

Tartu Ülikool
Sotsiaalteaduste valdkond
Psühholoogia instituut

Elis Loog

Korduskatse: pupilli suuruse muutumine tähelepanu haardeulatuse vahetumisel

Uurimustööprojekt

Juhendajad: Martin Kolnes, Andero Uusberg

Jooksev pealkiri: Pupilli suuruse muutumine tähelepanu haardeulatuse vahetumisel

Tartu 2021

Korduskatse: pupilli suuruse muutumine tähelepanu haardeulatuse vahetumisel**Kokkuvõte**

Käesoleva eksperimendi eesmärgiks oli uurida lähemalt tähelepanu haardeulatuse muutumise ning pupilli omavahelisi seoseid. Kordasime eelnevalt läbiviidud katset, kus leiti osaliselt kinnitust, et peale laia tähelepanu haardeulatuse induktsiooni on pupill laiem, kui peale kitsa tähelepanu ulatuse manipulatsiooni. Siinses katses muudeti tähelepanu haardeulatust üksteise sees olevate ringidega, millele järgnes manipulatsiooni efektiivsust hindav tuvastusülesanne. Uuringu valimi moodustasid 25 inimest (24% mehed, 76% naised; keskmine vanus $M = 25,9$; $SD = 5,49$). Eeldati, et muutused tähelepanu haardeulatuse ülesandes aitavad efektil paremini avalduda, ent pigem toimis manipulatsioon nõrgemini, sest reaktsiooniajad kui ka veamäärad suurenesid. Selgus, et vaimne pingutus võib oletatust rohkem sekkuda tähelepanu haardeulatuse efektide esile tulemisel. Oodatud seosed pupilli suuruse ning tähelepanu haardeulatuse vahel avaldusid tendentsi tasemel ning olid samasuunalised varasemalt avaldatud uuringutega. Seega on käesoleva uurimistöö tulemused kooskõlas võimalusega, et tähelepanu haardeulatuse muutumine mõjutab pupilli suurust.

Märksõnad: Tähelepanu haardeulatus, pupilli suurus, ruumitähelepanu

Replication experiment : breadth of attention manipulation and observed changes in pupil**Abstract**

The aim of this project was to repeat previously conducted research that partially confirmed that the pupil is more dilated after broad breadth of attention manipulation than after narrow attentional breadth. In this experiment, attentional breadth was manipulated with a spatial acuity task which contained empty circles placed inside another, the induction effect was measured by an immediately followed detection task. 25 people participated in the current study (24% men, 76% women; mean average age $M = 25,9$; $SD = 5,49$). It was expected that adjustments made in the attention task will help effects to be more visible in the detection task. However, manipulation effects weakened — visual acuity decreased and temporal acuity increased. These findings suggest that mental effort may be more involved than it was previously thought. This experiment discovered possible connections between different attentional breadth conditions and pupil size on a tendency level. It aligns with previously published researches results; therefore given research can refer to the possibility that the breadth of attention influences the size of the pupil.

Keywords: Spatial attention, breadth of attention, pupil size, spatial acuity task

Sissejuhatus

Ümbritsev keskkond sisaldab väga palju informatsiooni, mida on võimalik meelte abil vastu võtta. Tõsiasi on see, et töötlusressursid on piiratud ning saame keskenduda ainult valitud aspektidele. Tähelepanu ülesandeks ongi seesugune selektsioon. Visuaalne ruumitählepanu on üks selektiivse tähelepanu mehhanisme, mis filtreerib saabuvat informatsiooni visuaalselt tajuväljalt (Aru ja Bachmann, 2009). Muuhulgas toimub see protsess läbi tähelepanu haardeulatuse muutumise (*visual scaling*), mille käigus laiendatakse või kitsendatakse tähelepanu fookust lähtuvalt vajadusest (Navon, 1997). Üks enim kasutatud mudel seoste kirjeldamiseks on Eriksen ja James (1986) suumobjektiivil lähenemine (*zoom lens*), kus vastavalt vajadusele korrigeeritakse tähelepanu ulatust laiaks või kitsaks. Mõlemal juhul on rõhuasetus ja tulemus erinev, sest valitseb pöördvõrdeline seos tähelepanu ulatuse ja teravuse ehk visuaalse eristusvõime vahel. Mainitud suumobjektiivil mudeli kohaselt laial haardeulatuse suurenemine suurendab visuaalset tähelepanu ala, kuid töötlusvõimekus ning teravus langeb, kitsa fookuse korral on võimendunud detailide märkamise ja teravus, sest kognitiivne ressurss koondub väiksemale alale (Eriksen ja James 1986).

Tähelepanu haardeulatus võib muutuda endogeensete tegurite nagu vaimne pingutus, individuaalsed eripärad (vanus, haigused) mõjul kui ka väliste tajuväljale faktorite (stiimuli suurus, kaugus keskpunktist ja üksteisest) muutumise tulemusel (Lawrence, Edwards, Talipski, Goodhew, 2020). Antud uurimuse fookuseks on välised ehk tähelepanu haardeulatuse tajulised mõjutajad.

Pupilli suurus ja tähelepanu haardeulatus

Peamiselt on pupilli suuruse muutumine seotud valguse või stiimuli kauguse vaheldumisega. Valguse refleksi (*pupil light reflex*) põhjustab pupilli kitsenemise valguse heledamaks muutumisel ja vastupidine ilmneb vastukaaluks valguse vähenemisele. Kitsenemine toimub ka lähedale vaatamisel (*pupil near reflex*) ning jällegi kaugusesse vaatamisel pupill suureneb (Mathot 2018, 2020). Lisaks võib pupilli suurus muutuda ka endogeensete protsesside mõjul. Näiteks suurendavad pupilli kognitiivsed protsessid - vaimne pingutus ja afektiivsed protsessid nagu tugev emotsioon või erutus (Kahneman & Beatty, 1966, Hess & Polt 1960 viidatud Mathot, 2018 kaudu; Van der Wel & van Steenbergen, 2018).

Hiljuti on pakutud, et pupilli laienemine ja ahenemine võivad panustada visuaalsesse tajusse erineval moel (Mathot, 2018, 2020). Mathot (2018;2020) kirjeldab, et väiksem pupilliava on kasulik kui tuleb objekte omavahel eristada, samas laienenud pupill on eeliseks stiimulite avastamisel. Väiksem pupill kasutab nägemisvälja keskosa eelist, mis seisneb paremas nägemisteravuses ja minimaalses nägemismoonutuses, kuid järeleandmine tehakse valgustundlikkuses. Seevastu suurenenud pupill lubab silma rohkem valgust, mis lisab valgustundlikkust, kuid vähendab selle arvelt nägemisteravust.

Seega võiks tähelepanu haardeulatusel olla ühisosa ja isegi samasuunaline seos pupilli suuruse muutusega. Pupill võiks olla suurem laial tähelepanu haardeulatusel, sest neid mõlemaid on seostatud suurema visuaalse tundlikkuse kuid vähenenud nägemisteravusega. Seevastu pupill võiks väiksem olla kitsa tähelepanu ulatuse juures, sest mõlemaid on seostatud suurema nägemisteravusega (Mathot, 2018; 2020). Mõned empiirilised uuringud viitavad samuti seosele pupilli suuruse ja tähelepanu haardeulatuse vahel (Daniels jt, 2012; DiCriscio jt, 2018). Daniels jt (2012) leidsid, et pupill oli peale laia tähelepanu haardeulatuse manipulatsiooni suurem kui peale kitsa tingimuse manipulatsiooni. Ka DiCriscio jt (2018) näitasid, et pupill on suurem kui katseisikud keskenduvad hierarhilise stiimuli globaalsele tasandile (üldisele vormile) võrreldes sellega, kui katseisikud keskendusid stiimuli üksikutele detailidele.

