

**KATSEEN SUUNNAN MUUTOKSEN HAVAITSEMINEN:
AIVOJEN HERÄTEVASTETUTKIMUS KATSEKONTAKTIN
MERKITYKSESTÄ MUUTOSSOKEUSTILANTEESSA**

**Milla Maaria Ojala
Pro Gradu -tutkielma
Ohjaaja: Pessi Lyyra
Psykologian laitos
Jyväskylän yliopisto
Toukokuu 2013**

JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO

Psykologian laitos

OJALA, MILLA MAARIA: Katseen suunnan muutoksen havaitseminen: Aivojen herätevastetutkimus katsekontaktin merkityksestä muutossokeustilanteessa

Pro Gradu-tutkielma, 28 s.

Ohjaaja: Pessi Lyyra

Psykologia

Toukokuu 2013

TIIVISTELMÄ

Katse on yksi ihmisen merkittävimmistä keinoista välittää sosiaalista informaatiota. Useissa tutkimuksissa on todettu, että katsekontakti vetää ihmisen tarkkaavaisuuden puoleensa muita katseen suuntia paremmin. Tutkimuksessamme pyrimme selvittämään, korostuuko katsekontaktin merkitys esitietoiselle ja tietoiselle havaitsemiselle myös näkökentän periferiassa esitetyssä muutostilanteessa. Tutkimme alkavan katsekontaktin (muutostilanteen jälkeinen kohti katsova katse) tietoista havaitsemista käyttäytymistason tutkimuksella, jossa selvitimme muutoksen havaitsemisen tarkkuutta ja nopeutta. Alkavan katsekontaktin esitietoista havaitsemista tutkimme aivojen P100-, N170- ja P300-herätevasteiden avulla muutossokeustilanteessa.

Tulostemme mukaan alkava katsekontakti havaittiin sivulle kääntyvää katsetta tehokkaammin, ja kääntyneen katseen suunnalla oli merkitystä havaitsemiselle. Katsekontakti sai aikaan suuremman P100-, N170- ja P300-vasteen muutoskuvalle kuin ei-muutosta -kuvalle toisin kuin sivulle kääntyvä katse. Tulostemme mukaan alkava katsekontakti prosessoidaan aivotasolla jo varhain eri tavoin kuin sivulle kääntyvä katse, vaikka muutosta ei tietoisesti havaittaisi. Tuloksemme tukevat teoriaa katseen suunnan muutoksen esitietoisesta havaitsemisen vaikuttamisesta muutoksen tietoiseen havaitsemiseen. Näyttää siltä, että sosiaalinen sisältö vaikuttaa ihmisen tarkkaavaisuuden suuntautumiseen, eikä muutoksen havaitseminen siten ole sattumanvaraista.

AVAINSANAT: katse, katseen suunta, katsekontakti, muutossokeus, P100, N170, P300

SISÄLTÖ

1. JOHDANTO	4
1.1. Katseen erityinen rooli havaitsemiselle	4
1.2. Katsekontaktin havaitseminen	5
1.3. Katseen havaitsemiseen liittyvät herätevasteet	6
1.3.1. P100	6
1.3.2. N170	7
1.3.3. P300	8
1.4. Puutteet katseen suuntien havaitsemista koskevassa tutkimustiedossa	8
1.5. Tutkimuksen hypoteesit ja tavoitteet	10
2. MENETELMÄT	12
2.1. Tutkittavat	12
2.2. Ärsykkeet	12
2.3. Kokeen toteutus	13
2.4. Laitteet, mittarit ja analyysit	13
2.4.1. Käyttäytymistason tutkimus	14
2.4.2. Aivojen herätevastetutkimus	14
3. TULOKSET	16
3.1. Käyttäytymistason tulokset	16
3.1.1. Muutoksen havaitsemisen tarkkuus	16
3.1.2. Vastausnopeus	17
3.1.3. Muutoksen esittämispaikan vaikutus havaitsemiseen	17
3.2. Aivojen herätevastetutkimuksen tulokset	18
3.2.1 P100	18
3.2.2. N170	18
3.2.3. P300	18
4. POHDINTA.....	20
LÄHTEET.....	26

1. JOHDANTO

1.1. Katseen erityinen rooli havaitsemiselle

Ihmisillä on synnynnäinen herkkyys havaita katsetta ja sen välittämää sosiaalista informaatiota (Maurer, 1985). Ihmissilmän erityislaatuiset ominaisuudet helpottavat ihmisen katseen suuntien havaitsemista. Silmäaukon koko on suuri ja muoto vaakatasossa soikea. Silmän kovakalvossa ei ole lainkaan pigmenttiä, minkä vuoksi silmän tumma värikalvo erottuu selvästi silmävalkuaista vasten. Voidaankin sanoa, että ihmissilmät ovat rakenteeltaan ihanteelliset katseen suuntien avulla kommunikointiin (Kobayashi & Kohshima, 2001).

Silmien erityisten ominaisuuksien lisäksi myös ihmisaivoilla on todettu olevan ominaisuuksia, jotka kertovat katseen tärkeästä roolista havaitsemisen kannalta. Ihmisiltä on löydetty aivoalueita, jotka on toistuvasti yhdistetty nimenomaan kasvojen ja katseen havaitsemiseen. Aivokuoren superior temporal sulcus eli STS-alue ja sen lähialueet ovat keskeisiä osia sosiaaliselle tarkkaavaisuudelle. STS reagoi käsien ja kehon liikkeiden, silmien ja suun ja muun biologisen liikkeen havaitsemiseen (Frischen, Bayliss, & Tipper, 2007). STS reagoi myös katseen suuntaan sekä staattisissa että dynaamisissa tilanteissa (Frischen ym., 2007), ja se sisältää erilliset edustukset kasvon ilmeiden ja kääntyneen katseen havaitsemiselle (Engell & Haxby, 2007). Katseen havaitseminen herättää aktiivaatiota STS:n lisäksi intraparietaalisessa uurteessa sijaitsevassa spatiaalisessa kognitiojärjestelmässä, joka koodaa toisen henkilön katseen suuntaa ja ohjaa katsojan omaa tarkkaavaisuutta samaan suuntaan (Hoffman & Haxby, 2000). Myös manteliumakkeella on suuri rooli kasvojen havaitsemisen sosiaalisessa puolessa, etenkin, kun kasvojen sisältämä sosiaalinen informaatio kertoo potentiaalisesta uhasta (Haxby, Hoffman, & Gobbini, 2002).

