

Tartu Ülikool
sotsiaalteaduste valdkond
psühholoogia instituut

Karolin Kippasto

TÄHELEPANU HAARDEULATUS JA PUPILLI SUURUS

Uurimistöo

Juhendajad: Martin Kolnes, Andero Uusberg

Jooksev pealkiri: Tähelepanu haardeulatus ja pupilli suurus

Tartu 2021

Tähelepanu haardeulatus ja pupilli suurus

Kokkuvõte

Käesoleva uurimistöö eesmärgiks oli uurida, kas pupilli suurus muutub vastavalt tähelepanu haardeulatusetele. Selleks viidi läbi katse, kus on ühendatud kaks ülesannet: ringide ülesanne laia ja kitsa tähelepanu ulatuse indutseerimiseks ning tuvastamisülesanne tähelepanu ulatuse mõõtmiseks. Uuringu valimi moodustasid 21 inimest (66,66% naised, 33,33% mehed; keskmine vanus 26,86; SD = 8,90). Eeldasime leida erinevusi tuvastamisülesande vastuste kiiruses ja täpsuses laia ja kitsa tähelepanu ulatuse induktsiooni korral. Tulemused osaliselt kinnitasid manipulatsiooni efektiivsust. Lisaks, leidsime, et pupilli suurus on laia tähelepanu induktsiooni korral suurem kui kitsa tähelepanu induktsiooni korral, kuid seda ainult tuvastamisülesande lõpus. Antud uuringu tulemused viitavad sellele, et tähelepanu haardeulatus mõjutab pupilli suurust.

Märksõnad: tähelepanu haardeulatus, pupilli suurus, manipulatsioon, tuvastamisülesanne

Pupil size and scope of attention

Abstract

The purpose of this research was to examine the relationship between pupil size and the scope of attention with a paradigm that manipulates more directly the scope of attention. For this aim, a test was conducted, that combines two tasks: a shape discrimination task as an induction procedure and a target detection task as a manipulation check.. The study sample consisted of 21 people (66,66% women, 33,33% men; mean age = 26,86; SD =8,90). We expected to find differences in the speed and accuracy of responses to the detection task in case where there were induced a wide or narrow attentional focus. The results partially confirmed the effectiveness of the manipulation. In addition,, we found that pupil size is greater in case of wide attention induction than in a narrow attention induction, but only at the end of the detection task. The results of this study suggest that the scope of attention affects the size of the pupil.

Keywords: scope of attention, pupil size, manipulation, detection task

Sissejuhatus

On alust eeldada, et pupilli suurus muutub olenevalt tähelepanu haardeulatuselt. Kontseptuaalsel tasandil on välja toodud, et pupilli suurus omab olulist rolli visuaalse tundlikkuse (suurem pupill tuvastab paremini tumedat stiimulit) ja nägemisteravuse (väiksem pupill näeb teravamalt) reguleerimisel (Mathôt, 2018). Suurema pupilli puhul paraneb visuaalne tundlikkus, aga väheneb nägemisteravus. Väiksema pupilli puhul seevastu väheneb visuaalne tundlikkus, aga suureneb nägemisteravus. Tähelepanu ulatuse puhul tajutakse esmalt kas visuaalse stiimuli üksikuid osasid või tervet vormi ning sellest tulenevalt väiksem pupill näeb teravamalt laiemat vahemaad. Seega võiks eeldada, et tähelepanu ulatus võiks omada samuti mingit seost pupilli suurusega. Empiirilisel tasandil on ka esmaseid tõendeid selle kohta, et pupilli suurus on vastavuses muutustega tähelepanu haardeulatuses (Daniels jt., 2012; Eldar jt., 2016). Täpsemalt on tõestatud, et pupill on laia tähelepanu haardeulatusel korral rohkem laienenud kui kitsa tähelepanu haardeulatusel korral (Daniels jt., 2012). Samuti on näidatud, et lokaalse teabe valiku korral reageerib pupill vähem kui globaalse teabe valiku korral (DiCriscio jt., 2018).

Seda seost kinnitavaid empiirilisi tõendeid on siiski vähe – osalt seetõttu, et tähelepanu haardeulatusel mõju on raske eristada vaimse pingutuse mõjust. Mitmed uuringud on kinnitanud, et vaimne pingutus on üks peamisi kognitiivseid faktoreid, mis pupilli suurendab (van der Wel & van Steenbergen, 2018). Näiteks DiCriscio jt (2018) uuringus kasutati Navoni ülesannet, kus ekraanile esitati suur tähekujuline figuur ning mis omakorda koosnes väikestest tähtedest. Perfect jt (2008) leidsid, et Navoni ülesandel ei ole standardsete vormide korral lokaalsed (vastatakse üksikutest osadest lähtuvalt; väikesed tähed) ja globaalsed vastused (vastatakse vormist lähtuvalt; suur täht) vaimse pingutuse poolest tasakaalus. Täpsemalt, kuna Navoni tähtede globaalset vormi on lihtsam tajuda kui lokaalset, nõuab lokaalne tähelepanu selle ülesande korral rohkem vaimset pingutust kui globaalne. Daniels jt (2012) uuringus kasutati laia tähelepanu induktsiooniks stiimuleid, mis asetsevad ekraani keskkohast üsna kaugel (13° ekraani keskkohast). Antud uurimuses kasutasime laia tähelepanu haardeulatusel puhul stiimulit, mille piirid olid 7° ekraani keskkohast. Varasemalt on uuringud näidanud, et keskendumine perifeerselt olevatele detailidele nõuab rohkem vaimset pingutust kui keskendumine nägemisvälja keskel olevatele stiimulitele (Brocher jt, 2018). Seega ka Daniels'i uuringus võis laia tähelepanu haardeulatusel induktsioon tekitada suuremat vaimset pingutust.