Seos pupilli muutumise ja tähelepanu haardeulatuse vahel leidis kinnitust ka Kippasto, Uusberg ja Kolnes (2020) uurimistöös, kus adresseeriti üht eelnevate uuringute metodoloogilisi probleemi. Nimelt Kippasto jt (2020) uuringus esitati stiimuleid nägemisvälja keskel (paiknemine maksimaalselt 7° ekraani keskkohast võrreldes 13° Daniels jt (2012) uuringus), et vähendada võimalikke sekkuvaid mõjusid, mis võiks tuleneda vaimsest pingutusest või stiimuli kauguse automaatsest kohandumisest (*pupil near reflex*). Nimelt nõuavad nägemisvälja perifeerias asuvad stiimulid suuremat kognitiivset ressursi, kui fokuseerimine detailidele, mis asuvad nägemisvälja keskel (Brocher jt, 2018).

Kippasto jt (2020) kasutasid tähelepanu haardeulatuse manipuleerimiseks erineva suurusega ringe. See tähendab, et tegemist oli ruumilise tuvastusülesandega (*spatial acuity task*) ning vastavalt juhisele tuli keskenduda ekraanil kuvatavale suurele või väikesele ringile ning leida üles ava ringjoonel. Tähelepanu induktsiooni efektiivsuse hindamiseks kasutati tuvastusülesannet, kus esitati ekraanil 8 ovaali. Katseisikutel tuli üles leida teistest erinev ovaal ehk sihtstiimul, mis võis olla vasakule või paremale kaldu. Muutujana varieeriti

sihtstiimuli kaugust ekraani keskkohast, et teada saada kui kiiresti ja täpselt antakse vastuseid eelenud ülesande mõjul.

Antud töö eesmärk oli teha korduskatse mõningate täiendustega. Keskendusime kahele peamisele kitsaskohale tähelepanu induktsiooni ülesandes:

Esiteks, selles katses oli visuaalne sisend igas tingimuses samasugune, sest suure ja väikese ringi esitati samal ajal. Kippasto jt (2020) proovisid tähelepanu haardeulatuse muutust indutseerida erinevas suuruses Landolt rõnga kuvamisega. Eesmärk oli väikse ringiga esile kutsuda kitsast tähelepanu ulatust ning suure ringiga laia tähelepanu haardeulatust. Korraga esitati katseisikule ainult üks ring. See erisus visuaalses sisendis on potentsiaalne sekkuv muutuja pupilli suuruse jälgimisel, sest erinev visuaalne sisend võis juba ise tekitada erinevusi pupillis. Seega käesolevas eksperimendis esitasime suure kui väikese ringi samal ajal ning andsime vahetult enne helitooniga katseisikule märku, millisele ringile ta edaspidises katseosas keskenduma peab.

Teiseks, muutsime väikese ringi ava suuremaks, et tähelepanu ulatuse tingimused oleksid vaimse pingutuse poolest võrdsemad. Kippasto jt (2020) katses paluti tähelepanu ulatuse induktsiooni ülesandes jätta meelde ava asukoht ühes esitatud ringis (laia tähelepanu ulatuse tingimuses suur ring; kitsa tähelepanu ulatuse tingimuses väike ring). Ava võis olla ringi alumises või ülemises osas. Vaimse pingutuse rolli hinnati läbi meenutamise täpsuse. Vastamise täpsus oli kõrgem suure ringi puhul, seega võis suure ringi ülesannet pidada vähem vaimselt pingutavaks.

Peale selle vaatlesime lähemalt ka fiksatsioonidest tulenevaid mõjusid. Seda seetõttu, et katseisikutel tuli meelde jätta ava ringis ning suure ringi puhul võib induktsiooni ülesande viimane fiksatsioon olla ekraani keskkohast kaugemal kui väikese ringi korral. Teisisõnu võib suure ringi tingimuses olla raskem tuvastada ekraani keskkohas olevaid tuvastusülesande sihtovaale, sest viimane fiksatsioon on keskkohast kaugemal. On leitud, et tähelepanu on võimalik suunata kiiresti uuele objektile, isegi siis, kui eelmise punkti fookus ei ole täielikult kadunud. Seega võiks võrdväärselt eksisteerida kaks tähelepanupunkti vähemalt 300 ms jooksul (Gabbay jt, 2019).

Lisaks võiks viimase fiksatsiooni mõju uurimine anda rohkem teavet ka tähelepanu haardeulatuse manipulatsiooni kohta. Oluline kasutada ekraani keskosas asuvaid stiimuleid, sest üksteisest liiga kaugel asetsevad stiimulid võivad esile kutsuda tähelepanu fookuse

muutuse (*focus shifting*) kui haardeulatuse muutumise (*visual scaling*) (Lawrence, Edwards, Talipiski, Goodhew 2020). Nii võiks fiktsioonide mõju puudumine kinnitada, et tähelepanu ei ole lukustunud ava asukohale, mis võiks omakorda mõjutada reaktsiooniaegsid.

Eesmärk ja hüpoteesid

Töö eesmärgiks oli korrata Kippasto jt (2020) uuringus saadud tulemusi pupilli suuruse muutuse kui ka tähelepanu haardeulatuse induktsiooni toimimise osas. Sealjuures tegime mõned muutuseid katseprotseduuris, et hoida võimalikud sekkuvad mõjud kontrolli all. Üldjoontes jäi katsedisain samaks ning viisime läbi kaks ülesannet. Esmalt tuli katseosalistel lahendada Landolt ringide ülesanne (vastavalt tingimusele - lai või kitsas) tähelepanu haardeulatuse indutseerimiseks ja seejärel tuli sooritada ovaali ülesanne haardeulatuse manipulatsiooni kontrolliks. Peamised erinevused Kippasto jt (2020) katsedisainiga võrreldes seisnesid selles, et tähelepanu ulatuse ülesandes on mõlemad muutujad korraga nähtaval ning katse algas helitooniga. Helitoon andis katseosalisele märku, et millise ringile ta järgnevas katseosas peab keskenduma. Katsedisaini ülevaade Joonisel 1.

Uurimustöös keskne hüpotees on, et tähelepanu haardeulatuse muutumisel toimuvad muutused ka pupilli suures: ehk laia fookuse korral on pupill suurem kui kitsa tähelepanu haardeulatuse tingimustes.

Tähelepanu haardeulatuse manipulatsiooni tõhususe kontrollimiseks sõnastame järgmised hüpoteesid:

Tähelepanu haardeulatuse indutseerimine mõjutab tuvastamisülesande reageerimisega ja antud õigete vastuste osakaalu. Kitsa ja laia tähelepanu haardeulatuse korral on reaktsiooniajad ja vigade arv erinevad. Oletame, et kitsa fookuse korral antakse kiiremini õiged vastused kõige väiksemal distantisi kaugusel (1° keskpunktist, seevastu kõige kaugemas punktis (6° keskpunktist) antakse kiiremini ja vähemate vigadega vastuseid laia induktsiooni tingimustes.

Ovaalide ehk haardeulatuse induktsiooni testimise ülesandes on reaktsiooniaeg ja vigade arv seotud kaugusega ekraani keskpunktist. Eelnimetatud mõõdikud suurenevad kui sihtstiimuli kaugus keskpunktist suureneb. Väiksem on reaktsiooniaeg ja vigade arv kõige lähemal oleval kaugusel (1° keskpunktist), ja kõige pikem reaktsiooniaeg ja suurem vigade arv kõige kaugemal asuva stiimuli puhul (6° keskpunktist).

