, C., Wheelwright, S., Baron-Cohen, S. (2006). Finding a face in the crowd: Testing the anger superiority effect in Asperger syndrome. *Brain and Cognition*, 61(1), 78-95.
- Astikainen, P., & Hietanen, J. K. (2009). Event-related potentials to task-irrelevant changes in facial expressions. *Behavioral and Brain Functions*. 5: 30.
- Bell, F. E., Johnson, C., Kirkpatrick, S. W., Perkins, J., Sullivan, L. A. (1996). Interpretation of facial expressions of emotion: the influence of eyebrows, *Genetic, Social and General Psychology Monographs*, 122(4), 407-423.
- Bentin, S., Sagiv, N. (2001). Structural encoding of human and schematic faces: holistic and part-based processes, *Journal of Cognitive Neuroscience*, 13(7), 937-951.
- Borg, G. (1998). *Borg's perceived exertion and pain scales*. Champaign, IL, US: Human Kinetics.
- Csukly, G., Czigler, I., Czobor, P., Stefanics, G. (2011). Processing of unattended facial emotions: a visual mismatch negativity study, *NeuroImage*, 59, 3042-3049.
- Curby, K. M., Johnson, J. K., Tyson, A. (2012). Face to face with emotion: holistic face processing is modulated by emotional state, *Cognition and Emotion*, 26(1), 93-102.
- Dekowska, M., Jaskowski, P., Kuniecki, M. (2008). Facing facts: Neuronal mechanisms of face perception, *Acta Neurobiologiae Experimentalis*, 68, 229-252.
- Fabre-Thorpe, M., Mace, M. J.-M., Rousset, G. A. (2003). Is it an animal? Is it a human face? Fast processing in upright and inverted natural scenes, *Journal of Vision*, 3, 440-455.
- Freunberger, R., Klimiesch, W., Doppelmayr, M & Holler, Y. (2007). Visual P2 component is related to theta phase-locking, *Neuroscience Letters*, 426, 181-186.

SKEMAATILISTE NÄGUDE KULMUNURK

- Gratton, G., Coles, M. G., Donchin, E. (1983). A new method for off-line removal of ocular artifact, *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 55(4), 468-84.
- Jasper, H. H. (1958). The ten-twenty electrode system of the International Federation. *Electroencephalography and clinical neurophysiology*, 10, 371–375.
- Kanazawa, S. (1998). What facial part is important for Japanese monkeys (*macaca fuscata*) in recognition of smiling and sad faces of humans (*homo sapiens*)? *Journal of Comparative Psychology*, 112(4), 363-370.
- 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(714).
- Kukk, G. (2010). *Impact of the ADRA2A promoter polymorphism C-1291G on processing of emotional schematic faces*. Master thesis. University of Tartu.
- Lundqvist, D., Esteves, F., Öhman, A. (1999). The face of wrath: critical features for conveying facial threat, *Cognition & Emotion*, 13(6), 691-711.
- McKelvie, S. J. (1993). Stereotyping in perception of attractiveness, age and gender in schematic faces, *Social Behavior & Personality: An International Journal*, 21(2), 121-128.
- Näätänen, R., Gaillard, A. W. K., Mäntysalo, S. (1978). Early selective-attention effect on evoked potential reinterpreted. *Acta Psychologica*, 42, 313–29.
- Näätänen, R., Terence, P. (1987). The N1 wave of the human electric and magnetic response to sound: a review and an analysis of the component structure, *Psychophysiology*, 24(4), 375-425.
- Näätänen, R., Paavilainen, P., Rinne, T., Alho, K. (2007). The mismatch negativity (MMN) in basic research of central auditory processing: A review. *Clinical Neurophysiology*, 118, 2544–2590.
- Näätänen, R., Pakarinen, S., Rinne, T., & Takegata, R. (2004). The mismatch negativity (MMN): towards the optimal paradigm. *Clinical Neurophysiology*, 115, 140–144.

SKEMAATILISTE NÄGUDE KULMUNURK

- Palermo, R., & Rhodes, G. (2007). Are you always on my mind? A review of how face perception and attention interact. *Neuropsychologia*, *45*, 75–92.
- Saar, K. (2013). Skemaatiliste nägude ja mittenägude automaatne töötlus sõltuvalt nende orientatsioonist: EEG, reaktsioonaja ja subjektiivsete hinnangute võrdlus. Seminaritöö. Psühholoogia instituut. Tartu Ülikool.
- Schröger, E. (1998). Measurement and interpretation of the mismatch negativity. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, *30*(1), 131-145.
- Sibolt, O. (2012). Sündmuspotentsiaalid skemaatiliste näoväljenduste korral. Seminaritöö. Psühholoogia instituut. Tartu Ülikool.
- 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.
- Tipples, J., Atkinson, A., Young, A. (2002). The eyebrow frown: a salient social signal, *Emotion*, *2*(3), 288-296.
- Väljaste, K. (2013). Skemaatiliste emotsiooninägude tajumine: EEG, reaktsiooniaegade ja subjektiivsete hinnangute analüüs. Seminaritöö. Psühholoogia instituut. Tartu Ülikool.
- Weymar, M., Löw, A., Öhman, A., Hamm, A. O. (2011). The face is more than its parts - brain dynamics of enhanced spatial attention to schematic threat. *NeuroImage*, *58*, 946-954.
- 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.
- Xu, Q., Yang, Y., Wang, P., Sun, G., and Zhao, L. (2013). Gender differences in preattentive processing of facial expressions: an ERP Study, *BrainTopography*, *26*, 488–500.
- Yamamoto, S., Kashikura, K. (1999). Speed of face recognition in humans: an event-related potentials study, *NeuroReport*, *10*(17), 3531-3534.

SKEMAATILISTE NÄGUDE KULMUNURK

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.

Annika Kask