TÄHELEPANU HAARDEULATUS JA PUPILLI SUURUS

Lisaks tõstatub mitmesuguste tähelepanu haardeulatuse mõõtmiseks ja/või muutmiseks kasutatavate paradigmade puhul küsimus, kas kõik eri ülesanded puudutavad samu tähelepanu mehhanisme. Dale ja Arnell (2013) uurisid kolme erineva globaalse/lokaalse meetodi vahelist suhet: Navoni ülesanne, hierarhilised vormid ning kõrge ja madala ruumilise sagedusega kujutatud nägude tajumine. Uuringu autorid leidsid, et ükski globaalse mõju meetoditest ei olnud üksteisega seotud. Seega paistab, et need ülesanded on seotud erinevate globaalse ja lokaalse infotöötuse aspektidega. Selles uuringus üritame eelmainitud probleeme vältida sellega, et oleme võtnud kasutusele lihtsama katse paradigma, mis üritab manipuleerida tähelepanu ala, mitte infotöötuse stiili (Goodhew jt., 2016). Dale ja Arnelli (2013) uurimuse tulemustele toetudes, on näha, et oluline on vaadata tähelepanu haardeulatust ja pupilli seost läbi erinevate paradigmade. Meie uurimuse paradigma sarnaneb Daniels jt (2012) uurimusele, kuid ülesande struktuur on erinev.

Uurimistöö eesmärk ja hüpoteesid

Uurimistöö eesmärgiks on mõista, kas pupilli suurus muutub vastavalt tähelepanu haardeulatusele. Selleks viiakse läbi katse, kus on ühendatud kaks ülesannet: ringide ülesanne laia ja kitsa tähelepanu ulatuse indutseerimiseks (Goodhew jt., 2016) ja tuvastamisülesanne tähelepanu ulatuse kontrollimiseks (Joonis 1).

Antud töö peamine hüpotees on, et laia tähelepanu ulatuse induktsiooni korral on pupill suurem kui kitsa tähelepanu induktsiooni korral. Veendumaks, et ringide ülesanne tõepoolest tähelepanu haardeulatust mõjutab, viisime lisaks läbi manipulatsioonikontrolli analüüsid, kus eeldame, et reaktsiooniajad tuvastamisülesandes sõltuvad tähelepanu ulatuse induktsioonist. Tuvastamisülesandes esitatakse sihtmärk stiimuleid kolmel kaugusel ekraani keskpäiga suhtes: lähedal (1°), keskmisel kaugusel ($2,5^\circ$), kaugel (4°). Manipulatsiooni efektiivsuse kontrollimiseks püstitasime kaks täiendavat hüpoteesi:

1) Tuvastamisülesandes reaktsiooniajad suurenevad ja vigade arv suureneb sihtmärk stiimuli kaugusega ekraani keskkohast. Vastatakse kiiremini ja täpsemalt sihtmärk stiimulile kaugusel 1° , seejärel sihtmärk stiimulile kaugusel $2,5^\circ$ ja kõige aeglasemalt vastatakse sihtmärk stiimulile kaugusel 4° .

2) Tuvastamisülesandes reaktsiooniaegade ja vigade arvu suurenemine vastavalt sihtmärk stiimuli kaugusele sõltub tähelepanu ulatuse manipulatsioonist. Väikse tähelepanu ulatuse manipulatsiooni korral vastatakse kiiremini ja tehakse vähem vigu siis, kui sihtmärk

TÄHELEPANU HAARDEULATUS JA PUPILLI SUURUS

stiimul on kaugusel 1° . Eeldame, et eelnimetatud seos muutub vastupidiseks viimase kaugusega (4°), kus suure tähelepanu ulatuse manipulatsiooni korral vastatakse kiiremini ja tehakse vähem vigu kui väikse tähelepanu ulatuse korral.

Meetod

Valim

Katses osales kokku 27 inimest, vanuses 19-54 ($M = 27.85$; $SD = 9.81$). Katseisikutest 9 olid mehed ning 18 olid naised. Lõplik valim sisaldas 21 katseisiku andmeid, kus mehi oli 7, naisi 14 ($M = 26,86$; $SD = 8,90$). Valimiks oli mugavusvalim, mille moodustasid tudengid ja tuttavad, keda kutsuti *Facebook*'i gruppide kaudu ning Tartu Ülikooli psühholoogia instituudi kui ka Tartu Ülikooli meditsiiniteaduste valdkonna meililisti kasutades.

Katseplaan

Ringi ülesandes kasutatakse kitsa ja laia tähelepanu fookuse esilekutsumiseks ringi suuruse muutmise teel, mis toimub tähelepanu ajendina (Goodhew jt., 2016; Ronconi jt., 2014). Niinimetatud väike ajend (väike ring) peaks tekitama kitsa tähelepanu haardeulatuse, samas kui suur ajend (suur ring) peaks esile kutsuma laiema tähelepanu haardeulatuse. Ajendiülesande stiimulitena kasutatakse uuringus suurt ja väikest Landolti rõngast (Kliegl jt., 2015). Et katseisikud ülesandele keskenduksid, peavad nad meelde jätma rõngas oleva lünga asukoha (vasakul, paremal, üleval, all). Katseesituse lõpus peavad osalejad meelde tuletama lünga asukoha.