Meetod

Valim

Katses osales 25 inimest, vanuses 20 - 43 ($M = 25,9$; $SD = 5,49$). Katses osalejatest 19 (76%) olid naised ning 6 (24%) mehed. Kõik katseisikud olid paremakäelised, 48% osalejatest kandsid prille või läätsesid. Pärast andmete eeltötlust kuulus lõppvalimi koosseisu 22 inimest, 18 (82%) naist ning 4 (18%) meest. Valimi suurus põhines eelneva Kippasto jt (2020) katse valimil. Peamiselt osalesid katses tudengid ning infot eksperimendi toimumise kohta jagati Tartu Ülikooli psühholoogia instituudi ja arstiteaduskonna meililistides. Eksperimendi läbiviimiseks andis loa Tartu Ülikooli eetikakomitee. Katseosalised andsid kirjaliku informeeritud nõusoleku eksperimendis osalemiseks.

Materjal ja seadmed

Silmaandmete mõõtmiseks kasutati Tobii X120 monitori alla paigutatud silmaandurit, mõõtmisagedusega 120 Hz (registreerib silmadest 120 tõmmist sekundis), andmeid koguti mõlemal silmalt. Anduri ja tasapinna vaheline nurk oli $22,5^\circ$ ning andur asetseb katseisikust 60 cm kaugusel.

Ekraani ja katseisiku vahele jäi 75 cm. Ekraani laius oli 38,5 cm, kõrgus 21,5 cm ja resolutsioon 1024x768. Katse toimus kergelt hämaras ruumis. Tähelepanu haardeulatuse mõjutamiseks kasutavad ringid olid helepunased ning need esitati hallil taustal. Minimeerimaks pupilli valgusrefleksist tulenevat mõju, olid stiimuli värvid isoluminantsed ehk sama intensiivsusega kui taust ($6,7 \text{ cd/m}^2$). Tuvastusülesande ovaalide värv erines vähesel määral taustast ($3,12 \text{ cd/m}^2$).

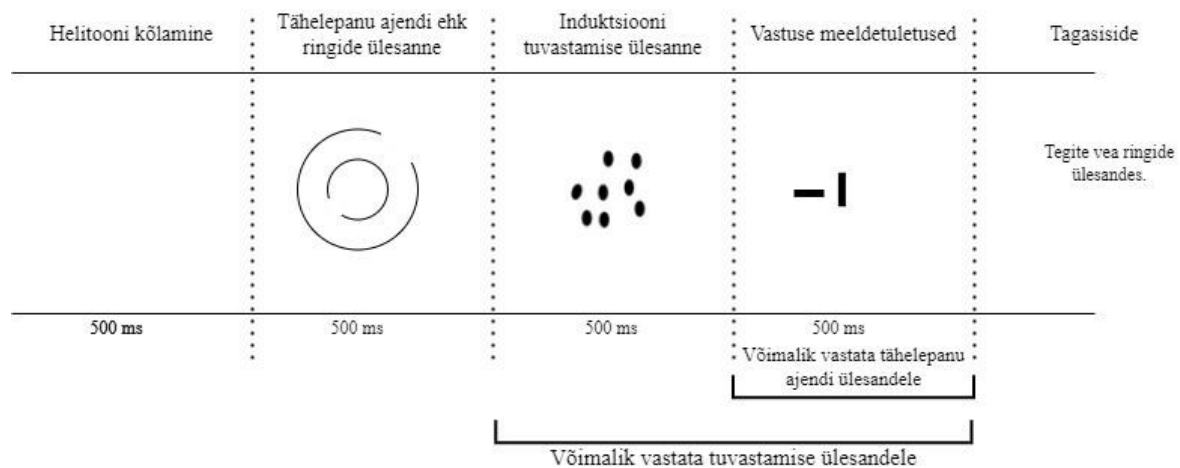
Helitoonide esitamiseks kasutati sülearvuti sisseehitatud helisüsteemi helitugevusega 30% maksimaalsest. Katseisikutele esitati 2 erinevat helitooni. Helitoon D (294 Hz) andis märku, et tuli pöörata tähelepanu suuremale ringile. Helitoon A (440 Hz) andis märku, et tuleb pöörata tähelepanu väiksemale ringile.

Muutujad

Tähelepanu haardeulatuse indutseerimise ülesandes oli kaks tingimust, mis esitati samaaegselt ekraanil:

- 1) Kitsast haardeulatust esilekutsuv tühimikuga väike ring – ringjoon 1,4° diameetriga vaatenurgast. Asub suure ringi sees.
- 2) Laia haardeulatust esilekutsuv tühimikuga suur ring – ringjoon 14° diameetriga vaatenurgast.

Sarnaselt Kippasto jt (2020) katsele, kasutasime induksiooni järel manipulatsiooni kontrollimiseks ovaalide ülesannet. Tuvastamisülesandes esitati juhuslikult ekraani keskosas suure ringjoone ulatuses (14° diameetriga) kaheksa ellipsit. Üks ellips oli vasakule või paremale 17,5° kaldu ning selle kaugus fikatsioonipunktist varieerus (1°, 3° või 6°). Ülejäänud seitse ellipsit olid identsed ning nende parameetrid olid järgmised: pikk telg 0,9° ja lühike telg 0,65°. Katsedisaini visuaalne ülevaade Joonisel 1.



Joonis 1. Katsedisaini visuaalne vaade. Vastuse meeldetuletus ilmus siis, kui osaleja ei olnud andnud vastust kas ovaali või ringide ülesandele. Horisontaalne kriips tähistas ovaali ülesande vastuse puudumist ning vertikaalne kriips ringide ülesande vastuse puudumist. Enne ovaali ülesandele vastamata ei olnud võimalik anda ringide ülesande vastust.

Katseplaan

Enne katset tutvustati osalejatele mõlemat ülesannet ning seejärel paluti hoida pilk terve katse vältel ekraani keskosas ning minimaalselt silmi pilgutada. Samuti tutvustati helisignaalide tähendusi ning katseisikutel oli võimalusi neid eelnevalt mitu korda kuulata. Eksperiment oli jagatud kaheksaks blokiks, mille vahel oli katseisikutel võimalik teha puhkepause. Katsele kulus koos juhendamiselega keskmiselt üks tund.

Esimese ehk ringide ülesande eesmärgiks on mõjutada tähelepanu haardeulatust soovitud suunas. Mõlemad ringid on samaaegselt ekraanil. Katseisikute ülesanne on keskenduda ja leida üles tühimik ringilt, millele eelnevalt helitooniga märku anti. Ringide eesmärk jäi katse vältel samaks: väike ajend (väike ringjoon) pidi soodustama kitsast ja suur ajend (suur ringjoon) laia tähelepanu haardeulatust. Ringjoone tühimiku asukohta tuli katseisikutel meeles pidada katseosa lõpuni (kuni ovaalide ülesande lõpuni).

Järgnes ovaalide ülesanne, mille eesmärgiks oli tuvastada, kas tähelepanu haardeulatuse manipulatsioon eelnevas ringide ülesandes toimus. Sellele viitas ovaalide ülesande vastuste täpsuseprotsent ja reaktsiooniaeg. Katseisikul tuli üles leida 0,5 sekundi jooksul kuvatud ellipsi kogumist (8 ellipsit) ellips (1), mis erines ülejäänutest (kallutatud vasakule või paremale). Vastuse võis anda tuvastusülesande ajal või peale seda. Vastuse puudumisel kuvati ekraanil meeldetuletus. Kallutatud ellips oli sõltumatu muutuja, mida varieeriti erinevates katsetes ehk muutus asukoht keskse fikatsioonipunkti suhtes. Ellips võib asuda kaugusel (1° , 3° või 6°).

