

Tartu Ülikool
Sotsiaalteaduste valdkond
Psühholoogia instituut

Meeste ja naiste aju alfa- ja beetasageduse analüüs silmad lahti kontrolltingimusel

Johannes Võhma

Uurimustöö

Juhendaja: Kairi Kreegipuu, PhD

Tartu Ülikool 2019

Meeste ja naiste aju alfa- ja beetasageduse analüüs silmad lahti kontrolltingimusel

Lühikokkuvõte

Käesoleva uurimustöö raames analüüsiti Tartu Ülikoolis tudengite ning kõrgharidusega täiskasvanute (n=92) peal puhkeolekus silmad lahti seisundis mõõdetud EEG andmeid, eesmärgiga leida sugude vahel esinevat erinevust alfasageduste ning beetasageduste esinemises. Andmeanalüüsi tulemusena selgus, et meessoost katseisikute alfasageduste aktiivsus puhkeolekus on madalam kui naissoost katseisikute alfasageduste aktiivsus puhkeolekus. Beetasageduste esinemisel uuriti meeste ja naiste ajupoolkerade sümmeetriat, mille tulemusena selgus, et käesoleva andmevalimi puhul on meessoost katseisikute ajupoolkerade vaheline võrreldud beetasageduste võimsus sümmeetrilisem kui naissoost katseisikute andmevalimi puhul, mis on vastupidine teistes allikates mainitud võrdluste tulemustele.

Märksõnad: EEG, alfasagedused, beetasagedused, võimsus, soopõhine võrdlus, puhkeolek, sümmetria.

Analysis of male and female EEG alpha and beta frequency power in eyes open state

Abstract

This research focused on several EEG measurements conducted in University of Tartu on students and adults (n=92) with higher education in rested state with eyes open. The main objective of this research was to find gender-based differences in the mean activity of alpha and beta wave frequencies in the brain. Our research concluded that based on this sample of data the mean alpha activity in the brain was lower for male subjects compared to female subjects in a rested state. Also, we found that measurements of beta frequency power were more symmetrical in male subjects than female subjects, which contradicts other sources describing an opposite result.

Keywords: EEG, alpha frequency, beta frequency, power, sex-based comparison, rested state, symmetry.

Sissejuhatus

Elektroentsefalograafia ehk EEG on meetod, millega uuritakse inimese peaju bioelektrilisi võnkumisi (Närvikliinik, 2018). Uuringut teostatakse peanahale elektroodide paigutamise, mis mõõdavad erinevatel sagedustel toimuvaid võnkumisi peajas (Närvikliinik, 2018). Mõõtmine on täiesti ohutu, sest vahetu kontakt peajuga puudub (Närvikliinik, 2018). EEG kaudu on võimalik avastada muutuseid inimese ajus ning kasutades saadud andmeid paremini diagnoosida võimalikke häireid (Närvikliinik, 2018). Inimese aju töö bioelektrilises aktiivsuses on pidevast aktiivsustrahvst eristatud mitmeid eeldatavasti mõttekat sisu omavaid töösagedusi: Alfa-, beeta-, gamma-, delta- ja thetasagedusteks (Polunina & Leferova, 2012). Varasemate uuringute põhjal on tekkinud kooskõla erinevatel sagedustel toimuvate võnkumiste ning inimese oleku vahel, näiteks alfavõnkumiste rohkus viitab inimese puhkeseisundile (Polunina & Leferova, 2012). Beetavõnkumised on seotud inimeste liigutustega – tehes midagi vaba tahte alusel beetavõnkumiste arv väheneb ning pärast tegevuse lõppemist see järsult tõuseb (Sanders, 2018). Gammavõnked on viiest kõige kiiremad ning on seotud töömälu ja tähelepanuga (Xiaoxuan & Kohn, 2011). Deltasagedused on seotud motivatsiooniga ning esinevad bioloogiliste vajaduste rahuldamisel, kuid ka näiteks unes. (Knyazev, 2007). Thetasagedust seostatakse mälu ja emotsionaalse regulatsiooniga (Knyazev, 2007). Meeste- ja naiste EEG mõõtmistulemuste põhjal koostatud profiilidel on täheldatud baaserinevusi, mis on meestele ja naistele omased (Arns, Olbricht & van Butten, 2018). Viimastel aastatel on ilmunud teadusartikleid aju bioenergiliste ülekannete profileerimisest soo põhjal, kus on keskendunud üksikutele signaalidele ja nähtustele (Bourisly & Shuaib, 2018). Meestele on omasem ühe- või teise ajupoolkera eelistuslik kasutamine erinevate ülesannete tegemiseks, samal ajal kui naiste puhul esineb sümmeetrilisem kasutusaktiivsus, kus ülesannete lahendamine toetub mõlemale ajupoolkera struktuuridele (Wogan, Kaplan, Moore, Epro & Harner, 2009). Juhul kui soopõhised erinevused on elektrofüsioloogilisel tasemel olemas, võib see omada olulist rolli mõistmaks soopõhist käitumist, bioloogilisi mõjutusi ning üleüldist ajutalitust (Bourisly & Shuaib, 2018) Varasemad katsed pole leidnud erinevusi geograafilise paiknemise osas (Ameerika Ühendriigid, USA ja Austraalia võrdluses), kuid on leidnud vanuselise pingutuse osas (Paul, Gunstad, Nicholas, Cooper, Williams, Clark, Cohen, Lawrence & Gordon, 2007).