Tähelepanu ulatuse muutuse kontrollimiseks kasutatakse sihtmärgi tuvastamise ülesannet, mille puhul vastamise täpsust mõjutab tähelepanu haardeulatus. Tuvastamisülesandes peab osaleja tuvastama kaheksa ellipsi seast ühe ellipsi (sihtstiimul), mis on vasakule või paremale kaldu. Oluline on see, et muudame sihtstiimuli vertikaalset või horisontaalset kaugust tsentraalsest fikatsioonirivist. Ellipsid kuvatakse ekraanil 500 ms jooksul. Osaleja võib vastata ellipsite kuvamise ajal või pärast ellipsite kuvamist. Osalejate reaktsiooni täpsus peaks vähenema, kui sihtellips asub tsentraalsest fikatsioonirivist

TÄHELEPANU HAARDEULATUS JA PUPILLI SUURUS

kaugemal. Prognoosime ka koostoimet esile kutsuvate ajenditega. Perifeerselt kuvatavale sihtmärgile reageerimise täpsus peaks veelgi vähenema, kui eelnevalt kuvatakse väike ajend.

Pärast tuvastamisülesannet kuvatakse ekraanil üks-kaks meeldetuletust. Esimene meeldetuletus on horisontaalne joon, mis näitab, et osaleja peaks tuvastamisülesandele vastama (sümboliseerib küsimust: „Kas sihtmärk oli kallutatud vasakule või paremale?“). Teine meeldetuletus, mis asub alati esimesest paremal pool, on vertikaalne joon, mis näitab, et osaleja peab ringi ülesandele vastama (sümboliseerib küsimust: „Kus paiknes rõngas olev lünk?“). Kui osaleja vastas tuvastamisülesandele juba ellipsite kuvamise ajal, kuvatakse nüüd ainult teine meeldetuletus.

Stiimulid

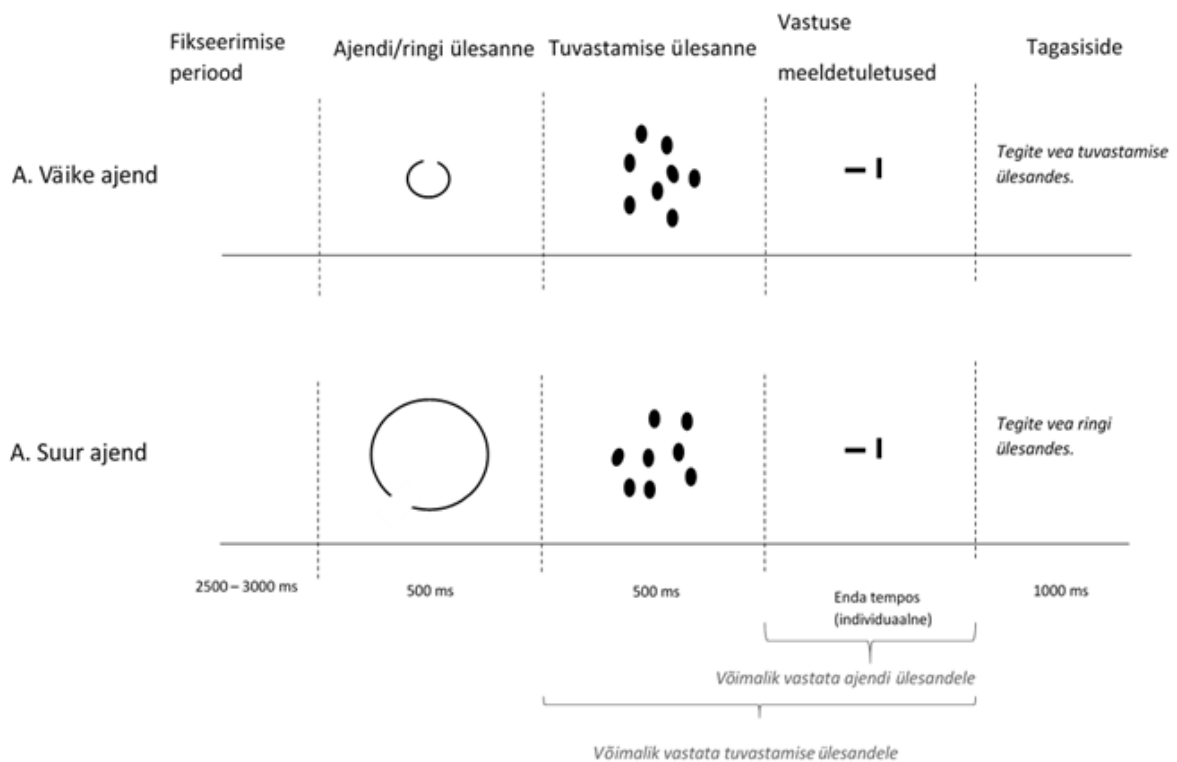
Stiimulite värv on helepunane, taustavärv on hall. Rõnga värv on sama intensiivse heledusega kui tausta värv ($6,7 \text{ cd/m}^2$). Ellipsite värv on veidi tumedam kui tausta värv ($3,12 \text{ cd/m}^2$). Vaatamiskaugus on 66 cm.

Ringi ülesandes kasutatav väike rõngas (kitsas esilekutsuv stiimul) on ringikujuline joon diameetriga $1,4^\circ$ vaatenurgast. Suur rõngas (lai esilekutsuv stiimul) on ringikujuline joon diameetriga 14° .

Sihtmärgi tuvastamise ülesandes kasutatakse kaheksat ellipsit, mis on juhuslikkuse alusel ekraani keskel asuvasse rõngasse (diameetriga 14 kraadi vaatenurgast) paigutatud. Iga ellipsi pikk ja lühike telg ulatuvad vastavalt $0,9$ ja $0,65$ kraadi kaugusele vaatenurgast. Üks ellipsitest – sihtellips – on $17,5^\circ$ vasakule või paremale kallutatud ja kuvatakse fikatsioonirivistist ühel kolmest järgmisest kaugusest: 1° , $2,5^\circ$, 4° .