Katseen erityisestä roolista kommunikoinnin välineenä kertovat sen monipuoliset tehtävät sosiaalisessa kanssakäymisessä. Katsetta voidaan käyttää mm. vuorojen jakamiseen keskustelussa, läheisyyden ilmaisuna tai sosiaalisen kontrollin välineenä (Kleinke, 1986). Katse voi kertoa tarkkailtavan senhetkisistä kiinnostuksenkohteista (Driver ym., 1999), ja katse antaa tietoa siitä, mitä tarkkailumme kohteena oleva henkilö voisi tehdä seuraavaksi

(Hietanen, 2006). Katseen suunnan on myös havaittu vaikuttavan erilaisten emotionaalisten kasvonilmeiden tunnistamiseen (Adams & Kleck, 2003). Katseen havaitseminen aiheuttaa automaattista tarkkaavaisuuden siirtymistä, mikä mahdollistaa toisen ihmisen tarkkaavaisuuden suuntautumisen huomioimisen ja oman tarkkaavaisuutemme siirtämisen tämän vihjeen mukaan (Driver ym., 1999; Hietanen, 2006). Katseen aiheuttama automaattinen tarkkaavaisuuden suuntautuminen on niin voimakasta, että sitä on todettu jopa neglect-potilailta suuntaan, jonka he yleensä jättävät huomiotta (Vuilleumier, 2002).

1.2. Katsekontaktin havaitseminen

Useissa tutkimuksissa on todettu, että katsekontakti havaitaan muita katseen suuntia paremmin. Kyky havaita katsekontakti tehokkaasti on voinut kehittyä, koska katsekontakti saattaa olla merkki saalistajan huomiosta. Tällöin katsekontaktin havaitseminen on ollut tärkeä kyky selviytymisen kannalta (Emery, 2000). Katsekontakti koetaankin usein pelottavana ja merkinä uhasta (Driver ym., 1999). Katsekontakti voi kuitenkin kertoa uhan sijaan esimerkiksi kiinnostuksesta tai halusta olla muulla tavoin kanssakäymisessä havaittajan kanssa (Langton, Watt, & Bruce, 2000), ja se voi olla merkki kiintymyksestä esimerkiksi rakastavaisten välillä (Driver ym., 1999). Katsekontaktin on myös todettu aktivoivan mielen teoriaan liitettyjä aivoalueita. Aktivaatio mielenteorian aivoalueilla kertoo katsekontaktin tärkeästä roolista sosiaalisessa kanssakäymisessä (Conty, N'Diaye, Tijus, & George, 2007).

Katsekontakti havaitaan jo syntymästä lähtien muista katseen suunnista poikkeavasti. Farroni, Massaccesi, Menon ja Johnson (2007) tutkivat katseen suunnan vaikutusta kasvojen havaitsemiseen vauvaikäisillä. Tutkimuksen mukaan jo pienet lapset reagoivat eri tavoin eri katseen suuntiin pitäen kohti katsovia kasvoja muita kiinnostavimpina.

Katsekontaktin merkitys on korostunut myös aikuisilla toteutetuissa tutkimuksissa. Visuaalisen etsintätehtävän aikana kohti katsovat silmät havaitaan paremmin kuin pois kääntyneet silmät (mm. Conty, Tijus, Hugueville, Coelho, & George, 2006; Frischen ym., 2007). Conty ym. (2006) tutkivat katseen suuntien havaitsemista visuaalisessa etsintätehtävässä vaihdellen ärsykkeenä esitetyn pään asentoa (suora tai käännetty pää) ja

näkökenttää, jossa ärsyke esitettiin (oikea tai vasen). Tutkimuksen mukaan suorat katsekontaktit löydettiin häiriöärsykkeiden seasta hyvin nopeasti ja tehokkaasti pään asennosta ja näkökentästä riippumatta. Pään asento ja näkökenttä vaikuttivat kuitenkin suuresti kääntyneen katseen havaitsemiseen. Suoran katsekontaktin tapauksessa pään asennolla oli merkitystä havaitsemiselle ainoastaan silloin, kun ärsyke oli esitetty näytön vasemmalla puolella.

Hietanen, Leppänen, Peltola, Linna-Aho ja Ruuhiala (2008) tutkivat katseen suunnan vaikutusta lähestymis-välttämiskäyttäytymiseen. He tutkivat etuotsalohkojen epäsymmetristä aktiivisuutta, kun tutkittavalle näytettiin henkilöitä, jotka katsoivat joko heitä kohti tai heistä poispäin. Tulokset osoittivat, että toisen henkilön katsekontakti sai aikaan suurempaa aktivaatiota vasemmassa, lähestymiskäyttäytymiseen liitettyssä etuotsalohkossa. Poispäin kääntynyt katse puolestaan aiheutti suurempaa aktivaatiota oikeassa, välttämiskäyttäytymiseen liitettyssä otsalohkossa. Katsekontakti herätti myös kääntynyttä katsetta suurempaa hermoston aktivaatiota ihon sähkönjohtavuusvasteilla mitattuna. Nämä tulokset vahvistavat oletusta siitä, että katsekontakti toimii tärkeänä sosiaalisena vihjeenä havaitsijaan itseensä kohdistuvasta käyttäytymisestä.

Conty ym. (2007) tutkivat katseen suuntien varhaista prosessointia. Heidän tutkimuksessaan todettiin, että katsekontakti herätti kääntynyttä katsetta laajempaa aktiivisuutta aivoissa. He perustelivat tulosta sillä, että suora katsekontakti on monipuolinen informaation lähde, jonka havaitseminen vaatii enemmän aivoaktiivisuutta kuin muiden katseen suuntien havaitseminen. Vaikuttaa siltä, että katsekontakti on muita katseen suuntia tärkeämpi sosiaalinen vihje. Katsojan suhteesta muihin ihmisiin ja ympäristöön kertovaa kääntynyttä katsetta ei voida pitää yhtä merkittävänä sosiaalisena informaationa tarkkailijan kannalta kuin tarkkailijan ja katsojan välisestä suhteesta kertovaa katsekontaktia.