Andmeanalüüs

Andmeanalüüs viidi läbi R Studio keskkonnas. Hüpoteeside ja manipulatsioonide kontrollimiseks kasutati korduvmõõtmiste dispersioonanalüüsi (*Repeated measures ANOVA*). ANOVA analüüsides kasutati sfäärilisuse eelduse rikkumisel Greenhouse-Geisser korrektsioone. Võimalike sekkuvate mõjude analüüsiks kasutati kovariaadiga dispersioonanalüüsi (ANCOVA).

Eksperimendis oli kaks faktorit:

Üheks faktoriks oli ringi suurus, millel oli kaks tingimust (suur või väike ring). Teiseks faktoriks oli ellipsi paiknemine ekraani keskpunktist ning ellips võis asetseada kolmel erineval kaugusel (1° , 3° või 6°).

Eelmainitud faktorite seoseid uuriti läbi reaktsiooniaja, pupilli muutumise ning õigete ja valede vastuste osakaalu.

Pupilli muutuse jälgimiseks eristati eksperimendis järgnevaid ajavahemikke:

1. Helitoni kõlamise 1. ajaaken (edaspidi joonistel *Tone 1*) 0 - 0,25 s
2. Helitoni kõlamise 2. ajaaken (edaspidi joonistel *Tone 2*) 0,251 - 0,5 s

3. Ringide ülesande 1. ajaaken (edaspidi *Circle 1*) 0 - 0,25 s
4. Ringide ülesande 2. ajaaken (edaspidi *Circle 2*) 0,251 - 0,5 s
5. Ellipsi ülesande 1. ajaaken (edaspidi *Ellipse 1*) - 0 - 0,25 s
6. Ellipsi ülesande 2. ajaaken (edaspidi *Ellipse 2*) 0,251 - 0,5 s

Andmete eeltöötlus

Lõpp-analüüsist arvati välja katseisikud, kelle ringide või ovaalide ülesande vastamistäpsus oli alla 60% (vigade osakaal üle 40%), selliseid katseisikuid oli kokku 2 (8% valimist). Peale selle tingimuse rakendamist oli allesjäänud valimis ovaali ülesande keskmine veamäär 16,92% (SD=10,19%) ja ringide ülesande 11,45% (SD=7,17%) (suur ring M=10,25%; SD=6,52%, väike ring M=12,64%; SD=7,74%).

Eeltöötuses analüüsiti ka üksiku katsekorra reaktsiooniaegasid. Kui reaktsiooniaeg oleks olnud alla 0,1 s või üle 3 s, siis need tulemused oleks lõpp-analüüsist välja arvatud. Kui peale eelneva tingimuse rakendumist, oleks jäänud alles vähem kui 50% katsekordi, siis oleks katseisik samuti eemaldatud lõppvalimist. Selle tingimuse tõttu keegi kõrvale ei jäänud. Keskmine reaktsiooniaeg ovaali ülesandes oli 1,33 sekundit (SD=0,52 s).

Pupilli andmete kogumisel kasutati mõlema silma keskmistatud tulemusi. Pupilli andmete eelnevaks töötlemiseks kasutati Kolnes jt (2019) välja töötatud meetodit. Analüüsist jäid kõrvale andmed, kus silmapilgutus ja pupilli suurus olid 2,5 standardhälvet suurem või väiksem vastava katsekorra mediaanväärtusest. Puuduvate andmete löike pikendati mõlemas suunas 0,085 sekundi võrra. Seejärel rakendati lineaarset interpolatsiooni, et rekonstrueerida puuduvaid andmeid. Interpolatsiooni kasutati ainult puuduvatel andmetel, mis olid lühemad kui 0,25 sekundit (Kret & Sjak-Shie, 2019). Pupilli andmete analüüsimiseks tehti baastaseme korrigeerimine ehk lahutati fikatsiooniperioodi (viimased 0,25 sekundit tühjast ekraanist) keskmine pupilli väärtus katsekorra ajal mõõdetud pupilli väärtustest. Analüüsides kasutati katseisikuid, kellel oli pärast eeltöötlust rohkem kui 50% pupilli andmeid (22 katseisikut). Keskmine pupilliandmete kadu oli 10,58%.

Tulemused

Manipulatsiooni kontrollimine - reaktsiooniajad

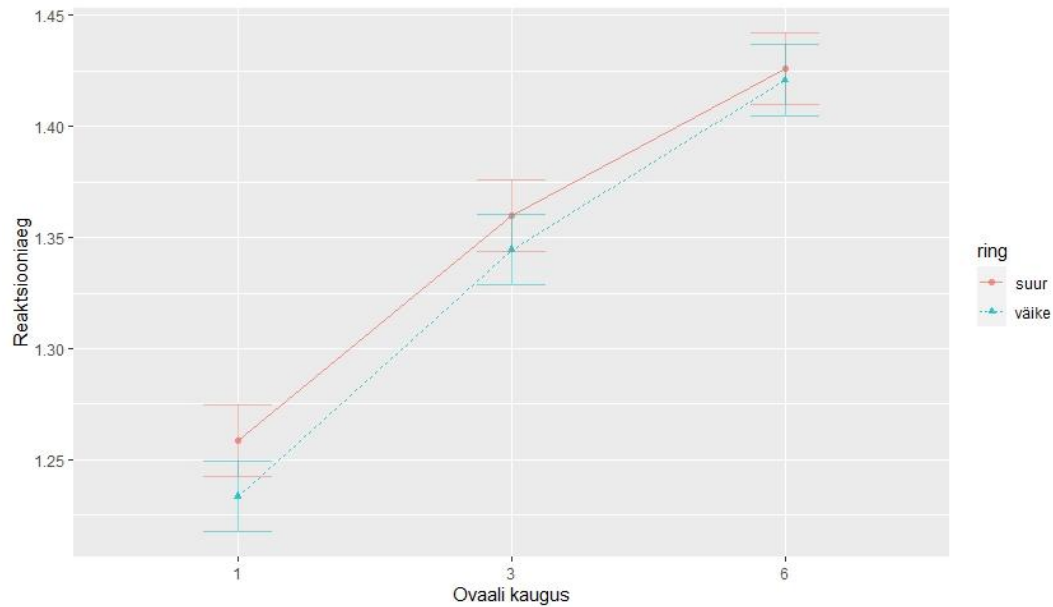
Ühes tingimusena varieerus muutujana ring, millele tuli tähelepanu pöörata (suur või väike) ja teise tingimusena varieerus ovaali asukoht ekraani keskpunktist (vastavalt siis 1°, 3° või 6°). Manipulatsiooni kontrollimisega seotud kirjeldavad statistikud on välja toodud Tabelis 1.

Tabel 1. Tuvastusülesande kirjeldavad statistikud reaktsiooniaegades ja veamääras.

Ring	Ovaali asukoht ekraani keskpunktist	Keskmine reaktsiooniaeg (sekundites)	Reaktsiooniaegade standardhälve	Keskmine valede vastuste osakaal (protsent)
Suur	1°	1,25	0,525	9,67%
	3°	1,351	0,504	17,15%
	6°	1,418	0,509	22,30%
Väike	1°	1,225	0,512	8,62%
	3°	1,331	0,512	17,98%
	6°	1,414	0,534	25,80%

Selleks, et teada saada kas manipulatsioon toimis (ehk ringi suuruse muutus mõjutas ovaalide äratundmist sõltuvalt nende asukohast), võrdlesime reaktsiooniaegade vahelisi seoseid (Joonis 2). Korduvmõõtmiste dispersioonanalüüs näitas, et muutujate interaktsiooniefekt ei olnud statistiliselt oluline ($F(1;21) = 1,21$; $p = 0,67$; $\eta^2 = 0,004$).