TÄHELEPANU HAARDEULATUS JA PUPILLI SUURUS

UURINGU STRUKTUUR



Joonis 1. Katse struktuur. Esitati ainult vastuse meeldetuletus ajendi/ringi ülesande kohta siis, kui osaleja oli juba ellipside esitluse ajal tuvastamise ülesandele vastanud. Tagasisidet esitati ainult siis, kui osaleja oli teinud ühes või mõlemas ülesandes vea.

Andmeanalüüs

Ringi suuruse ja ovaali asukoha vaheliste seoste analüüsimiseks kasutasin korduvmõõtmiste ANOVAt. Selleks viisin läbi kolm analüüsi, et välja selgitada reaktsiooniaegade vahelist seost, pupilli suuruse muutumist ning õigete ja valede vastuste osakaalu erinevates ülesannetes.

Andmetes oli kaks peamist faktorit:

- 1) Ringi suurus – suur, väike
- 2) Ovaali asukoht ekraani keskkohast – 1 (1°), 2 (2,5°), 3 (4°)

Lisaks, pupilli suuruse analüüsimiseks jaotati katseesitus neljaks ajaaknaks: 1) ringide ülesanne 0-250 ms; 2) ringide ülesanne 251-500 ms; 3) ovaalide ülesanne 0-250 ms; 4) ovaalide ülesanne 251-500 ms.

TÄHELEPANU HAARDEULATUS JA PUPILLI SUURUS

ANOVA eelduste rikkumisel kasutati raporteerimisel vastavaid korrektsioone. Kui Mauchly testi p-väärtus oli väiksem kui 0.05 ehk antud parameetrid olid mitte-sfäärilised, siis kasutasin tunnuseid Greenhouse-Geisseri või Huynh-Feldt korrektsiooniga kui Mauchly test-statistik oli üle 0.75. Dispersioonianalüüsi eeldusi kontrollides leidsin, et uuritavate tunnuste jaotus on normaaljaotusele sarnane (Shapiro-Wilk $p > 0.05$). Lisaks viisin läbi t-testid, et teha täienduslik statistika analüüs.

Andmete eeltöötlus

Esmalt puhastati andmetest liiga kiire (100 ms) või aeglase (3000 ms) reaktsiooniajaga vastused. Seejärel eemaldati üks katseisik andmekogust, kuna katseteesituste arv, mida sai analüüsides kasutada, oli alla 10%. Ülejäänud katseisikute puhul oli katsete protsent, mida sai kasutada andmete analüüsiks 64-100% ulatuses ($M = 94,63\%$). Teiseks jäeti edasisest analüüsist välja 5 osalejat, kelle täpsus oli vähemalt ühes sooritatud ülesandes (ringide ülesanne või tuvastamisülesanne) alla 60%. Seda tehti, kuna on oluline, et osalejad oleksid ülesande sooritamisel piisavalt tähelepanelikud. Lõplikult jäi valimisse 21 katseisikut, kelle andmeid sai kasutada andmete analüüsimiseks. Kasutuskõlblike katsete protsent oli 86,46-100% vahemikus ($M = 96,67\%$). Keskmise täpsus ringide ülesandes oli 91,04% (suure ringi ülesandes 92,04% ja väikse ringi ülesandes 90,03%), keskmine täpsus ovaalide ülesandes oli 81,73%.

Pupilli andmete salvestamine ja eeltöötlemine

Pupilli andmete eeltöötlus toetub Kolnes jt (2019) lähenemisele. Kogu ülesande jooksul mõõdeti katseisiku paremat silma, salvestades pupilli suurust Eyelink 1000 (SR Research Ltd., 2010) masina abil, sagedusel 500 Hz. Pilgu asukoha kalibreerimine ja valideerimine viidi läbi esimesel eksperimendi plokil ja viiendal eksperimendi plokil. Pupilli andmeid eeltöödeldi ainult lõplikul valimil (21 katseisikut). Silmapilgutusi peeti automaatselt silma jälgimisseadme poolt puuduvateks andmeteks. Lisaks peeti pupilli suurust, mis oli väiksem kui 1500 „haardeulatus mõõtühikut“ (AU) Eyelink 1000 (Hayes & Petrov, 2016; SR Research Ltd., 2010) puuduvateks andmeteks (Kolnes jt, 2019). Kõik andmete aknad olid pikendatud mõlemas suunas 85 ms võrra. Kui pärast seda oli puuduvate andmete hulk katses üle 50%, siis kogu katse võeti andmekogust välja. Seejärel kasutati puuduvate andmete rekonstrueerimiseks lineaarset interpolatsiooni, mis olid lühemad kui 250 ms (Kret & Sjak-Shie, 2019). Selleks, et analüüsida, kuidas katses kasutatud stiimulid pupilli muutsid, registreeriti pupilli keskmine suurus fikseerimisperioodi ajal (250 ms periood ennem ringide ülesande algust) lahutades igal

TÄHELEPANU HAARDEULATUS JA PUPILLI SUURUS

katsekorral pupilli suuruse andmed selle uuringu jaoks. Igal katses osalejal oli pärast andmete viimist analüüsitavale kujule jäänud üle 50% andmetest pupilli kohta (keskmine pupilli andmete kadu oli 5,99%).

Tulemused

Reaktsiooniaeg

Esmalt mõõtsin korduvmõõtmiste ANOVAGA reaktsiooniaegade vahelisi seoseid, milles olid muutujateks ringi suurus (suur, väike) ja ovaali asukoht ekraani keskkohast (1° , $2,5^\circ$, 4°). Leidsin, et ringi peamõju on statistiliselt oluline ($F(1;20) 7,26$; $p = 0,014$; $\eta^2 = 0,025$). Väikse ringi puhul vastati üldiselt kiiremini ($M = 1,255$; $SD = 0,36$) kui suure ringi puhul ($M = 1,285$; $SD = 0,37$).