1.3. Katseen havaitsemiseen liittyvät herätevasteet

1.3.1. P100

Katseen varhainen prosessointi alkaa jo noin 100 ms ärsykkeen näkemisestä (Herrmann, Ehrlis, Ellring, & Fallgatter, 2005). P100-vasteella tarkoitetaan noin 100 millisekuntia

ärsykkeen esittämisen jälkeen esiintyvää, kasvoille herkkää positiivista aiovastetta. P100-vaste paitsi kuvastaa kasvojen varhaista erottelua muista ärsykkeistä, myös kertoo katseen suuntien erilaisesta prosessoinnista jo varhaisessa vaiheessa. Klucharev ja Sams (2004) saivat suurempia vasteita katsekontaktille kuin kääntyneelle katseelle jo 85 millisekuntia ärsykkeen esittämisestä. He olettivat tuloksen viittaavaan tarkkaavaisuuden kohteena olevan katsekontaktin kääntynyttä katsetta nopeampaan prosessointiin. Katsekontaktin ja käännetyin katseen välinen amplitudiero oli kuitenkin tilastollisesti merkitsevä ainoastaan katsekontaktin ja oikealle kääntyneen katseen välillä.

1.3.2. N170

N170-vaste on noin 170 millisekunnin kohdalla ärsykkeen esittämisestä esiintyvä negatiivinen aiovaste. N170-vaste liitetään yleisesti kasvojen, etenkin katseen havaitsemiseen, ja sen on todettu reagoivan eri tavoin eri katseen suunnille. Pucen, Smithin ja Allisonin (2000) tutkimuksessa todettiin, että N170-vaste oli merkitsevästi suurempi ja aikaisempi poispäin kääntyvälle kuin kohti kääntyvälle katseelle. Taylorin, Itierin, Allisonin ja Edmondsin (2001) tutkimuksessa suoraan katsovat silmät ja sivulle katsovat silmät eivät kuitenkaan aiheuttaneet amplitudi- tai latenssieroja N170-vasteessa Pucen ym. (2000) tuloksista poiketen. Contyn ym. (2007) samoin kuin Itier, Alain, Kovacevic ja McIntoshin (2007) tutkimuksissa katsekontaktin havaitseminen sai aikaan suuremman ja viivästyneemmän N170-vasteen kuin kääntyneen katseen havaitseminen.

Myös Watanabe, Miki ja Kakigi (2002) tutkivat katseen suunnan vaikutusta kasvojen havaitsemiseen. Heidän tutkimuksessaan suoraan katsoville silmille ja vasemmalle sekä oikealle kääntyneille silmille syntyi suuri negatiivinen komponentti n. 190 - 200 ms välillä sekä T5 että T6 kanavilla mitattuna, mikä ilmiönä vastaa muiden tutkimusten N170-vastetta. N190 (T6) amplitudit olivat merkitsevästi suuremmat kääntyneelle katseelle kuin katsekontaktille. Ero tuli selkeimmin esiin verrattaessa katsekontaktia ja oikealle kääntynyttä katsetta.

Tutkimustulosten keskinäistä ristiriitaisuutta saattaa selittää toisistaan poikkeavat koeasetelmat, joissa on esimerkiksi käytetty katsekontaktia alkutilanteessa kontrollikuvana, jonka jälkeen katse on kääntynyt ensin sivulle ja sitten takaisin keskelle, tai joissa liike on ollut suurempaa katseen kääntyessä sivulle kuin katseen kääntyessä kohti (George &

Conty, 2008). Muun muassa näistä syistä nykyisen tutkimustiedon valossa on vaikeaa arvioida herätevasteiden todellisia eroja eri katseen suuntia havaittaessa.

N170-vasteen on todettu reagoivan katseen suuntien lisäksi myös muutoksiin kasvoniilmeissä. Miyoshin, Katayaman ja Morotomin (2004) tulosten mukaan kasvoniilmeen muutos kahden kuvan välillä aiheutti suuremman N170-vasteen kasvokuvalle, jossa muutos oli tapahtunut. On mahdollista, että N170-vaste reagoi kyseisessä tutkimuksessa nimenomaan muutostilanteeseen.

1.3.3. P300

Kolmas erityisesti katseen suunnan havaitsemiseen liitetty aivovaste on niin kutsuttu P300-vaste. Nimensä mukaisesti se on noin 300 millisekuntia ärsykkeen esittämisestä syntyvä positiivinen aivovaste. Contyn ym. (2007) tutkimuksessa P300-vaste esiintyi 250 ms ja 450 ms välillä. P300-vasteen amplitudi oli suurempi kohti kuin sivulle kääntyvälle katseelle. Klucharev ja Samsin (2004) katseen suunnan ja kasvoniilmeiden prosessoinnin vuorovaikutukseen keskittyvässä tutkimuksessa ilmeiden ja katseen suunnan yhteisvaikutukset alkoivat näkyä eroina 300 millisekunnin kohdalla. Vaste oli silloin suurempi katsekontaktille kuin kääntyneelle katseelle etenkin, jos katsojan ilme oli vihainen. P300-vasteen on todettu olevan yhteydessä myös vastausvarmuuteen. Mikäli ärsyke sai aikaan suuremman P300-vasteen, ärsykkeellä oli suurempi todennäköisyys tulla huomatuksi (Nieuwenhuis, Aston-Jones, & Cohen, 2005).

1.4. Puutteet katseen suuntien havaitsemista koskevassa tutkimustiedossa

Katseen suuntien havaitsemista on tutkittu paljon. Tutkimusasetelmissä on kuitenkin keskitytty tilanteisiin, joissa katseärsykkeet on esitetty staattisesti, tietoisien tarkkaavaisuuden kohteena. Muutostilanteen merkitystä katseen havaitsemiselle on tutkittu vain vähän. On kuitenkin mahdollista, että herkkyys katseen havaitsemiseen liittyy nimenomaan herkkyteen havaita silmien liikkeitä (Taylor ym., 2001). Mason, Tatkov ja Macrae (2005) halusivat ottaa tämän huomioon tutkimusasetelmassaan. He tutkivat katseviihjeiden merkitystä sosiaaliselle kognitiolle käyttämällä tutkimuksessaan katseen suunnan muutostilanteita. Heidän tulostensa mukaan katseen suunnan muutoksen suunta voi vaikuttaa ihmisten arviointiin toisista henkilöistä. Miestutkittavat arvioivat