Alfasageduste puhul on täheldatud, et nad käituvad kui mürasummutajad nii teadlikult keskendudes kui ka loomuliku tegevusetuse puhul, kuid sõltuvalt valdkonnast on teadusuurijatel erinevas seisukohad dominantsuse poolepealt, kus kognitiivpsühholoogia uurijad rõhutavad teadlikku keskendumist ning afktiivse neuropsühholoogia uurijad rõhutavad loomulikkude puhkeseisundisse sattumise tähtsust (Uusberg, Uibo, Kreegipuu & Allik, 2013). Alfasageduste asümmeetriline esinemine on seotud afktiivsete ja motivatsiooniliste protsessidega ning omab mõju tuju- ja ärevushäirete esinemisele ning frontaalpiirkonnas esinevale alfasageduste asümmeetria on korreleerunud meesoost katseisikute neurootilisusega, kuid mitte naissoost katseisikute puhul (Uibo, Uusberg, Kuldkepp, Kreegipuu, & Allik, 2014). Erinevalt alfasagedustest, mis on seotud tähelepanuga, on beetasagedused seotud kognitiivsete ülesannete täitmisega (Ray & Cole, 1985). Varasemates uuringutes on täheldatud positiivse ja negatiivse emotsionaalse seisundi mõju beetasageduste esinemisele paremas ajupoolkeras, kus positiivse meeoleolu puhul oli beetasagedusi rohkem esindatud kui negatiivse (Ray & Cole, 1985) Uuringused on leidnud, et kõrged beetasagedused soosivad uue informatsiooni meeldejätmist ning on seotud ekstravertsusega (Küssner, de Groot, Hofman & Hillen, 2016). 8-12 aastaste poiste ja tüdrukute EEG uuringus, mille käigus uuriti AD/HD tähelepanuhäire mõju bioelektrilisele funktsioneerimisele tuvastati selgelt erinev profiil sageduste esinemisel soo põhjal (Dupuy, Barry, Clarke, McCarthy & Selikowitz, 2019). 57-65 aastaste katseisikute peal tehtud uurimus alfa- ja deltasageduste esinemise kohta unetsüklites ilmnis, et kui üleüldiselt on naiste alfasageduste esinemine suurem kui meestel, siis magades sõltub alfasageduste esinemine konkreetsest unetsüklisest ning teatud tsüklite puhul erinevus puudub (Latta, Leproult, Tasali, Hofmann & Cauter, 2005).

Käesoleva tööga soovin uurida sugude vahel esinevaid erinevusi Tartu Ülikoolis läbiviidud EEG katse mõõtmistulemustes ning püstitan kaks hüpoteesi.

Hüpotees 1 – Alfasageduste keskmine väärtus on naistel kõrgem kui meestel.

Hüpotees 2 – Beetasageduste võimsus jaotub naissoost katseisikute puhul sümmetrilisemalt ajupoolkerade vahel kui meessoost katseisikute puhul.

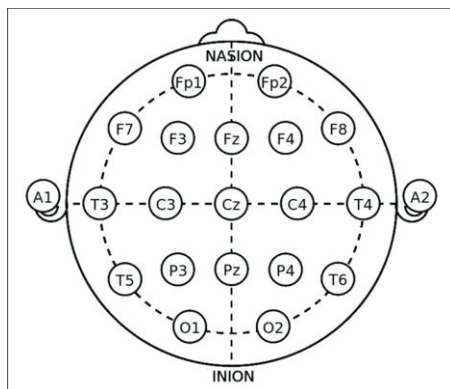
Metoodika

Käesoleva uurimustöö raames kasutatavad andmed on kogutud perioodil 2008-2018 Tartu Ülikooli eksperimentaalpsühholoogia laboris. Andmed on kogutud elektroentsefalograafia katse raames ning moodustunud katsegrupp koosneb 92 katseisikust, kes on peamiselt nooremad täisealised isikud, kes olid katse tegemise ajal Tartu Ülikooli õppivad tudengid või sama asutusega seotud kõrgharidusega täiskasvanud. Andmed kirjeldavad EEG töötlussageduste suhtelisi osakaale silmad lahti tingimustel kahe minuti pikkuse ajavahemiku jooksul. Andmete uurimiseks kasutatakse tarkvaraprogrammi Brain Products Analyzer 2.1. Läbiviidud katsed olid kooskõlastatud eetikakomisjoniga.