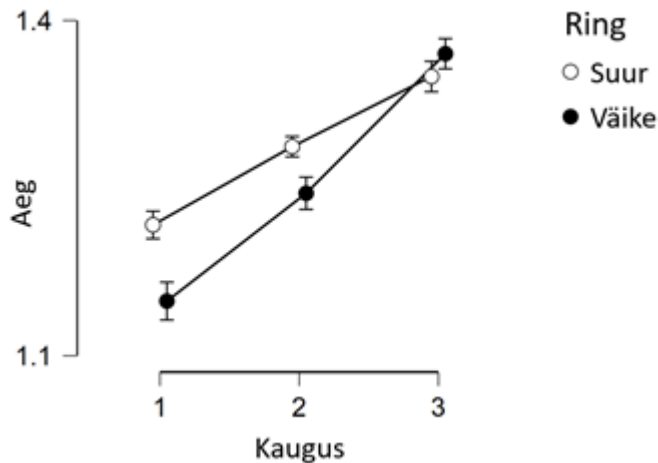
Lisaks leidsin, et ovaali peamõju on statistiliselt oluline ($F(1,62; 32,45) = 62,53$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,59$, $HF = 0,811$). Ovaalile kaugusel 1° vastati kõige kiiremini ($M = 1,183$; $SD = 0,37$), seejärel ovaalile kaugusel $2,5^\circ$ ($M = 1,266$; $SD = 0,365$) ja viimaks ovaalile kaugusel 4° ($M = 1,36$; $SD = 0,363$).

Viimaks leidsin, et ringi ja ovaali koosmõju oli samuti statistiliselt oluline ($F(1,44; 28,83) = 9,05$; $p = 0,002$; $\eta^2 = 0,039$, $GG = 0,721$), mis on olulisim tulemus reaktsiooniaegade puhul, kuna antud tulemus viitab sellele, et ringide manipulatsioon mõjutas tähelepanu ulatust. Katseisikutel kulus suure ringi ja ovaali (1°) asukoha leidmiseks 1,22 sekundit ($SD = 0,36$). Kui oli suur ring ja ovaal ($2,5^\circ$), siis oli reaktsiooniaeg 1,29 sekundit ($SD = 0,38$). Suure ringi ja ovaali (4°) asukohaga ekraani keskkohast oli reaktsiooniaeg 1,35 sekundit ($SD = 0,37$). Väikse ringi ja ovaali (1°) oli reaktsiooniaeg 1,15 sekundit ($SD = 0,38$), väikse ringi ja ovaali ($2,5^\circ$) oli 1,25 sekundit ($SD = 0,35$). Väikse ringi ja ovaali (4°) oli reaktsiooniaeg 1,37 sekundit ($SD = 0,36$).

Viisin läbi sõltuvate rühmade t-testi, et näha, kus ringi ülesannete ja ovaali ülesannete interaktsiooni puhul leiduvad statistiliselt olulised erinevused (Joonis 2). Selleks analüüsisin tulemusi post-hoc testiga ning leidsin, et suure ringi ($M = 1,217$; $SD = 0,364$) ja väikse ringi ($M = 1,149$; $SD = 0,376$) puhul, millele järgnes ovaal (1°) ülesanne, oli statistiliselt oluline (t

TÄHELEPANU HAARDEULATUS JA PUPILLI SUURUS

(20) = 3,865, $p < 0,001$, $d = 0,843$). Samuti oli statistiliselt oluline suure ringi ($M = 1,287$; $SD = 0,378$) ja väikse ringi reaktioaiaja ($M = 1,245$; $SD = 0,351$) erinevus, millele järgnes ovaal ($2,5^\circ$) ($t(20) = 2,274$, $p = 0,034$, $d = 0,496$). Statistilist erinevust suure ringi ja väikse ringi vahel polnud, millele järgnes ovaal (4°) ülesanne.



Joonis 2. Ringi ülesannete ja ovaali ülesannete vahelised reaktioaiajad.

Õiged ja valed vastused

Õigete ja valede vastuste analüüsimiseks viisin samuti läbi korduvmõõtmiste ANOVA. Leidsin, et ringi peamõju oli statistiliselt oluline ($F(1; 20) = 6,841$; $p = 0,017$; $\eta^2 = 0,013$). Väikse ringi puhul tehti vähem vigu, kus keskmine õigete vastuste protsent oli 85,38% ($SD = 9,004$) kui suure ringi puhul, kus õigete vastuste keskmine protsent oli 83,6% ($SD = 9,685$).

Ovaali peamõju oli samuti statistiliselt oluline ($F(2; 40) = 35,38$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,513$). Ovaali kaugusel 1° puhul tehti kõige vähem vigu ($M = 90,88$; $SD = 8,315$). Ovaal kaugusel $2,5^\circ$ ($M = 85,16$; $SD = 9,121$) tehti rohkem vigu kui ovaal kaugusel 1° ning ovaal kaugusel 4° tehti kõige rohkem vigu ($M = 77,42$; $SD = 10,596$). Post-hoc testiga oli näha, et erinevus oli ovaal (1°) ja ovaal ($2,5^\circ$) vahel ($p < 0,001$; $d = 0,777$), ovaal (1°) ja ovaal (4°) vahel ($p < 0,001$; $d = 1,829$) ning ovaal ($2,5^\circ$) ja ovaal (4°) vahel ($p < 0,001$; $d = 1,052$), mis näitas, et ovaali asukoht ekraanil mõjutas õigete ja valede vastuste osakaalu protsenti.