miellyttävimmiksi niiden kuvien henkilöt, joiden tarkkaavaisuus suuntautui heitä kohti. Naistutkittavilla vastaava yhteyttä ei löytynyt. Mason ym. (2005) totesivat, että toisen ihmisen kohti kääntyvän katseen havaitseminen luultavasti laukaisee useita prosesseja, jotka liittyvät ihmisen tapaan arvioida ja tulkita muita henkilöitä. Jos henkilön havaitaan kääntävän katseensa kohti, hänet koetaan miellyttävämpänä ja viehättävämpänä kuin jos hänen nähdään kääntävän katseensa pois. Samansuuntaisia tuloksia on kuitenkin saatu myös tutkimusasetelmissa, joissa on käytetty muutostilanteiden sijaan staattisia tilanteita. Strick, Holland ja van Knippenberg (2008) havaitsivat tutkimuksessaan, että viehättävien kasvojen katsekontakti lisäsi positiivisia arviointeja kääntyneeseen katseeseen verrattuna. Tämän vuoksi Masonin ym. (2005) tulokset eivät yksin anna luotettavaa tietoa juuri muutostilanteen merkityksestä toisen ihmisen arvioinnissa. Heidän tutkimuksensa ei myöskään anna tietoa muutostilanteen merkityksestä katseen suunnan havaitsemiselle yleisellä tasolla.

Myös Contyn ym. (2007) tutkimuksessa on otettu huomioon muutostilanteen vaikutus katseen suuntien havaitsemiselle, mutta samoin kuin Masonin ym. (2005) tutkimuksessa myös heidän tutkimusasetelmassaan ärsykkeet on esitetty toista yleistä tutkimuskäytäntöä mukailien sentraalisesti, tietoisien tarkkaavaisuuden kohteena (kuten myös Calder ym., 2001; Farroni ym., 2006; Watanabe ym., 2002). Tutkimuksissa, joissa ärsykeitä ei ole esitetty sentraalisesti, on käytetty visuaalisen etsinnän tehtäviä, joissa etsintäaika ei ole rajattu (mm. Conty ym., 2006 ; Frischen ym., 2007). Molemmissa asetelmissa tutkimus on keskittynyt katseen suuntien tietoisien tason havaitsemiseen, jolloin ei ole saatu tietoa siitä, millaista katseen suuntien esitietoinen havaitseminen on.

Chen ja Yeh (2012) puolestaan selvittivät katseen suuntien esitietoista havaitsemista käyttäen tutkimuksessaan *continuous flash suppression* –paradigmaa, jossa yhdelle silmälle esitettiin katseen suunnan ja kasvojen ilmeen suhteen erilaisia kasvokuvia, samalla kun dynaaminen maski teki kuvat näkymättömäksi toiselle silmälle. Tällaisessa koeasetelmassa katseen tietoinen havaitseminen pitkittyy ja havaitsemisen kannalta tärkeimmät ärsykkeet havaitaan nopeimmin. Tulosten mukaan katsekontakti havaittiin kääntynyttä katsetta nopeammin kasvojen ilmeestä riippumatta, mikä viittaa siihen, että katse voidaan prosessoida tiedostamattomasti. Tässä tutkimuksessa ei kuitenkaan otettu huomioon muutostilanteen vaikutusta, vaan koeasetelmassa käytettiin useiden muiden tutkimusten tapaan staattisia ärsykeitä.

Katseen suuntien havaitsemisen aiemmat tutkimukset eivät anna tietoa siitä, kuinka tietoisien tarkkaavaisuuden ulkopuolella esitetty muutostilanne vaikuttaa katseen suuntien havaitsemiseen. Myöskään tietoa siitä, kuinka katseen suunnan muutoksen havaitsemisen esitietoinen taso vaikuttaa havaitsemisen tietoiseen tasoon, ei ole. Tällainen tutkimus kuitenkin syventäisi merkittävästi ymmärrystä ihmisen sosiaalisen tarkkaavaisuuden laadusta. Katseen suunnan muutoksen havaitsemisen tutkimus tilanteessa, jossa katseärsyke ei ole tietoisien tarkkaavaisuuden kohteena, antaisi tärkeää tietoa siitä, millainen sosiaalisen informaation muutos vetää ihmisen tarkkaavaisuuden parhaiten puoleensa.

1.5. Tutkimuksen hypoteesit ja tavoitteet

Tutkimuksessamme halusimme ottaa huomioon aiemman tutkimustiedon puutoskohdat hyödyntämällä dynaamista tutkimusasetelmaa, joka mittaa katseen suunnan muutoksen esitietoista ja tietoista havaitsemista. Esitimme katseärsykkeet näkökentän periferiassa, jolloin ne eivät olleet suoran tarkkaavaisuuden kohteina. Hyödynsimme tutkimuksessamme aiemmista tutkimusasetelmista poiketen muutossokeusparadigmaa. Muutossokeudella tarkoitetaan ihmisten vaikeutta havaita muutoksia kahden lähes identtisen kuvan välillä, kun kuvat on esitetty peräkkäin ja erotettu jollakin häiriötekijällä, omassa tutkimuksessamme tyhjällä intervallikuvalla. Tällaisissa tilanteissa ihmisten tarkkaavaisuus kiinnittyy kuvan oleellisiin asioihin joko nopeammin tai useammin kuin epäoleellisiin asioihin, minkä vuoksi ihmiset huomaavat muutossokeustilanteessa omalta kannaltaan tärkeimmät muutokset muita muutoksia paremmin. (Simons & Levin, 1997; Simons & Rensink, 2005.)

Tutkimuksemme päätarkoituksena oli selvittää, eroavatko alkavan katsekontaktin ja sivulle kääntyvän katseen esitietoinen ja tietoinen havaitseminen toisistaan näkökentän periferiassa esitetyssä muutostilanteessa. Lisäksi tutkimme, kuinka kääntyneen katseen suunta (vasen, oikea) ja ärsykkeen esittämispaikka vaikuttavat muutoksen havaitsemiseen.