Andmete puhastamine ja kategoriseerimine

Töö valiidsuse tagamiseks teostati enne analüüsi käsitlevate andmete kategoriseerimine ning puhastamine. Andmete puhul uuriti kahte erinevat kategooriat – alfavõnkeid sagedustel 7-13 Hz ning beetavõnkeid sagedustel 13-32 Hz. Puhastamine viidi läbi elektroodi täpsusega, et tagada võimalikult täpne tulemus olemasolevate andmetega. Puhastamine toimus mõõtmistulemuste arväärtuse alusel, kuskohas ühe elektroodi mõõtmistulemuse väärtus pidi olema suurem kui null, kuid mitte rohkem kui kolm standardhälvet. Esimese hüpoteesi kontrollimiseks moodustati kaks andmegruppi soo põhjal. Teise hüpoteesi kontrollimiseks moodustati grupp nendest elektroodidest, mis mõõdavad võnkeid vasakus poolkeral vastavalt 10-20 süsteemile.

10-20 süsteem elektroodide paigutamiseks



Uurimustöö läbiviimisel on oluline 10-20 süsteemi elektroodide valim, et tagada täpsus vasak- ja paremajupoolkera elektrilise aktiivsuse mõõtmisel. Parema ajupoolkera elektrilise aktiivsuse mõõtmiseks kasutan järgmiste tunnustega elektroodide mõõtmistulemusi: O2, F8, FP2, F4, C4 ja P4. Parema ajupoolkera elektrilise aktiivsuse mõõtmiseks kasutan järgmiste tunnustega elektroodide mõõtmistulemusi: O2, F8, FP2, F4, C4, P4.

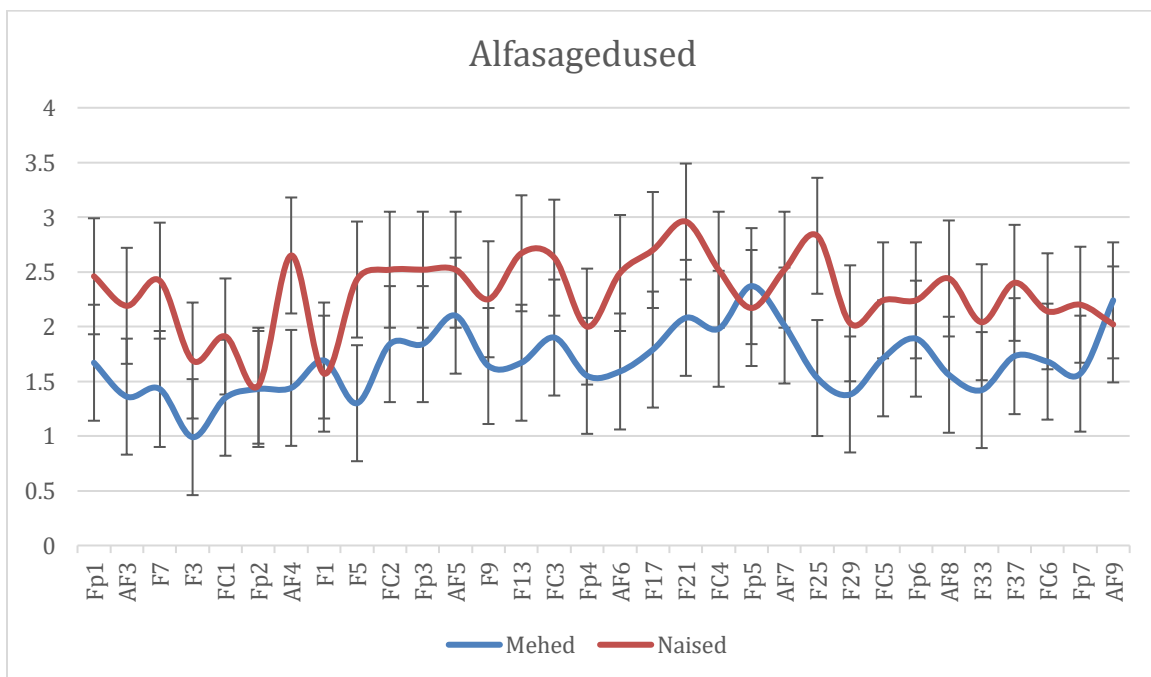
Pilt 1.1 10-20 elektroodide paigutus (Rojas et al, 2018).