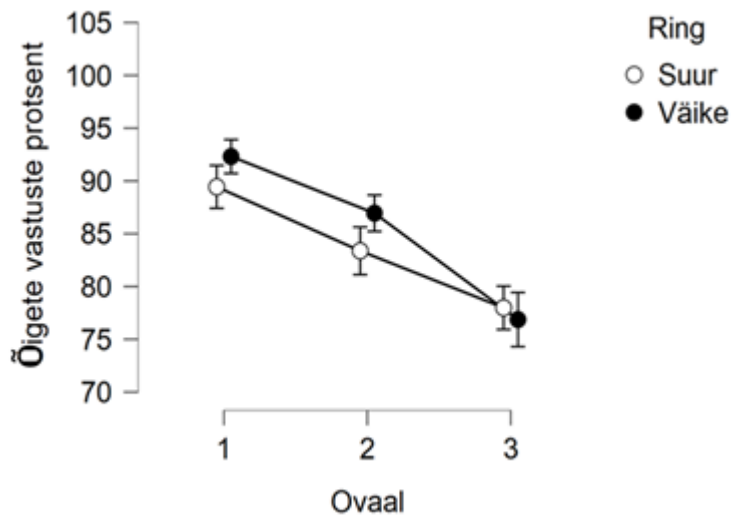
Ringi ja ovaali koosmõju ei olnud statistiliselt oluline ($F(2; 40) = 2,856$; $p = 0,07$; $\eta^2 = 0,018$) (Joonis 3).

TÄHELEPANU HAARDEULATUS JA PUPILLI SUURUS

Tabel 1

Keskmine reaktsiooniaeg ja õigete vastuste protsent ringi suuruse ja ovaali asukohaga ekraanist

Ring	Ovaali asukoht ekraani keskkohast	Keskmine reaktsiooniaeg	SD	Õigete vastuste protsent
Suur	Ovaal 1°	1.217	0.364	89,44%
	Ovaal 2,5°	1.287	0.378	83,38%
	Ovaal 4°	1.350	0.368	77,98%
Väike	Ovaal 1°	1.149	0.376	92,32%
	Ovaal 2,5°	1.245	0.351	86,95%
	Ovaal 4°	1.370	0.358	76,87%



Joonis 3. Katseisikute õigete vastuse protsent vastavalt ringi ja ovaali ülesannete kombinatsioonile.

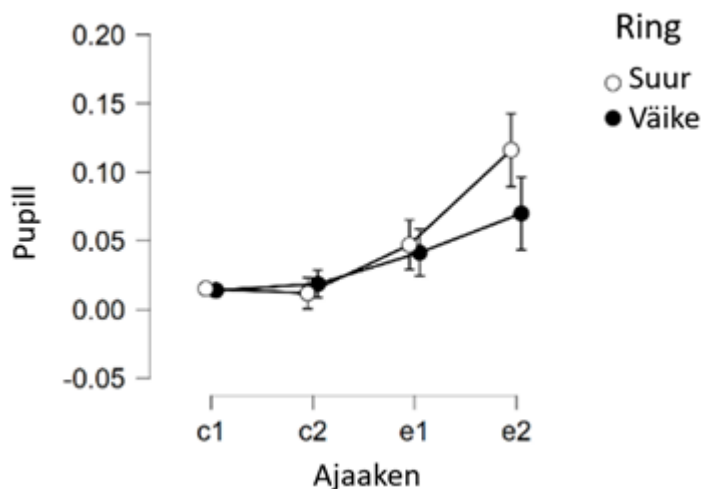
Pupilli suurus

Selleks, et näha, kuidas muutub katseisiku pupilli suurus vastavalt ülesannete kooslusele, viisin läbi korduvmõõtmiste dispersiooni analüüsi. Muutujateks olid ajaaknad (1 - ringide ülesanne 0-250 ms; 2 - ringide ülesanne 251-500 ms; 3 - ovaalide ülesanne 0-250 ms; 4 - ovaalide ülesanne 251-500 ms), ringi suurus ja ovaali asukoht ekraani keskkohast.

Ringi suurus ja ovaali asukoht oli jaotatud olenevalt ringi suurusest (suur, väike) ja ovaali asukohast (1° , $2,5^\circ$, 4°) nagu eelnevates andmeanalüüsid.

Ajaakna peamõju oli statistiliselt oluline ($F(3;60) = 3,894$; $p = 0,013$; $\eta^2 = 0,119$). Ajaakende ning ringi suuruse vaheline koosmõju oli statistiliselt oluline ($F(2,575;51,491) = 4,553$; $p = 0,009$; $\eta^2 = 0,009$; $HF = 0,858$), mis näitab, et ringi suurus mõjutas pupilli suurust (Joonis 7). Teised efektid ei olnud analüüsis olulised.

Viisin läbi sõltuvate rühmade t-testi, selleks, et võrrelda ringide lõikes pupilli suurust ajaakende kaupa. Selleks analüüsisin tulemusi post-hoc testitega ning leidsin, et erinevus on neljandas ajaaknas, kuid teistes ajaakendes erinevust ei leidnud. Leidsin, et neljandas ajaaknas, kus ovaali ülesandele järgnes suur või väike ring, oli näha statistilist olulisust ($t(20) = 3,187$, $p = 0,048$, $d = 0,052$).



Joonis 4. Pupilli suurus ringide lõikes ajaakende kaupa.