Oletuksenamme oli aiempaan staattisista tutkimusasetelmista saatuun tietoon nojaten, että katsekontakti havaitaan muita katseen suuntia tehokkaammin (mm. Conty ym., 2006; Frischen ym., 2007) ja nopeammin (Conty ym., 2006) myös muutostilanteessa. Jos

kääntyneen katseen suunnalla on merkitystä muutoksen havaitsemisen kannalta, on todennäköistä, että tilanteet, joissa on oikealle katsovat silmät, havaitaan paremmin Watanaben ym. (2002) ja Klucharevin ja Samsn (2004) havaintoja mukaillen. Ärsykkeen esittämispaikasta oletimme näytön puolen (vasen, oikea) vaikuttavan eri tavoin erityyppisiin muutoksiin Contyn ym. (2006) tuloksia mukaillen. EEG-tutkimuksella mitattujen aivojen herätevasteiden osalta oletimme, että P100-vaste, N170-vaste ja P300-vaste olisivat suurempia alkavalle katsekontaktille kuin sivulle kääntyvälle katseelle samoin kuin mm. Klucharev ja Sams (2004) (P100-vaste), Conty ym., (2007), Itier ym., (2007) (N170-vaste) ja Conty ym., (2007) (P300-vaste) tutkimuksissa. Oletimme aiempaan tutkimustietoon nojaten, että tutkitut vasteet olisivat suurempia muutoskuville kuin ei-muutosta -kuville (mm. Miyoshi ym., 2004).

Katseen havaitsemista tutkittaessa muutostilanteen ja muutossokeusparadigman käyttö mahdollistaa katseen suunnan muutoksen sekä esitietoisien havaitsemisen että tietoisien havaitsemisen ja näiden välisen suhteen tutkimisen. Tutkimus antaa meille tärkeää tietoa siitä, millainen sosiaalisen informaation muutos, jota alkava katsekontakti ja sivulle kääntyvä katse edustavat, vetää ihmisen tarkkaavaisuuden puoleensa parhaiten. Jos katsekontakti havaittaisiin paremmin myös muutostilanteessa, vahvistaisi se oletusta siitä, että katsekontakti on ihmiselle muita katseen suuntia tärkeämpi sosiaalinen vihje. Suunnan vaikutuksen tutkiminen muutostilanteessa on myös staattisiin koeasetelmiin verrattuna askeleen lähempänä todellisia, arkielämän tilanteita, jolloin tutkimustulos antaa aiempaa yleistettävämpää tietoa ihmisen sosiaalisesta tarkkaavaisuudesta.

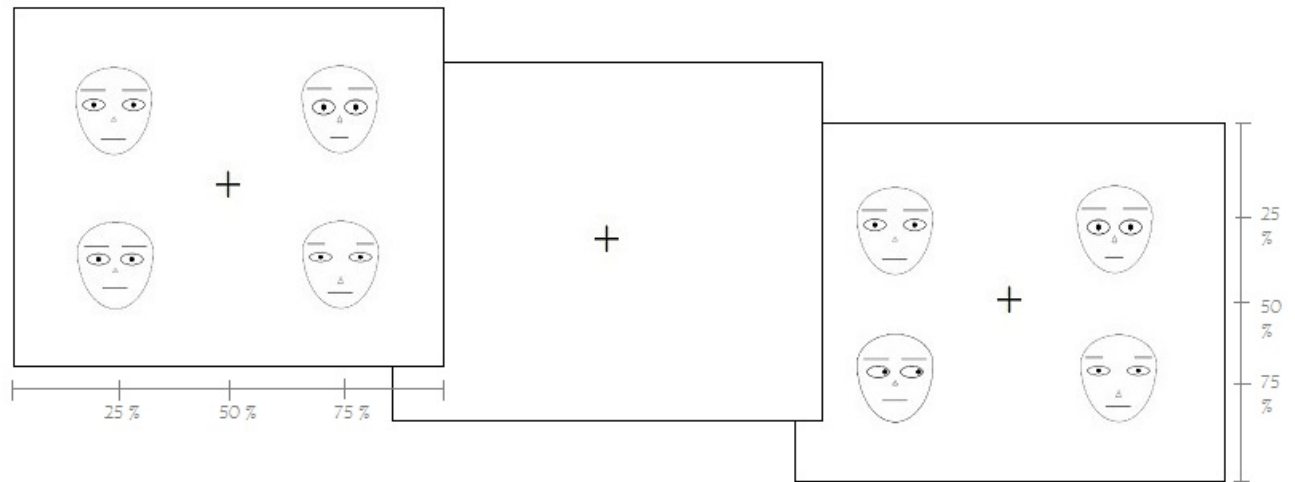
2. MENETELMÄT

2.1. Tutkittavat

Tutkimuksen otos koostui 16 terveestä tutkittavasta, jotka olivat iältään 20 ja 36 ikävuoden väliltä (keskiarvo 23.1, keskihajonta 3.6). Tutkittavista kahdeksan olivat miehiä ja kahdeksan naisia, ja heistä 15 olivat oikeakätisiä ja yksi vasenkätinen. Neljän tutkittavan aineisto jätettiin pois EEG-tason tutkimuksesta, sillä liiallinen alfa-aktivaatio (8-12 Hz) vaikeutti tutkimuksen kannalta oleellisten herätevasteiden erottamista. EEG-aineiston tutkittavien määräksi muodostui siten 12 tutkittavaa (seitsemän miestä ja viisi naista). EEG-aineiston tutkittavat olivat iältään 20 ja 36 ikävuoden väliltä keskiarvon ollessa 23.3 vuotta (keskihajonta 4.2). Tutkittavat antoivat kirjallisen suostumuksen osallistumisestaan kokeeseen. Tutkittavat olivat tietoisia kokeen tarkoituksesta ja heidät palkittiin elokuvalipulla.

2.2. Ärsykkeet

Tutkimme katseen suunnan muutoksen havaitsemista tehtävällä, jossa tutkittaville esitettiin tietokoneen näytöllä lyhyitä kuvasarjoja. Kuvasarjat koostuivat kahdesta kuvasta, jotka oli erotettu toisistaan tyhjällä intervallikuvalla. Kuvasarjan molemmissa kuvissa esitettiin neljä piirrettyä kasvot (Öhman, Lundqvist, & Esteves, 2001) ja keskellä näyttöä sijaitsi ristinmuotoinen fiksaatiopiste. Kuvasarjan ensimmäisessä kuvassa kaikki hahmot katsoivat keskenään samaan suuntaan joko kohti tutkittavaa, oikealle tai vasemmalle. Toisessa kuvassa hahmojen katseiden suunnassa ei joko tapahtunut muutosta ensimmäiseen kuvaan verrattuna, tai yhden hahmon katse oli kääntynyt joko suoraan katsovasta oikealle tai vasemmalle katsovaksi (sivulle kääntyvä katse) tai sivulta katsovasta suoraan katsovaksi (alkava katsekontakti) (ks. kuva 1). Eri tilanteiden esiintymisjärjestys oli satunnaistettu. Kasvokuvia näytettiin 300 ms ajan, ja intervallikuvan kesto oli 250 ms. Koe kesti 40 minuuttia. Tutkittavat katsoivat kokeen aikana keskimäärin 662 kuvasarjaa keskihajonnan ollessa 152.