Ka ringide peafekt ei olnud statistiliselt oluline ($F(1;21) = 1,46$; $p = 0,240$; $\eta^2 = 0,014$). Seevastu ovaalide kauguse peafekt oli statistiliselt oluline ($F(1;21) = 36,01$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,556$) ning erineva kaugusel olevatele ovaalidele vastati erineva kiirusega ning muutusid ilmsid ka reaktsiooniajas. Kõige kiiremini vastati siis, kui ovaal asus keskpunktis 1° kaugusel ($M = 1,24$; $SD = 0,52$), siis 3° kaugusel ($M = 1,34$; $SD = 0,51$) ning kõige aeglasemalt kui ovaal asus kaugusel 6° ($M = 1,42$; $SD = 0,52$). Post hoc testid näitasid, et reaktsiooniajad erinesid üksteisest kõikidel ovaalide kaugustel $p < 0,05$ (Joonis 2).

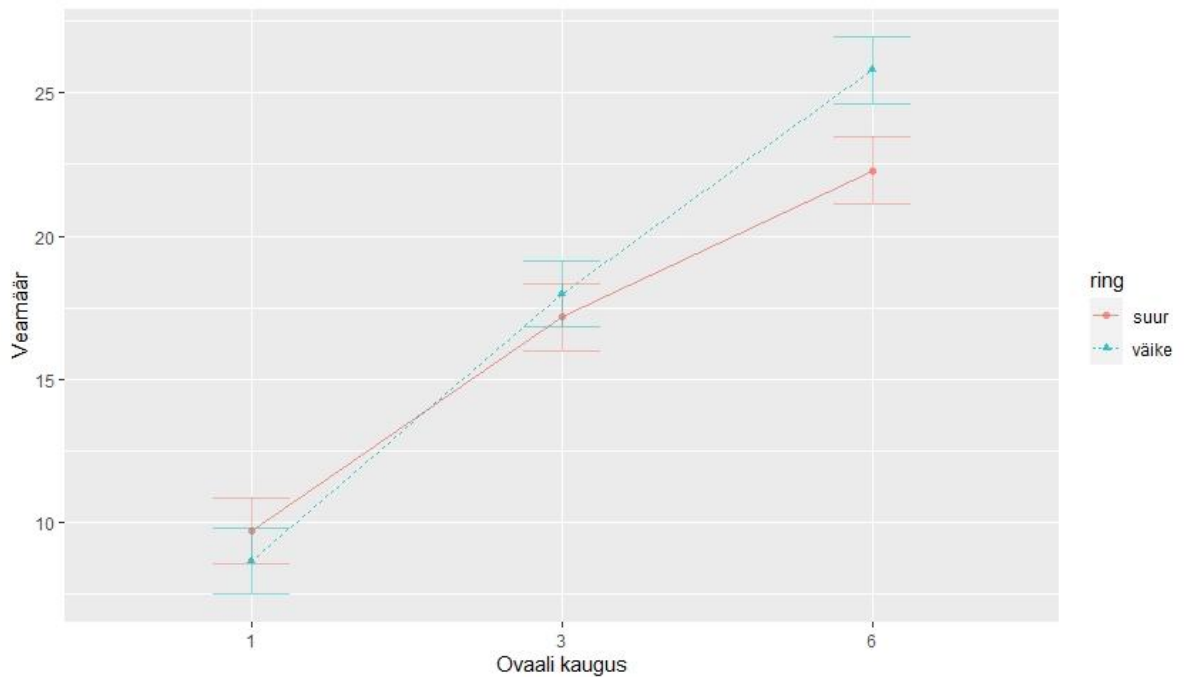


Joonis 2. Sihtstimuli (Ovaali) kaugus nurgakraadides ekraani keskpunktist (vastavalt siis 1°, 3° või 6°) ja ringid ülesanne seos reaktsiooniajas (sekundid).

Manipulatsiooni kontrollimine - veamäär tuvastusülesandes

Võrdlesime valede vastuste osakaalu korrektse ovaali kalde tuvastamisel erinevates katsetingimustes (Joonis 3). Korduvmõõtmiste dispersioonanalüüs näitas, et tingimuste omavaheline interaktsiooniefekt oli statistiliselt oluline ($F(1;21)=8,166$; $p=0,009$; $\eta^2=0,044$). Post hoc testid näitasid, et oluliselt erines veamäär kui ellips paiknes 6° ($p=0,019$) kaugusel keskpunktist suure ($M = 22,30$; $SD = 8,94$) ja väikese ringi ($M = 25,80$; $SD = 7,84$) tingimuses. Ülejäänud juhtudel ei olnud tulemused statistiliselt olulised.

Ringide ülesande peafekt ei olnud statistiliselt oluline ($F(1;21) = 1,77$); $p = 0,197$; $\eta^2 = 0,015$). Seevastu ovaalide kauguse peafekt oli statistiliselt oluline ($F(2;21) = 58,039$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,659$) ellipsi kalde tuvastamisel erinevate kaugustel ekraani keskpunktist oli erinev vea tegemise määr. Kõige rohkem tehti vigu, kui ovaal asus keskpunktist 6° kaugusel ($M = 24,05$; $SD = 8,50$), siis 3° kaugusel ($M = 17,56$; $SD = 8,05$) ning kõige vähem esines vigu, kui ovaal asus kaugusel 1° ($M = 9,15$; $SD = 8,09$). Post hoc testid näitasid, et erinevus oli ovaal asukoha 1° ja ovaal 3° vahel ($p < 0,001$), ovaal 3° ja ovaal 6° vahel ($p < 0,001$) ning ovaal 1° ja ovaal 6° vahel ($p < 0,001$).



Joonis 3. Sihtstiimuli (*Ovaali*) kaugus nurgakraadides ekraani keskpunktist (vastavalt siis 1°, 3° või 6°) ja ringide ülesande seos veamäärana (mõõdetud protsentides).

Manipulatsiooni kontrollimine - viimane fiksatsiooni asukoht

Kontrollisime, kas viimase fiksatsioonipunkti (ringide ülesande lõpp) ning ringide ülesanne koos avaldasid mõju reaktsiooniajale ovaalide ülesandes. Sellisel juhul oli viimane fiksatsioonipunkt kovariaat. Teostasime ANCOVA analüüsi, et teha kindlaks kas suure või väikese ringi puhul olid ellipsi reaktsiooniajad mõjutatud erinevalt viimasest fiksatsioonipunktist. Antud analüüsi tulemuste põhjal saab öelda, et ellipsi ülesande reaktsiooniajad ei ole mõjutatud ringide ülesande ja viimasest fiksatsioonipunktist koosmõjust ($F(1; 8171) = 0,905$; $p = 0,341$)

Pupilli muutused

Korduvmõõtmiste dispersioonanalüüsi viisime läbi ka pupilli suuruse muutumise uurimiseks. Selles analüüsis vaatlesime järgmiseid muutujaid:

1. Peaefekt ajaaken, mis jagunes:

1. Helitooni kõlamise 1. ajaaken (edaspidi joonistel Tone 1) 0 - 0,25 s
2. Helitooni kõlamise 2. ajaaken (edaspidi joonistel Tone 2) 0,251 - 0,5 s
3. Ringide ülesande 1. ajaaken (edaspidi Circle 1) 0 - 0,25 s