Andmete analüüs sageduskategooriates

Alfasagedused

Alfasageduste leidmiseks oleme sorteerinud algandmetest välja elektrivõnked, mis on mõõdetud sagedustel 7 kuni 13 Hz. Käesoleva hüpoteesi uurimiseks kasutan kõikidest elektrootidest saadud andmeid ning pärast grupeerimist ja puhastamist võrdleme meessoost ning naissoost katseisikute mõõtmistulemusi. Suguline jaotus andmetes oli ebavõrdne: katseisikutest kolmkümmend kolm on meessoost ning viiskümmend üheksa naissoost. Meessoost grupi keskmine võngete amplituudi võimsus puhastatud mõõtmistulemuste põhjal oli 1.68 mikroV². Naissoost grupi keskmine võngete amplituudi võimsus puhastatud mõõtmistulemuste põhjal oli 2.31 mikroV². Käsitletavate andmete standardhälve on 0.53 mikroV².

Analüüsi tulemusena näitavad, et kolmekümne kahest elektrooti mõõtmiste tulemuste keskmisest on naissoost katseisikute alfasagedus kõrgem kahekümne üheksal korral võrreldes meessoost katseisikutega. Meessoost katseisikutel on täheldatud kõrgemat alfasageduste hulka kolmel elektrootil (C3, CP6 ja Cz) ning see jääb standardhälve piiresse. Kõige kõrgemad erinevused esinevad elektrootidel C4, T7 ja CP1, kus erinevuse väärtus on suurem kui kaks standardhälbe vahemikku.

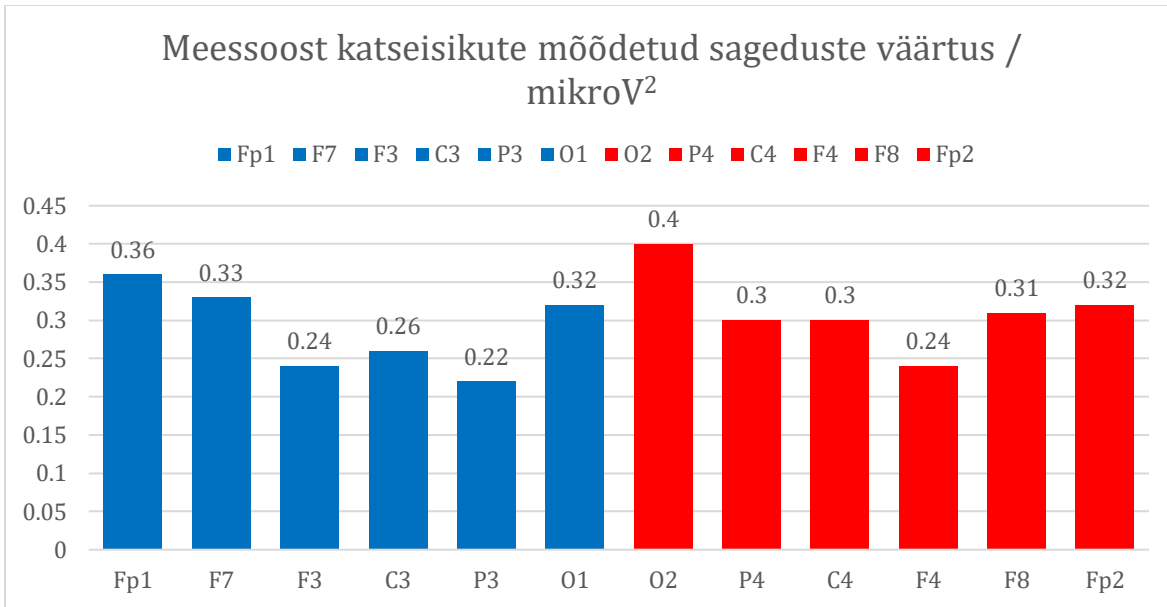


Graafik 1.1 näitab alfasageduste keskmist arvvaartust erinevate elektroodide kaupa. Graafikule on kantud ka standardhälve vahemik tähtsamate erinevuste märkamiseks.