KUVA 1: Esimerkki kokeessa esitetyistä kuvasarjoista. Kasvokuvia sisältävien kuvien kesto oli 300 ms/kuva. Tyhjän intervallikuvan esityspituus oli 250 ms. Prosenttiluvut kuvaavat kasvojen ja fiksaatiopisteen sijaintia kuvassa.

2.3. Kokeen toteutus

Tutkimus toteutettiin laboratorio-olosuhteissa. Tutkittava istui tuolilla, jonka etäisyys näytöstä oli n. 70 cm. Näytön koko oli 23". Tutkimushuone oli hämärästi valaistu. Tutkittavia neuvottiin pitämään katseensa näytön keskellä olevassa fiksaatiopisteessä kuvasarjojen aikana. Jokaisen kuvasarjan jälkeen tutkittava vastasi, oliko hän havainnut toisessa kuvassa katseen suunnan muutosta verrattuna ensimmäiseen kuvaan. Tutkittavat ylläpitivät kokeen tahtia siirtymällä vastauksensa jälkeen seuraavaan kuvasarjaan nappia painamalla. Tutkittavia ohjeistettiin vastaamaan ”kyllä” silloin, kun he olivat suhteellisen varmoja, että olivat havainneet muutoksen kuvasarjan kuvien välillä ja he pystyivät mielessään osoittamaan paikan, jossa muutos oli tapahtunut. Tilanteissa, joissa tutkittava ei havainnut muutosta sekä epävarmoissa tilanteissa tutkittavia neuvottiin vastaamaan ”ei”.

2.4. Laitteet, mittarit ja analyysit

Ärsykkeiden esittämiseen käytettiin E-Prime 2.0®-ohjelmistoa. Tilastolliset analyysit suoritettiin SPSS Statistics 19-ohjelmistolla.

2.4.1. Käyttäytymistason tutkimus

Muutoksien havaitsemista mitattiin havaitsemisen tarkkuutena (prosentteina) ja vastausnopeutena (millisekunteina). Lisäksi tutkittiin ärsykkeen esittämispaikan vaikutusta havaitsemiseen. Eroja tarkkuudessa ja nopeudessa testattiin monen muuttujan varianssianalyysillä (MANOVA). Mittarit olivat samat sekä havaitsemisen tarkkuutta että vastausnopeutta tutkittaessa. Käytetyt faktorit olivat muutostyyppi (kohti, sivulle), muutoksen suunta (oikea, vasen) ja muutoksen havaitseminen (havaittu muutos, ei-havaittu muutos). Myös ärsykkeen esittämispaikan vaikutusta havaitsemiseen tutkittiin MANOVA:lla. Tällöin mittarit olivat näytön puoli (vasen, oikea) sekä näytön rivi (ylärivi, alarivi). Jatkotarkastelut tehtiin parittaisten otosten t-testeillä.

2.4.2. Aivojen herätevastetutkimus

Tutkittavien aivosähkökäyrää mitattiin 21-kanavaisella EEG-mittauspäähineellä. Elektrodit oli sijoitettu kansainvälisen 10-20-järjestelmän mukaisesti. Maaelektrodi sijaitsi Fz- ja Fpz -elektrodien välissä. Herätevastetutkimuksessa keskityimme muutossokeustilanteiden tutkimiseen. Teknisestä virheestä johtuen tutkimuksesta puuttui kontrollitilanteet vasemmalle katsoville silmille, joten tutkimme käyttäytymistason kokeesta poiketen vain kohti kääntyviä ja oikealle kääntyviä katseita.

EEG-signaalia vahvistettiin 10 000-kertaiseksi ja suodatettiin 0,1 Hz ja 100 Hz välille. Kaikkien elektrodien keskiarvoreferenssiä käytettiin. Aivosähkökäyrät tallennettiin käyttäen BrainVision Recorder®-ohjelmistoa ja vahvistimena käytettiin BrainAmp MR - vahvistinta. Analyysit suoritettiin BrainVision Analyzer 2®-ohjelmistolla. Silmänräpäytysten häiritsevää vaikutusta EEG-signaaliin pyrittiin korjaamaan Gratton & Coles algoritmin avulla (Gratton, Coles, & Dorchin, 1983). Lihasantefaktoja ja muuta häiriötä tunnistettiin $\pm 70 \mu\text{V}$ raja-arvoilla. Raja-arvot ylittävät jaksot merkittiin EEG-signaalissa liiallista häiriötä sisältäviksi, minkä jälkeen suoritettiin kaistasuodatus 0,1-30 Hz. Tämän jälkeen EEG-datasta eroteltiin aikajaksot, jotka alkoivat 200 ms ennen kuvasarjan jälkimmäisen kuvan esittämistä ja päättyivät 500 ms kuvasarjan jälkimmäisen kuvan esittämisen jälkeen. Näistä aikajaksoista valittiin ne, jotka eivät sisältäneet aiemmin eroteltuja lihasartefaktoja. Aikajaksoille tehtiin baseline -korjaus -150–0 ms. Katsottujen kuvasarjojen suuri määrä mahdollisti tiukkojen raja-arvojen käytön. Mitatusta aineistosta poistettiin yhteensä 38 % häiriöttömän datan takaamiseksi. Herätevasteet muodostettiin keskiarvoistamalla eri tilanteista saadut aikajaksot.