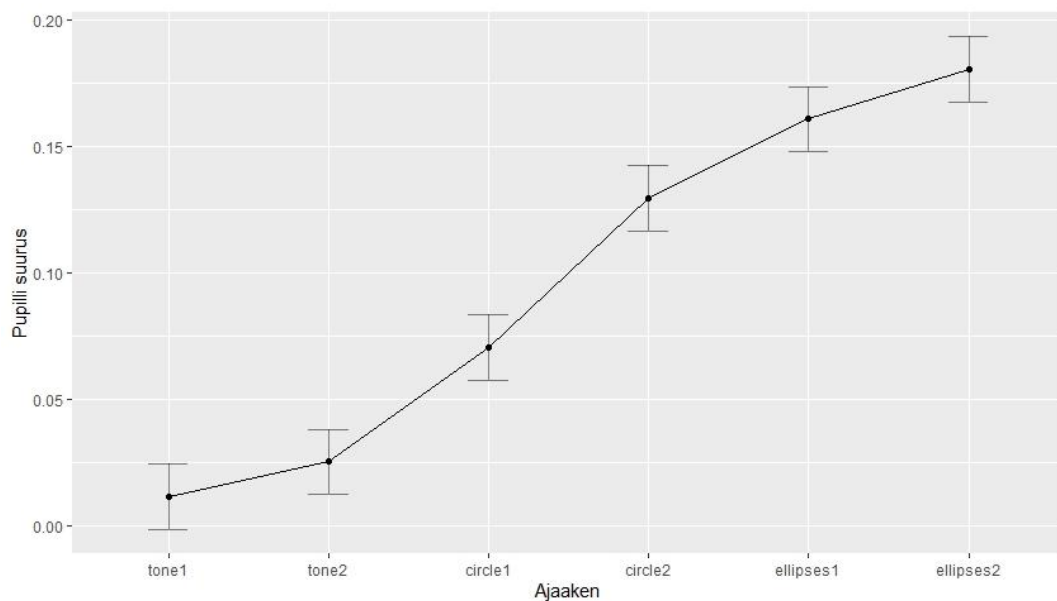
4. Ringide ülesande 2. ajaaken (edaspidi Circle 2) 0,251 - 0,5 s

5. Ellipsi ülesande 1. ajaaken (edaspidi Ellipse 1) 0 - 0,25 s

6. Ellipsi ülesande 2. ajaaken (edaspidi Ellipse 2) 0,251 - 0,5 s

2. Ringi suurus (suur või väike)

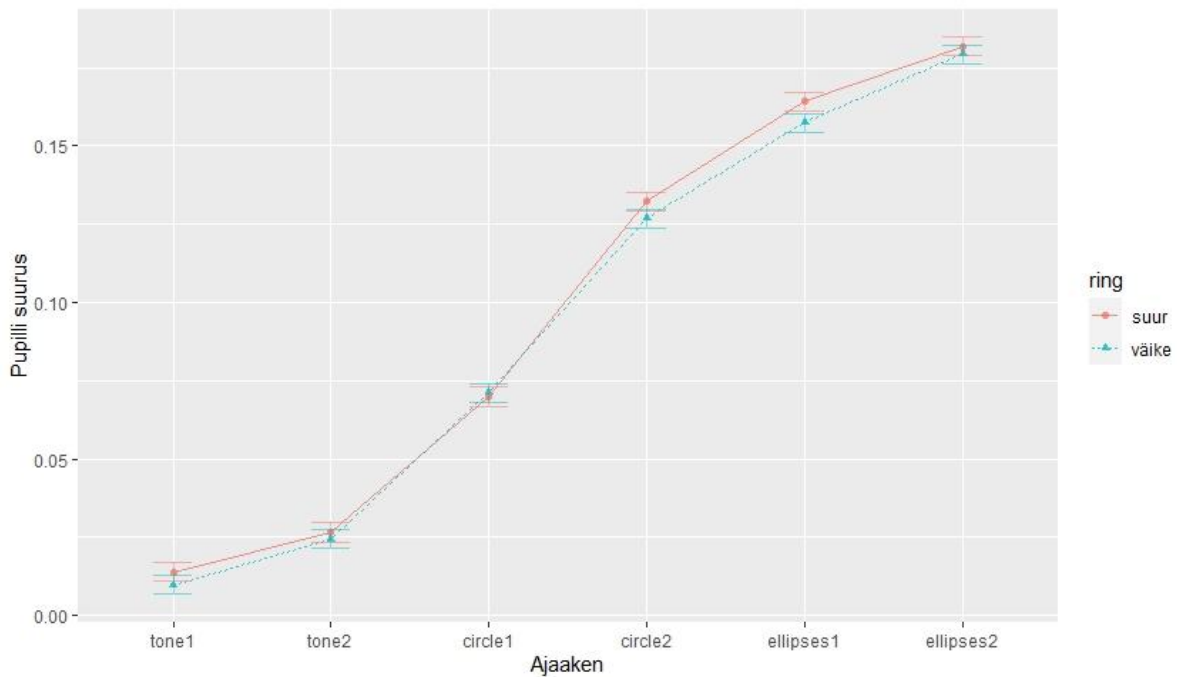
Ajaakna peamõju oli statistiliselt oluline ($F(5;105) = 60,16; p < 0,001; \eta^2 = 0,465; GG = 0,244$). Post hoc testid näitasid, et pupilli suurused erinesid üksteisest kõikides ajaakendes $p < 0,05$ (Joonis 5).



Joonis 5. Pupilli suuruse muutumine erinevas ajaakendes.

Ringide ülesande peaefekt ei olnud statistiliselt oluline ($F(1;21) = 1,12; p = 0,30; \eta^2=0,0005$) ning samuti ka ringide ülesande ja ajaakende interaktsiooni efekt ($F(5;105) = 0,884; p = 0,494; \eta^2 = 0,0003; GG = 0,336$).

Kuigi interaktsiooni efekt ei olnud statistiliselt oluline, siis visuaalselt (Joonis 6) huvipakkuvates ajaakendes (*Ellipses 1 tuvastusülesande esimene ajaaken*) keskmiste lahknevuse toimub. Seega viisime läbi Post Hoc testid, et lähemalt uurida nende ajaakende omavahelisi seoseid. Tendentsi tasandil on võimalik suure ($M= 0,164; SD= 0,09$) ja väikese ringi ($M= 0,157, SD = 0,09$) $p = 0,09$ vahel erinevusi märgata Ellips 1 ajaaknas.



Joonis 6. Pupilli suuruse muutumine ringide tingimusest lähtuvalt vaadelduna erinevates ajaakendes.

Arutelu

Antud uurimistöö eesmärgiks oli korrata Kippasto jt (2020) läbiviidud katset ning jälgida pupilli muutumist tähelepanu haardeulatuse manipulatsiooni järel. Peamine sõnastatud hüpotees, et laia tähelepanu ulatuse korral on pupill suurem kui kitsa tähelepanu haardeulatuse tingimuses, leidis kinnitust vaid statistilise tendentsi tasandil (liberaalsemal statistilise vea nivool $p < 0,1$). Erinevates ajaakendes toimus pupilli suuruse muutumine, ent koosmõju tähelepanu induktsiooniga avaldus pigem nõrgalt.