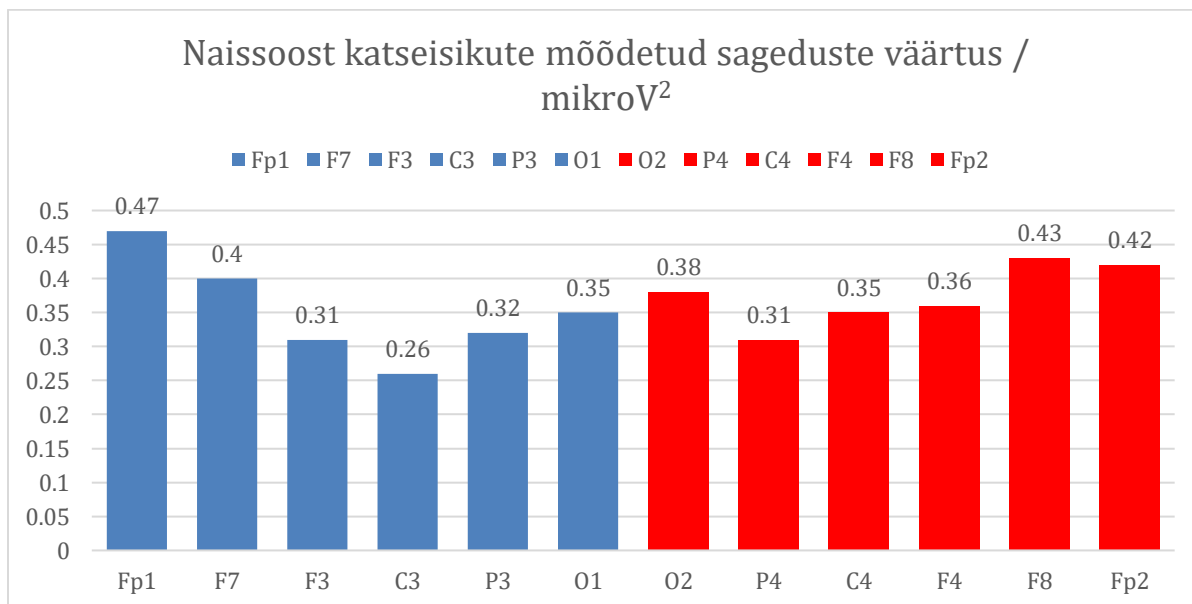
Beetasagedused

Beetasageduste leidmiseks oleme sorteerinud algandmetest välja elektrivõnked, mis on mõõdetud sagedustel 13 kuni 32 Hz. Käesoleva hüpoteesi uurimiseks kasutan kokku 6 elektroodi andmeid vasaku ajupoolkera kohalt ning 6 elektroodi andmeid parema ajupoolkera kohalt, mis paigutuvad rahvusvahelise 10-20 süsteemi järgi: vasaku ajupoolkera kohal (O2, F8, FP2, F4, C4 ja P4) ning parema ajupoolkera kohal (O1, F7, Fp1, F3, C3 ja P3). Uurides beetasageduste erinevust paremas ajupoolkeras, kasutan asukohapõhiselt mõõtmise ajal paremal pool pead asuvate elektroodide andmeid, millest lahutame vasaku poolkera kohal. Pärast sorteerimist jagame andmed kahte gruppi katseisikute sugude järgi. Hüpotees vastab tõele, kui meessoost katseisikute parema ning vasaku ajupoolkera beetasageduste võrdluse erinevus on väiksem kui naissoost katseisikute parema ning vasaku ajupoolkera beetasageduste võrdlus.

Analüüsi tulemusena näitavad, et kaheteistkümne elektroodi mõõtmiste tulemuste keskmisest on naissoost katseisikute grupi beetasagedus kõrgem üheteistkümnel korral. Meessoost katseisikute grupi puhul täheldati naissoost kõrgemat beetasageduste võimsust ühe elektroodi puhul (Tunnus O2). Kõige kõrgemad erinevused meessoost katseisikute puhul esinevad elektroodide O1-O2 ning P3-P4 puhul (keskmine erinevus 0.08 mikroV^2). Kõige väiksem erinevus esines F3-F4 elektroodide poolt mõõdetud võimusest. (keskmine erinevus 0.00 mikroV^2). Standardhälve on 0.05 mikroV^2 .



Tabel 1.1 kujutab meessoost katseisikute peal mõõdetud keskmine võimsus: sinine kujutab vasakut ajupoolkera, punane paremat ajupoolkera.



Tabel 1.2. naissoost katseisikute peal mõõdetud keskmine võimsus: sinine kujutab vasakut ajupoolkera, punane paremat ajupoolkera.

Naissoost katseisikute ajupoolkerade beetasageduse võimsuse võrdluses selgub, et kõige väiksem erinevus esineb P3-P4 elektrootidide vahel (erinevus 0.01 mikroV²) ning kõige suurem F3-F4 vahel (erinevus 0.12 mikroV²). Standardhälve on 0.05 mikroV².