Arutelu

Uurimistöö eesmärgiks oli mõista, kas pupilli suurus muutub vastavalt tähelepanu haardeulatusele. Selle uurimiseks viisime läbi katse, kus olid ühendatud kaks ülesannet: ringide ülesanne laia ja kitsa tähelepanu indutseerimiseks (Goodhew jt, 2016) ja tuvastamisülesanne tähelepanu ulatuse kontrollimiseks (Joonis 1). Uuringu läbi viimiseks kasutati silmaandmete mõõtmisvahendit EyeLink 1000 (SR Research Ltd., 2010). Selleks, et leida seoseid tähelepanu haardeulatuse ja pupilli suuruse vahel, viidi läbi korduvmõõtmiste dispersioonanalüüsid kolme sõltuva muutujaga: katseisikute reaktsiooniaeg, õigete ja valede vastuste osakaal ülesandeid sooritades ning pupilli suurus. Katse peamiseks eelduseks oli, et laiema tähelepanu ulatuse induktsiooni korral (ülesanded, kus esitati ekraanile suurem ring) on pupill suurem kui kitsa tähelepanu induktsiooni korral (ülesanded, kus esitati ekraanile väiksem ring). Leidsime, et ringi ülesande viimases ajaaknas oli oodatud erinevus, mis kinnitab osaliselt esimest hüpoteesi.

Töö teise hüpoteesi kinnitamiseks, kus tahtsime veenduda, et ringide ülesanne tõepoolest mõjutab tähelepanu haardeulatust, viisime läbi manipulatsiooni kontrolli, uurides katseisikute reaktsiooniaegu ja vastuste täpsust. Eelduseks oli, et reaktsiooniajad tuvastamisülesandes sõltuvad tähelepanu ulatuse induktsioonist. Esiteks eeldasime, et tuvastamisülesandes reaktsiooniajad suurenevad ja vigade arv suureneb sihtmärk stiimuli kaugusega ekraani keskkohast. See eeldus leidis kinnitust ning näitab, et katse töötas. Teiseks eeldasime, et reaktsiooniaegade ja vigade arvu suurenemine tuvastamisülesandes vastavalt sihtmärk stiimuli kaugusele sõltub tähelepanu ulatuse manipulatsioonist. See hüpotees sai osaliselt kinnitatud, kuid mitte täielikult. Väikse tähelepanu haardeulatuse korral vastati kiiremini ning tehti vähem vigu kui sihtmärk stiimul tuvastamisülesandes oli kaugusel 1° või $2,5^\circ$. Ringi ja ovaali koosmõju puhul tuli välja erinevus, et suure ringi ja väikse ringi puhul, millele järgnes ovaal (1°) või ovaal ($2,5^\circ$), reageeriti kiiremini ovaali ülesandele, kui eelnes suure ringi ülesanne ehk laia tähelepanu induktsiooni korral reageeriti kiiremini ovaali asukoha tuvastamisel.

Sarnaselt reaktsiooniaegade analüüsile leidsime õigete ja valede vastuste analüüsimisel, et ringi peamõju ja ovaali peamõju omasid efekti. Suure ringi puhul tehti vähem vigu kui väikse ringi ülesandes. Ovaali ülesannete puhul tehti kõige vähem vigu, kui ovaal asus (1°) ekraani keskkohast. Antud tulemused näitavad, et ringi ja ovaali asukoht ekraanil mõjutas katseisikute

TÄHELEPANU HAARDEULATUS JA PUPILLI SUURUS

vastuste täpsust. Kuid ringi ja ovaali koosmõjul olulist erinevust polnud, seega õigete ja valede vastuste analüüs ei toetanud meie teist hüpoteesi. Tulevikus võiks uurimust korrata, testides ülesannetes kaugemaid ovaali asukohti, selleks, et leida, kas laiema tähelepanu haardeulatuse korral vastatakse täpsemalt ja kiiremalt. Antud uuringu tulemused demonstreerisid vaid osaliselt mõju olemasolu.

Töö peamistele tulemustele toetudes saab öelda, et laiema tähelepanu haardeulatuse korral on pupilli suurus rohkem laienenud kui kitsa tähelepanu haardeulatuse korral, kus leidsime, et viimases ajaaknas oli pupilli suurus väiksem, kui esitati väikse ringi ülesanne ning suurem pupill, kui esitati suure ringi ülesanne. Varasematest uuringutest on leitud, et väike ajend peaks tekitama kitsa tähelepanu haardeulatuse ning suur ajend peaks esile kutsuma laiema tähelepanu haardeulatuse (Goodhew jt, 2016; Ronconi jt, 2014). Samuti toetab sellist tulemust varasem uurimus, kus Daniels jt (2012) leidsid, et pupilli suurus sõltub tähelepanu haardeulatusest.

Peamine puudus antud tulemuse puhul on see, et erinevust oli näha ainult viimases ajaaknas. Tulemused oleksid olnud veenvamad, kui erinevust oleks näha olnud ringide ülesandes. Kuna pupilli reaktsiooniaeg on umbes 250 ms, oleks erinevust võinud näha juba ringide ülesande lõpus ehk teises ajaaknas (ringide ülesanne 251-300 ms). See, et erinevust oli näha alles ovaalide ülesande lõpus, võib viidata sellele, et üks laia tähelepanu ulatuse induktsioon nõudis rohkem vaimset pingutust ovaalide vastamise ülesandel. Antud analüüs ei suuda seda seletust välistada. Seega saame ainult öelda, et antud tulemus viitab sellele, et tähelepanu haardeulatus mõjutab pupilli suurust. Selleks, et esimest hüpoteesi kinnitada, peaks tegema tulevikus põhjalikumaid analüüse ning täiendavaid katseid.