Lahknevus pupilliandmetes toimus tähelepanu haardeulatuse manipulatsioonile järgnenud ajaaknas (Joonis 6), mis võiks viidata huvipakkuva suundumuse olemasolule. Võib öelda, et tendents avaldus oodatud viisil ning muutused ilmnedid sarnaselt sellele, mis varasemad uuringud (Daniels jt, 2012; DiCriscio jt, 2018) on leidnud. Kui Kippasto jt (2020) töös avaldus pupilli muutuse efekt alles tuvastusülesande lõpus, siis antud eksperimendis ilmned tendentsi tasemel kohe peale tähelepanu induktsiooni tuvastusülesande algul. Üks võimalik seletus võib olla, et käesolevas katses algas tähelepanu induktsioon varem ning juba helitooni faasis said katseisikud teada, et kas järgnevalt tuleb fookust laiendada või kitsendada. Ehk siis see võis soodustada, et pupilli muutuse suundumus ilmned varasemas ajaaknas kui efekt eelnevas uuringus.

Siiski käesolevas eksperimendis ei olnud nii selget efekti kui Kippasto jt (2020) töös, tasuks lähemalt vaadelda erinevaid eksperimendi osasid ja analüüsida täpsemalt meetodi eripärasid.

Esiteks, ovaali ehk tuvastusülesande tulemuse alusel ei olnud tähelepanu haardeulatuse induktsioon nii efektiivne kui Kippasto jt (2020) katses. Tähelepanu induktsiooni ja tuvastusülesande interaktsiooniefekt avaldus veamäärades, kuid mitte reaktsiooniaegade võrdlemisel. Seega visuaalsete erinevuste tuvastamisel (mõõdetuna veaosakaalus) avaldusid osalised erinevused peale tähelepanu induktsiooni, kuid ajalise tuvastuskiiruses mitte. Sarnaselt Kippasto jt (2020) tulemustega, mõjutas reaktsiooniaegasid ja veamäärasid tuvastusülesande ovaalide kaugus - kiiremini ja täpsemalt anti vastuseid kui ovaal asetseb ekraani keskpunktile lähemal. Kippasto jt (2020) töös tulid esile koosmõju reaktsiooniaegades, kui tuvastusülesande ovaalid asusid 1° ja $2,5^\circ$ kaugusel - mõlemal juhul vastati kiiremini kui eelnevalt esitati kitsas tähelepanu ajend (väike ring). Eelnimetatud uurimuses veamäärade võrdlemisel interaktsiooniefekti polnud, kuid antud katses kõige kaugemas (6°) punktis see avaldus. Seega tuli välja, et kui eelnevalt esitati laia tähelepanu indutseeriv ajend, siis veamäär kõige kaugemas punktis oli väiksem kui kitsa ajendi puhul.

Võimaliku sekkuva muutujana tuleb kaaluda sihtstiimulite kauguse mõju keskpunktist. Nende seoste täpsemaks uurimiseks vaatlesime viimase fikstsioonipunkti seoseid tähelepanu haardeulatuse ringide ning tuvastusülesande reaktsioonideagade vahel. Analüüsist selgus, et viimane fikstsioon asukoht mõjutas reaktsiooniaegu, kuid see ei sõltunud ringide ülesande tingimusest. Seega see aspekt uuritava efekti avaldumismäärana kõrvalmõjuna otseselt ei panustanud.

Teiseks võis vaimne pingutus sekkuda arvatust rohkem induktsiooni ülesandes, sest samaaegselt olid nähtaval nii suur kui väike tähelepanu ajend. Nii võis stiimulitest tulenev tajuline pingutus varjutada tähelepanu haardeulatuse induktsiooni. Käesolevas katses oli tähelepanu ajendi ehk ringide ülesande veamäär suurem mõlemas tingimuses kui võrreldavas Kippasto jt (2019) töös. Sarnaselt varasemaga tehti väiksema ringi tuvastamisel rohkem vigu. Üldine veamäär suurenemine võib viidata sellele, et täiendused muutsid katse tajuliselt keerulisemaks. Teisalt asjaolu, et ikkagi väiksemas ringi ava tuvastamine oli raskem, võis tuleneda hoopis stiimulite isoluminantsusest, sest hoolimata antud töö muudest tulemustest, oli see aspekt tulemuse osas sama, mis eelmainitud uurimuses.

Ka tuvastusülesande veamäärad viitavad sellele, et läbiviidud katse oli raskem. Ülesandes endas suuri muutuseid ei tehtud ning seosed avaldusid nii nagu Kippasto jt. (2020) töös - ekraani keskkohast kaugemal asuvate elementide tuvastamine võtab kauem aega ning tehti ka rohkem vigu. Seega võiks suurenenud veamäärade ilmumine seotud olla raskema induktsiooniülesandega. Lawrence jt (2020) toovad oma kokkuvõtlikus metanalüüsis välja, et vaimne pingutus (nii tajuline kui kognitiivne) võib muuta keeruliseks haardeulatuse efekti tuvastamise ning põhjustada vastakaid tulemusi. See võib olla ka üks seletus, miks interaktsiooniefektid ovaalide tuvastusülesandes ainult osaliselt avaldusid ning tähelepanu haardeulatuse peaefekt olulisi erinevusi ei näidanud. Täpsemad võrdlusandmed on leitavad Lisa 1.

Seega tooksime peamise uuringu piiranguna välja suurenenud vaimse pingutuse, sest tähelepanu ajendid olid samaaegselt nähtaval. Seetõttu muutus otseselt tajuline pingutus, sest segajaid oli ekraanil rohkem. Teisalt ei tasakaalustunud laia ja kitsa tähelepanu haardeulatuse tingimused (kitsa ajendi korral tuvastamisel oli veamäär endiselt suurem). Mõlemad huvipakkuvad efektid - tähelepanu haardeulatuse manipuleerimine kui ka pupilli muutumine on tundlikud igasuguse vaimse pingutuse suhtes ning seda on varasemad uuringud ja ülevaated kinnitanud (Kahneman & Beatty, 1966, Hess & Polt 1960 viidatud Mathot, 2018 kaudu; Brocher jt, 2018; Lawrence, Edwards, Talipski, Goodhew 2020). Seega tuleks antud aspekti balansseerimisele rohkem tähelepanu pöörata ja metodoloogiliselt ka eraldi uurida. Ka tähelepanu haardeulatuse pardigmasid koondav ülevaade (Lawrence, Edwards, Talipski, Goodhew 2020) toob välja, et see on üks peamisi põhjuseid, miks valdkonna üleselt on saadud katsetes vastakaid tulemusi, mida on omavahel keeruline võrrelda.

Lisaks tasuks kaaluda ka alternatiivsete katseparadigmade testimist - näiteks manipulatsioonid terve tähelepanu all oleva ruumi piirkonnaga. Nimelt on välja toodud, et segavat tähelepanu "kuju" muutumist võivad esile kutsuda ka manipulatsiooniks valitud ringid (Lawrence, Edwards, Talipski, Goodhew 2020; Lawrence, Goodhew, Edwards 2020). Tühjad ringjooned võivad tahtmatult tekitada sõõrja tähelepanu, sest katseisikud keskenduvad objektide äärelle mitte alale tervikuna (Lawrence, Edwards, Talipski, Goodhew, 2020). See aga võib mõjuda pärssivalt tähelepanu ala muutuse manipulatsioonidele ja jällegi minimeerida efekti avaldumist. Üheks viisiks võiks olla hiljuti välja pakutud täppide massi liikumissuuna (*global motion*) tuvastamine, sellise lahenduse korral on vaja jälgida tervet ala (Lawrence, Goodhew, Edwards, 2020).