Saaduista herätevasteista tunnistettiin tilastollisia testejä varten aikaikkunoita, joilla tutkittavat vasteet esiintyvät herätevasteiden muodon ja aiemman tutkimustiedon perusteella. Aikaikkunat olivat: P100-vaste välillä 100–140 ms, N170-vaste välillä 160–210 ms ja P300-vaste välillä 340–440 ms. Näistä aikaikkunoista laskettiin tutkittavakohtaiset keskiarvoamplitudit, joita käytettiin monen muuttujan varianssianalyysissa (MANOVA). Monen muuttujan varianssianalyysi valittiin sopivimmaksi analyysimenetelmäksi, sillä siinä ei ole riippumattomuus- eikä sfäärisyysoletusta. P100-vastetta tarkasteltiin P3, P4, T5, T6, O1 ja O2-kanavilla. N170-vastetta tutkittiin T5- ja T6-kanavilla. P300-vastetta puolestaan tutkittiin FP1-, FP2-, Fpz-, P3-, P4-, Pz-, O1-, O2- ja Oz -kanavilla.

P100-vastetta tutkittiin nelisuuntaisella varianssianalyysilla, jonka faktorit olivat aivolohko (parietaali, temporaali, okkipitaali), hemisfääri (vasen, oikea), muutostyyppi (kohti, sivulle) ja muutos (ei-muutosta, muutos). N170-vastetta tutkittiin kolmisuuntaisella varianssianalyysilla, jossa käytetyt faktorit olivat hemisfääri (vasen, oikea), muutostyyppi (kohti, sivulle) ja muutos (ei-muutosta, muutos). P300-vastetta puolestaan tutkittiin nelisuuntaisella varianssianalyysilla, jossa käytetyt faktorit olivat elektrodin sijainti (FP-kanavat, P-kanavat, O-kanavat), lateraalisuus (vasen, keskeinen, oikea), muutostyyppi (kohti, sivulle) ja muutos (ei-muutosta, muutos).

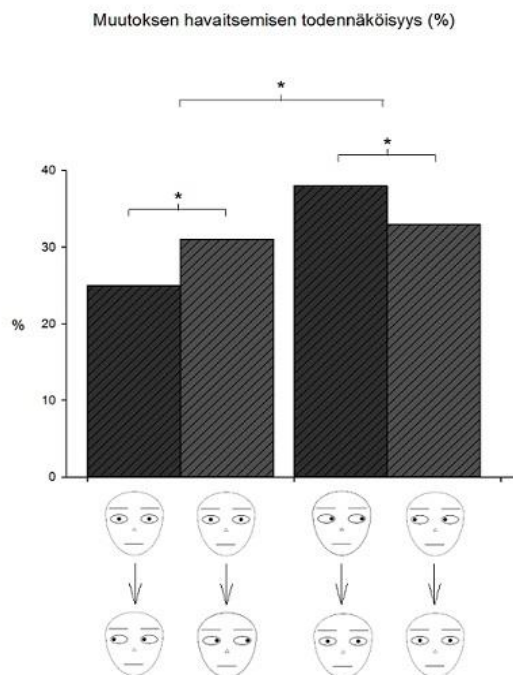
3. TULOKSET

3.1. Käyttäytymistason tulokset

3.1.1. Muutoksen havaitsemisen tarkkuus

Muutoksen havaitsemisen tarkkuutta tutkittiin monen muuttujan varianssianalyysillä (MANOVA). Muutostyyppin päävaikutus oli tilastollisesti merkitsevä, $F(1, 15) = 7.052$, $p = 0.018$. Alkavan katsekontaktin ja sivulle kääntyvän katseen havaitseminen oli siis erilaista. Jatkotarkastelut osoittivat, että alkava katsekontakti havaittiin merkitsevästi paremmin kuin sivulle kääntyvä katse.

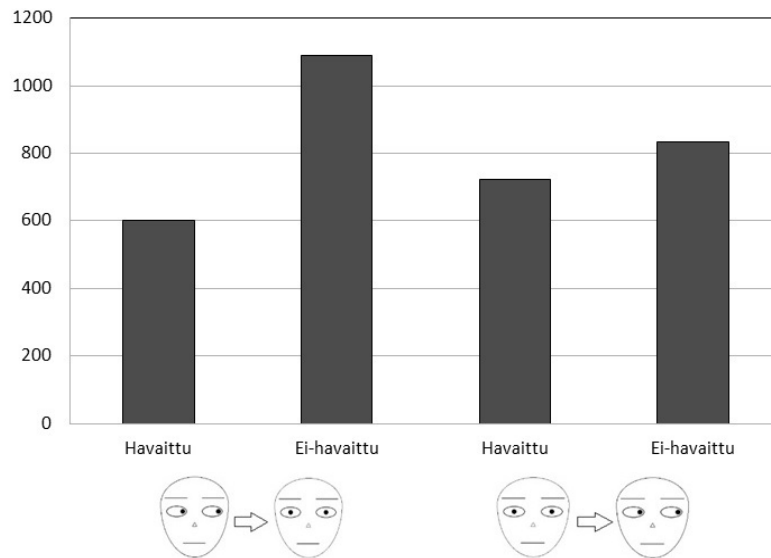
Muutoksen suunta vaikutti havaitsemiseen eri tavoin muutostyyppistä riippuen, eli muutostyyppin ja muutoksen suunnan yhdysvaikutus oli merkitsevä, $F(1, 15) = 8.846$, $p = 0.009$ (MANOVA). Parittaiset jatkovertailut osoittivat, että sivulle kääntyvän katseen tilanteessa oikealle kääntyvä katse havaittiin vasemmalle kääntyvää katsetta paremmin, $t(15) = 2.50$, $p = 0.025$, ja alkavan katsekontaktin tilanteessa oikealta kohti kääntyvä katse havaittiin vasemmalta kohti kääntyvää katsetta paremmin, $t(15) = -2.70$, $p = 0.016$. Toisin sanoen oikealle katsovien silmien esiintyminen tehtävässä paransi havaitsemista (ks. kuva 2).



KUVA 2: Muutoksen havaitsemisen todennäköisyys prosentteina.