	VASAKPOOLSED ELEKTROODID	PAREMPOOLSED ELEKTROODID	ERINEVUS (P-V)
Meessoost katseisikute keskmine / mikroV ²	0.288	0.285	-0.003
Naissoost katseisikud keskmine / mikroV ²	0.352	0.400	0.048

Tabel 1.3. Meessoost ja naissoost katseisikute ajupoolkerade keskmised beetasageduste võimsused koos erinevusega.

Tabel 1.3 viitab selgelt asjaolule, et meessoost katseisikute beetasageduste võimsus vasakus ja paremas ajupoolkeras on sümmeetrilisem kui naissoost katseisikutel.

Tulemused ja arutelu

Käesoleva uurimustöö raames analüüsisime Tartu Ülikooli eksperimentaalpsühholoogia laboris mõõdetud EEG andmeid, mis olid mõõdetud tudengite või ülikooliga seotud kõrgharidusega täiskasvanutest katseisikute peal (n=92). Mõõdetud andmetest kasutasime puhastatud silmad lahti faasis mõõtmistulemusi. Uurimustöö käigus keskendusime kahele EEG sageduskategooriale: alfasagedused vahemikus 7-13 Hz ning beetasagedused vahemikus 13-32 Hz, mis osutusid valituks lähtuvalt uurimustöö alguses püstitatud hüpoteesidele.

Alfasageduste esinemine meessoost ja naissoost katseisikutel

Esimene püstitatud hüpotees väitis, et meessoost katseisikute bioelektrilised alfasagedused on keskmiselt madalamad kui naissoost katseisikute bioelektrilised alfasagedused. See hüpotees sai kinnitust antud uurimustöö raames. Meessoost katseisikute (n=33) mõõdetud keskmine alfasagedus oli 1.68 mikroV², samal ajal kui naissoost katseisikute (n=59) mõõdetud keskmine alfasagedus oli

2.31 mikroV². Käsitletavate andmete standardhälve on 0.53 mikroV² ning meessoost ja naissoost katseisikute vaheline erinevus on suurem kui keskmine standardhälve. Uurimustöö tulemusena saadud andmed korreleeruvad sarnaste uurimustöödega, kus on täheldatud naissoost katseisikute kõrgemat keskmist alfasageduste esinemist võrreldes meessoost katseisikutega. Siinkohal saab tuletada, et antud uurimustöös kasutatud andmete valim viitab antud populatsiooni esinduslikkusele ning samadel andmetel on võimalik ka edaspidi spetsiifilisemaid uurimusteemasid uurida, mis puudutavad EEG sageduste kasutamist.

Beetasageduste sümmeetrilisuse esinemine

Uurimustöö käigus püstitatud teine hüpotees, mis käsitles beetasageduse võimsuse sümmeetrilisemat esinemist naissoost katseisikute puhul võrreldes meessoost katseisikutega, uurimustöö tulemusena kinnitust ei leidnud. Võrreldes meeste ja naiste vasaku ja parema poolkera beetasageduste võimsuste erinevust selgub, et meessoost katseisikute puhul on esinenud võimsused poolkerade võrdluses oluliselt ei erinenud. Kasutatud andmete põhjal selgus, et meessoost katseisikute vasaku ajupoolkera keskmine beetasageduste võimsus oli 0.288 mikroV² ning parema ajupoolkera keskmine beetasageduste võimsus 0.285 mikroV². Naissoost katseisikute vasaku ajupoolkera keskmine beetasageduste võimsus oli 0.352 mikroV² ning parema ajupoolkera keskmine beetasageduste võimsus oli 0.4 mikroV². Mestsoost katseisikute peal mõõdetud vasakpoolse ning parempoolse ajupoolkera keskmine erinevus beetasageduste võimsuses oli 0.003 mikroV². Naissoost katseisikute puhul osutus parempoolse ja vasakpoolse beetasageduste võimsuse erinevuseks 0.408 mikroV². Võrreldes erinevusi ilmneb, meie meessoost katseisikute (n=33) keskmine mõõdetud beetasageduste võimsuse erinevus ajupoolkerade vahel on väiksem, mis tagab meessoost katseisikute andmete põhjal parema sümmeetria kui naissoost katseisikute (n=59) vahel.