Kokkuvõte

Kuivõrd huvipakkuvad seosed pupilli ja tähelepanu haardeulatuse vahel tugevalt ei avaldunud, siis oli võimalik märgata tendentsi ja oodatud muutuse suunda. Seetõttu võiks uurimistöö viidata, et kirjeldatud seaduspärasused siiski eksisteerivad ning tähelepanu haardeulatuse muutumisel toimuvad ka muutused pupillis. Kuivõrd andmetes esines vastakaid tulemusi, siis tuleks varasemast enam keskenduda vaimse pingutuse jälgimisele tähelepanu induktsiooni ülesandes. Seetõttu võiks luua katsedisaine, mis selgitab veelgi enam välja vahekorda tähelepanu haardeulatuse ja vaimse pingutuse vahel. Koos on neid süsteemselt vähem uuritud, kuid võiks olla väga oluline valdkonna edasi arendamiseks.

Kasutatud kirjandus

- Aru, J., Bachmann, T. (2009). *Tähelepanu ja teadvus*. Tänapäev.
- Brocher, A., Harbecke, R., Graf, T., Memmert, D., & Hüttermann, S. (2018). Using task effort and pupil size to track covert shifts of visual attention independently of a pupillary light reflex. *Behavior Research Methods*, *50*, 2552-2567.
doi: 10.3758/s13428-018-1033-8
- DiCriscio, A. S., Huid, Y., & Troiani, V. (2018). Task-induced pupil response and visual perception in adults. *PLoS ONE*, *13*(12).
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0209556>
- Eriksen, C., & James, J. (1968). Visual attention within and around the field of focal. *Perception & Psychophysics*, *40*(4), 225-240.
doi:<https://doi.org/10.3758/BF03211502>
- Gabbay, C., Zivony, A., & Lamy, D. (2019). Splitting the attentional spotlight? Evidence from attentional capture by. *Visual Cognition*, *27*(5-8), 518-536.
doi:<https://doi.org/10.1080/13506285.2019.1617377>
- Kret, M. E., & Sjak-Shie, E. E. (2019). Preprocessing pupil size data: Guidelines and code. *Behavior Research Methods*, *51*(3). <https://doi.org/10.3758/s13428-018-1075-y>
- Kippasto, K., Kolnes, M., & Uusberg, A. (2020). Tähelepanu haardeulatus ja pupilli suurus. Uurimistöõ. Tartu Ülikool, psühholoogia instituut.
- Kolnes, M., Naar, R., Allik, J., & Uusberg, A. (2019). Does goal congruence dilate the pupil over and above goal relevance? *Neuropsychologia*, *134*, 107217.
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2019.107217>
- Lawrence, R. K., Edwards, M., & Goodhew, S. C. (2020). The impact of scaling rather than shaping attention: Changes in the scale of attention using global motion inducers influence both spatial and temporal acuity. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *46*(3), 313–323.
<https://doi.org/10.1037/xhp0000708>

- Lawrence, R. K., Edwards, M., Talipski, L. A., & Goodhew, S. C. (2020). A critical review of the cognitive and perceptual factors influencing attentional scaling and visual processing. *Psychonomic Bulletin & Review*, 27(3), 405–422.
<https://doi.org/10.3758/s13423-019-01692-9>
- Mathot, S. (2018). Pupillometry: Psychology, physiology, and function. *Journal of Cognition*, 1(1), 1-23. doi:<https://doi.org/10.5334/joc.18>
- Mathot, S. (2020). Turning the senses: how the pupil shapes vision at the earliest stage. *Annual review of vision science*, 6(14), 433-451.
doi:<https://doi.org/10.1146/annurev-vision-030320->
- Mounts, J. R. W., & Edwards, A. A. (2016). Attentional breadth and trade-offs in spatial and temporal acuity. *Visual Cognition*, 24(7–8), 422–433.
<https://doi.org/10.1080/13506285.2017.1294637>
- Navon, D. (1997). Forest before trees: The precedence of global features in visual perception. *Cognitive Psychology*, 9(3), 358-383.
doi:[https://doi.org/10.1016/0010-0285\(77\)90012-3](https://doi.org/10.1016/0010-0285(77)90012-3)

LISA Eelneva uuringu ning käesoleva töö detailne ülevaade.

	Kippasto jt (2020) uurimistö	Käesolev uurimistö
Pupilliandmete kogumine	EyeLink 1000	Tobii X120
Tähelepanu induktsioon (ringid)	Korruga näidati KI-le ühte ringi (suur või väike)	Mõlemad ringid on korruga nähtaval. Helitoon annab märku, et millist täpsemalt jälgida.
Ovaalide asukoht	1°, 2,5° ja 4°	1°, 3° või 6°
Lisamuutujad	-	Erinevad helitoonid (suur ja väike ring)
Ringide ülesande veamäär	Keskmine veamäär M=8,96% Suur ring M=7,96% Väike ring M=9,97%	Keskmine veamäär M=11,45% Suur ring M=10,25% Väike ring M=12,64%
Tuvastusülesande (ovaalid) tulemused - reaktsiooniajad	<p>1) Ringide peaeft on oluline Vastati kiiremini Väikse ringi puhul (M = 1,255; SD = 0,36) Suure ringi puhul (M = 1,285; SD = 0,37)</p> <p>2) Ovaalide peaeft on oluline. Kõige kiiremini vastati: Ovaal kaugusel 1 (M=1,183; SD=0.37) Ovaal kaugusel 2,5 (M=1,266; SD=0.365) Ovaal kaugusel 4 (M=1,36; SD=0.363)</p> <p>3) Interaktsiooniefekt on oluline 1, ja 2,5</p> <p>Suure ring (1°) 1,22 sekundit (SD = 0,36). Väikese ring (1°) 1,15 sekundit (SD = 0,38), Suur ring (2,5°) 1,29 sekundit (SD = 0,38). Väikese ring (2,5°) 1,25 sekundit (SD = 0,35).</p>	<p>1) Ringide peaeft ei ole oluline</p> <p>2) Ovaalide peaeft on oluline. Kõige kiiremini vastati: Ovaal kaugusel 1 (M=1,237; SD=0.52) Ovaal kaugusel 3 (M=1,34; SD=0.51) Ovaal kaugusel 6 (M=1,41; SD=0.52)</p> <p>3) Interaktsiooniefekt pole oluline</p>
Tuvastusülesande (ovaalid) tulemused - veamäär	<p>1) Ringide peaeft oli oluline (ovaalide tuvastamine) Väikese ring vastuste protsent oli 85,38% (SD = 9,004) Suure ringi õigete vastuste protsent oli 83,6% (SD = 9,685)</p> <p>2) Ovaalide peaeft on oluline. Kõige rohkem tehti vigu. a. Ovaal kaugusel 4° (M=22,58%) b. Ovaal kaugusel 2,5° (M=14,84%) c. Ovaal kaugusel 1° (M=9,12%)</p> <p>3) Interaktsiooniefekt ei ole oluline</p>	<p>1) Ringide peaeft ei ole oluline (ovaalide tuvastamine)</p> <p>2) Ovaalide peaeft on oluline. Kõige rohkem tehti vigu. a. Ovaal kaugusel 6° (M=24,05%; SD=8,50) b. Ovaal kaugusel 3° (M=17,56%; SD=8,05) c. Ovaal kaugusel 1° (M=9,15%; SD=8,09)</p> <p>3) Interaktsiooniefekt on oluline Erines tulemus suure ning väikse ringi vahel kui ellips paines 6° kaugusel</p>
Pupilli muutumine	<p>1) Ajaakna peamõju oli statistiliselt oluline 2) Ringi peaeft ei olnud oluline 3) Interaktsiooniefekt oli oluline Erinevus on neljandas ajaaknas suures ja väikese ringi tingimuses</p>	<p>1) Ajaakna peamõju oli statistiliselt oluline 2) Ringi peaeft ei olnud oluline 3) Interaktsiooniefekt polnud oluline</p>

Käesolevaga kinnitan, et olen korrekselt 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.

Elis Loog