Uuringu piirangud

Antud töö raames me ei kontrollinud analüüsides silmaliigutusi, mis võisid tulemusi mõjutada. Võimalik, et silmade liikumine võis erineda tingimuste lõikes, kus suure ringi puhul vaadati rohkem ääri, mis olid kaugemal ekraani keskkohast kui väikse ringi puhul. Selleks, et paremini uurida tähelepanu haardeulatuse ja pupilli suuruse seost, tuleks arvestada silmaliigutusi, kuna silmade liikumine ekraani keskkohast kaugemale mõjutab pupilli suurust (Mathôt, 2018) või selle mõõtmist (Hayes & Petrov, 2016).

Samuti uuringu piiranguteks oli see, et analüüs vaatas ajaaknaid, mis ei mõõtnud piisavalt sujuvalt pupilli liikumist ajas. Tulevastes uuringutes oleks kasulikum kasutada

TÄHELEPANU HAARDEULATUS JA PUPILLI SUURUS

keerulisemat mudelit. Näiteks van Rijn (2019) on näidanud, et pupilli andmete analüüsimiseks sobib hästi GAMM mudelid (lineaarne üldistatud mudel), mis võimaldab analüüsida mittelineaarseid seoseid terve katsekorra lõikes. Sellised mudelid võimaldavad ka statistiliselt kontrollida silmaliigutustest tingitud muudatusi pupilli suurusel.

Kokkuvõte

Kinnitasin oma uurimistöös seost tähelepanu haardeulatuse ja pupilli suuruse vahel. Uuringu hüpoteesideks oli, et laiema tähelepanu ulatuse induktsiooni korral on pupill suurem kui kitsa tähelepanu induktsiooni korral. Samuti kontrolliti katseisikute reaktsiooniga ja vastuste täpsust. Selleks viidi läbi Eyelink 1000 (SR Research Ltd., 2010) silmaandmete mõõtmisvahendiga katse. Manipulatsiooni kontrolliks mõõdeti katseisikute reaktsiooniga ning õigete ja valede vastuste osakaalu ülesannete sooritamisel. Suurema tähelepanu haardeulatuse korral oli pupill suurem kui kitsa tähelepanu haardeulatuse korral. Võib järeldada, et pupilli suurus muutub vastavalt tähelepanu haardeulatusele, kuid tulevikus võiks uurimust korrata, testides ülesannetes kaugemaid ovaali asukohti. Samuti oleks järgnevates uuringutes ja käesolevate andmete põhjalikumal analüüsimisel soovitatav kasutada keerulisemat mudelit, et kontrollida silmade asukohast tingitud erinevusi pupilli suurusel.

Kirjanduse loetelu

- 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*(6). <https://doi.org/10.3758/s13428-018-1033-8>
- Dale, G., & Arnell, K. M. (2013). Investigating the stability of and relationships among global/local processing measures. *Attention, Perception, and Psychophysics*, *75*(3). <https://doi.org/10.3758/s13414-012-0416-7>
- Daniels, L. B., Nichols, D. F., Seifert, M. S., & Hock, H. S. (2012). Changes in pupil diameter entrained by cortically initiated changes in attention. *Visual Neuroscience*, *29*(2). <https://doi.org/10.1017/S0952523812000077>
- 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>
- Eldar, E., Niv, Y., & Cohen, J. D. (2016). Do You See the Forest or the Tree? Neural Gain and Breadth Versus Focus in Perceptual Processing. *Psychological Science*, *27*(12). <https://doi.org/10.1177/0956797616665578>
- Goodhew, S. C., Shen, E., & Edwards, M. (2016). Selective spatial enhancement: Attentional spotlight size impacts spatial but not temporal perception. *Psychonomic Bulletin and Review*, *23*(4). <https://doi.org/10.3758/s13423-015-0904-6>
- Hayes, T. R., & Petrov, A. A. (2016). Mapping and correcting the influence of gaze position on pupil size measurements. *Behavior Research Methods*, *48*(2). <https://doi.org/10.3758/s13428-015-0588-x>
- Kliegl, K. M., Watrin, L., & Huckauf, A. (2015). Duration perception of emotional stimuli: Using evaluative conditioning to avoid sensory confounds. *Cognition and Emotion*, *29*(8). <https://doi.org/10.1080/02699931.2014.978841>
- Kolnes, M., Naar, R., Allik, J., & Uusberg, A. (2019). Does goal congruence dilate the pupil over and above goal relevance? *Neuropsychologia*, *134*. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2019.107217>

TÄHELEPANU HAARDEULATUS JA PUPILLI SUURUS

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>

Mathôt, S. (2018). Pupillometry: Psychology, Physiology, and Function. *Journal of Cognition*, *1*(1). <https://doi.org/10.5334/joc.18>

Perfect, T. J., Weston, N. J., Dennis, I., & Snell, A. (2008). The effects of precedence on Navon-induced processing bias in face recognition. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *61*(10). <https://doi.org/10.1080/17470210802034678>

Ronconi, L., Basso, D., Gori, S., & Facoetti, A. (2014). TMS on right frontal eye fields induces an inflexible focus of attention. *Cerebral Cortex*, *24*(2). <https://doi.org/10.1093/cercor/bhs319>

SR Research, 2010. Eyelink 1000 Users Manual, Version 1.5.2. SR Research Ltd, Mississauga, ON.

van der Wel, P., & van Steenbergen, H. (2018). Pupil dilation as an index of effort in cognitive control tasks: A review. In *Psychonomic Bulletin and Review* (Vol. 25, Issue 6). <https://doi.org/10.3758/s13423-018-1432-y>

van Rij, J., Hendriks, P., van Rijn, H., Baayen, R. H., & Wood, S. N. (2019). Analyzing the Time Course of Pupillometric Data. *Trends in Hearing*, *23*. <https://doi.org/10.1177/2331216519832483>

TÄHELEPANU HAARDEULATUS JA PUPILLI SUURUS

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.

Karolin Kippasto