Arutelu ja tulemused

Käesoleva uurimustöö põhjal analüüsisime EEG andmeid keskendudes alfa- ja beetasageduste erinevustele meeste ja naiste valimite vahel. 92 EEG katse tulemuste põhjal leidsime kinnitust, et meessoost ja naissoost katseisikute tulemuste vahel esineb märkimisväärseid erinevusi nii sageduse esinemise keskmise võimsuse näol kui ka sageduste võimsuse sümmeetrilise esinemise näol. Alfasageduste võimsuse puhul võrdlesime keskmist sageduste võimsuse erinevust meeste ja naiste vahel, kus esines kooskõlas püstitatud hüpoteesiga nähtus, kus naissoost katseisikute keskmine alfasageduste võimsus ajus oli kõrgem kui meessoost katseisikute puhul, mis kinnitas ka püstitatud hüpoteesi. Teise hüpoteesina käsitlesime beetasageduste võimsuse sümmeetrilist esinemist meessoost ning naissoost katseisikute puhul, kus varasemalt uuritud andmete põhjal esineb naissoost katseisikute puhul rohkem sümmeetriline sageduste võimsuse avaldumine kui meessoost katseisikute puhul. Hüpoteesi tõestamiseks uurisime nii meessoost kui ka naissoost katseisikute vasaku ja parema ajupoolkera beetasageduste võimsuse erinevusi tuvastamiseks, kummast soost katseisikute puhul esineb beetasagedus ühtlasemalt mõlemas ajupoolkeras. Erinevalt varasemalt läbiviidud võrdluste tulemustele, kus esines sümmeetrilisemad mõõtmistulemused naissoost katseisikute puhul, osutus meie andmete põhjal sümmeetrilisemaks meessoost katseisikute ajupoolkerades mõõdetud beetasageduste võimsus. Autor selgitab seda nähtust asjaoluga, et meessoost katseisikute valim on üsna väike ($n=33$) ning seetõttu võis siinkohal esineda suurem hulk anomaaliaid kui naissoost katseisikute valim. Käesoleva uurimustöö piirangud on mitmekülgne EEG andmete uurimine iga lainesageduse kohapealt. Autor usub, et tulevikutööd võivad keskenduda erinevate sagedusvahemike mitmekülgesele analüüsimisele, kus uuritakse lisaks keskmise võimsuse nähtustele sugude vahel ja ajupoolkerade vahel ka elektroodi täpsusega, mis annab parema ja täpsema arusaama, kuidas sugude põhine bioelektriline profiil esineb.

Viited kirjandusele

Arns, M., Olbrich, S., Putten, M. V. (2018). Predicting sex from brain rhythms with deep learning. *Scientific Reports* 8(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-018-21495-7>

Bourisly, A. K., Shuaib, A. (2018). Sex differences in electrophysiology: P200 event-related potential evidence. *Transnational Neuroscience*, 72(1). <https://doi-org.ezproxy.utlib.ut.ee/10.1515/tnsci-2018-0013>

Dupuy, F. E., Barry, R. J., Clarke, A. R., McCarthy, R., & Selikowitz, M. (2013). Sex differences between combined and inattentive types of attention-deficit/hyperactivity disorder: An EEG perspective. *International Journal Of Psychophysiology*, 89(3), 320-327. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2013.04.004>

Knyazev, G. G. (2007). Motivation, emotion, and their inhibitory control mirrored in brain oscillations. *Biobehavioral Reviews*, 31(3), 377-395.

Küssner, M. B., de Groot, A. M. B., Hofman, W. F., & Hillen, M. A. (2016). EEG beta power but no background music predicts the recall scores in a foreign-vocabulary learning task. *PloS One*, 11(8).

Latta, F., Leproult, R., Tasali, E., Hofmann, E., Cauter, E. V. (2005) Sex Differences in Delta and Alpha EEG Activities in Healthy Older Adults. *Sleep*, Pages 1525-1534. <https://doi.org/10.1093/sleep/28.12.1525>

Li, Ling. (2010). The Differences among Eyes-Closed, Eyes-Open and Attention States: An EEG Study

Paul, R. H., Gunstad, J., Cooper, N., Williams, L. M., Clark, C. R., Cohen, R. A., Lawrence, J. J., Gordon, E. (2007) Cross-cultural assessment of neuropsychological performance and electrical brain function measures: additional validation of an international brain database. *International Journal of Neuroscience*, 117:4, 549-568, DOI: [10.1080/00207450600773665](https://doi.org/10.1080/00207450600773665)

Polunina, A.G., Lefterova, N.P. (2012). Gender differences in resting state electroencephalography characteristics. *Current Trends in Neurology*. 6. 51-60

Ray, W. J., Cole, H. W. (1985). EEG alpha activity reflects attentional demands, and beta activity reflects emotional and cognitive processes. *Science* 228: 750–752. PMID: 3992243

Rojas, G., Alvarez, C., Montoya, M. C., Vaya, M., Cisternas, J., Gálvez, M. (2018). Study of Resting-State Functional Connectivity Networks Using EEG Electrodes Position As Seed. *Frontiers in Neuroscience*, 12. 10.3389/fnins.2018.00235.

Sanders, L. (2018). *Science News*, 193 (6), 16-17.

Tartu Ülikooli Kliinikum, Närvikliinik. (Külastatud 28.09.2018)

Uibo, H., Uusberg, A., Kuldkepp, N., Kreegipuu, K., & Allik, J. (2014). Men are easier to read: Frontal alpha asymmetry reveals Neuroticism, but only in men. *Personality and Individual Differences*, 60, S61.

Uusberg, A., Uibo, H. Kreegipuu, K., & Allik, J. (2013). EEG alpha and cortical inhibition in affective attention. *International Journal of Psychophysiology*, 89(1), 26-36. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2013.04.020>

Wogan, M., Kaplan, C. D., Moore, S. F., Epro, R., Harner, R.N. (1979) Sex Difference and Task Effects in Lateralization of EEG-Alpha, *International Journal of Neuroscience*, 8:4, 219-223, DOI: [10.3109/00207457909150398](https://doi.org/10.3109/00207457909150398)

Lisad

Tabel 1. Beetasagedused

	M grupi keskmine / mikroV ²	N grupi keskmine / mikroV ²	Erinevus / mikroV ²	t- väärtus
Fp1	0.36	0.47	-0.11	-2.08
AF3	0.25	0.35	-0.10	-1.95
F7	0.33	0.40	-0.07	-1.99
F3	0.24	0.31	-0.07	-1.97
FC1	0.22	0.28	-0.06	-2.00
FC5	0.26	0.33	-0.07	-2.12
T7	0.27	0.44	-0.17	-1.98
C3	0.26	0.26	0.00	-2.98
CP1	0.24	0.25	-0.01	-1.89
CP5	0.18	0.31	-0.13	-2.05
P7	0.30	0.42	-0.12	-1.94
P3	0.22	0.32	-0.10	-2.06
Pz	0.22	0.26	-0.04	-1.86
PO3	0.25	0.30	-0.05	-2.02
O1	0.32	0.35	-0.03	-2.02
OZ	0.27	0.34	-0.07	-1.91
O2	0.24	0.38	-0.14	-2.03
PO4	0.24	0.36	-0.12	-2.01
P4	0.30	0.31	-0.01	-2.62
P8	0.27	0.47	-0.20	-1.98
CP6	0.35	0.39	-0.04	-1.81
CP2	0.25	0.31	-0.25	-2.06
C4	0.30	0.35	-0.05	-1.82
T8	0.40	0.49	-0.40	-2.05
FC6	0.28	0.33	-0.05	-1.79
FC2	0.26	0.33	-0.07	-2.15
F4	0.24	0.36	-0.12	-1.94
F8	0.31	0.43	-0.12	-2.03

AF4	0.36	0.44	-0.08	-2.10
Fp2	0.32	0.42	-0.10	-2.08
Fz	0.27	0.27	0	0
Cz	0.21	0.30	-0.09	-2.01

Tabel 2. Alfasagedused

	M grupi kesmine / mikroV ²	N grupi keskmine / mikroV ²	Erinevus / mikroV ²
Fp1	1.67	2.46	-0.79
AF3	1.36	2.19	-0.83
F7	1.43	2.42	-0.99
F3	0.99	1.69	-0.7
FC1	1.35	1.91	-0.56
FC5	1.43	1.46	-0.03
T7	1.44	2.65	-1.21
C3	1.69	1.57	0.12
CP1	1.3	2.43	-1.13
CP5	1.84	2.52	-0.68
P7	1.84	2.52	-0.68
P3	2.1	2.52	-0.42
Pz	1.64	2.25	-0.61
PO3	1.67	2.67	-1
O1	1.9	2.63	-0.73
OZ	1.55	2	-0.45
O2	1.59	2.49	-0.9
PO4	1.79	2.7	-0.91
P4	2.08	2.96	-0.88
P8	1.98	2.52	-0.54
CP6	2.37	2.17	0.2
CP2	2.01	2.52	-0.51
C4	1.53	2.83	-1.3
T8	1.38	2.03	-0.65
FC6	1.71	2.24	-0.53
FC2	1.89	2.24	-0.35
F4	1.56	2.44	-0.88
F8	1.42	2.04	-0.62
AF4	1.73	2.4	-0.67
Fp2	1.68	2.14	-0.46
Fz	1.57	2.2	-0.63
Cz	2.24	2.02	0.22

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.

Johannes Võhma