3.1.2. Vastausnopeus

Muutoksen havaitseminen vaikutti tilastollisesti merkitsevästi vastausnopeuteen, $F(1, 15) = 15.328$, $p = 0.001$ (MANOVA). Muutoksen havaitsemisella ja muutostyyppillä oli myös merkitsevä yhdysvaikutus, $F(1, 15) = 11.484$, $p = 0.004$, eli muutoksen havaitseminen vaikutti eri tavoin vastausnopeuteen eri muutostyypeillä. Jatkotarkastelut osoittivat, että vastaaminen oli merkitsevästi nopeampaa tilanteessa, jossa alkava katsekontakti havaittiin kuin tilanteessa, jossa alkavaa katsekontaktia ei havaittu, $t(15) = 4.39$, $p = 0.001$, kun taas sivulle kääntyvien katseiden kohdalla vastausajoissa ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa havaittujen ja havaitsematta jääneiden muutosten välillä, $t(15) = 1.49$, $p = 0.156$. Vastaaminen oli nopeinta tilanteessa, jossa alkava katsekontakti havaittiin ja hitainta tilanteessa, jossa alkavaa katsekontaktia ei havaittu (ks. kuva 3)



KUVA 3: Vastausaikojen keskiarvot (ms) muutostyypeittäin.

3.1.3. Muutoksen esittämispaikan vaikutus havaitsemiseen

Tutkimme muutoksen esittämispaikan vaikutusta havaitsemiseen kaksisuuntaisen varianssianalyysin avulla. Näytön puolella (vasen, oikea) ja rivillä (ylärivi, alarivi) oli merkitsevä yhdysvaikutus muutoksen havaitsemiseen, $F(1, 15) = 12.228$, $p = 0.003$. Jatkotarkastelut parittaisten otosten t-testeillä osoittivat, että muutoksen esittäminen näytön vasemmalla puolella, alarivillä tehosti alkavan katsekontaktin havaitsemista.

3.2. Aivojen herätevastetutkimuksen tulokset

3.2.1 P100

P100-vasteen eroja tutkittiin nelisuuntaisella varianssianalyysillä (aivolohko x hemisfääri x muutostyyppi x muutos). Aivolohkolla oli merkitsevä päävaikutus P100-vasteeseen, $F(2, 10) = 13.769$, $p = 0.001$. Aivolohkolla ja muutoksella oli myös merkitsevä yhdysvaikutus, $F(2, 10) = 11.407$, $p = 0.003$, siten, että alkavan katsekontaktin tilanteessa muutoksen vaikutus P100-vasteeseen oli erilainen eri aivolohkoilla. Jatkotarkastelut osoittivat T-kanavien reagoivan P100-taajuudella siten, että alkavan katsekontaktin tilanteessa muutoskuva aiheutti ei-muutosta -kuva tilastollisesti melkein merkitsevästi suuremmat P100-vasteet, $F(1, 11) = 3.839$, $p = 0.076$. (ks. kuva 4).

3.2.2. N170

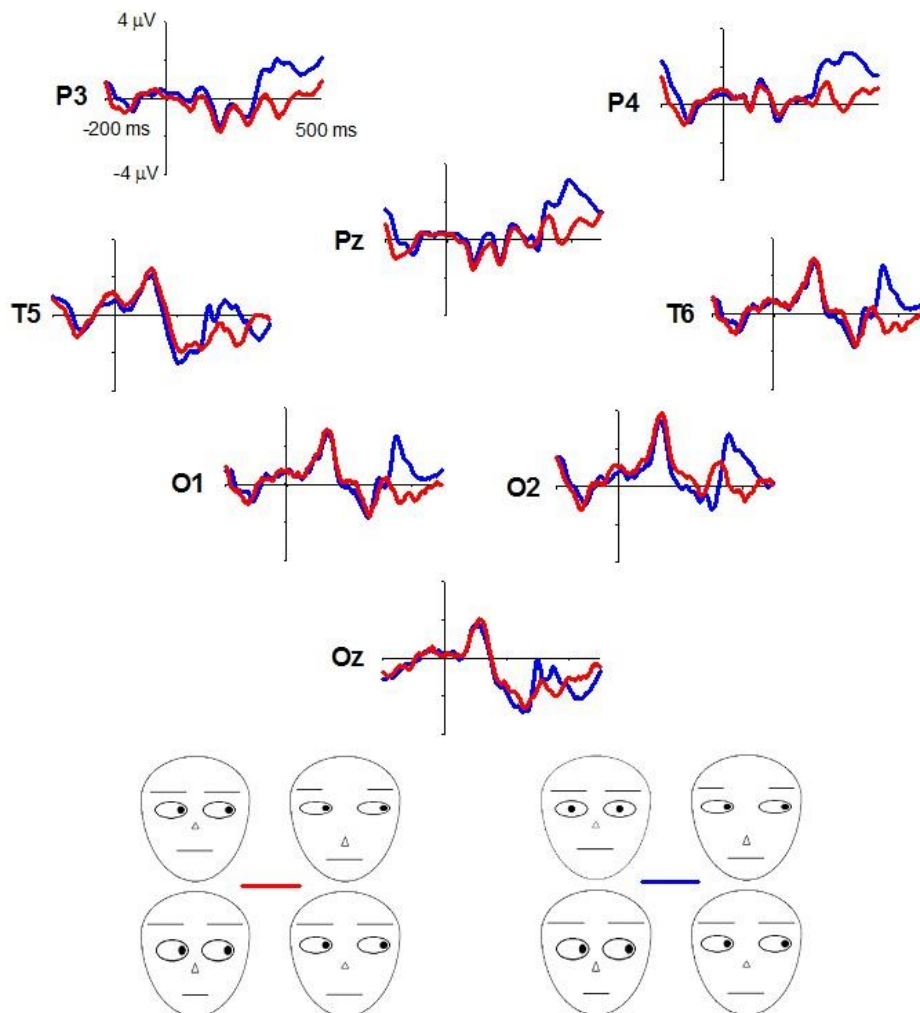
N170-vastetta tutkittiin kolmisuuntaisella varianssianalyysillä (hemisfääri x muutostyyppi x muutos). Merkitseviä päävaikutuksia ei löytynyt, mutta muutostyyppillä ja muutoksella oli tilastollisesti merkitsevä yhdysvaikutus, $F(1, 11) = 6.733$, $p = 0.025$ (ks. kuva 4). Jatkotarkastelujen mukaan N170-vaste oli erilainen muutoksen suhteen alkavan katsekontaktin tilanteessa, muttei oikealle katsovan katseen tilanteessa. Muutoksen vaikutus alkavan katsekontaktin tilanteessa vaikutti olevan suurempi oikealla aivopuoliskolla, mutta jatkotarkasteluissa ei ilmennyt merkitsevää eroa hemisfäärien välillä.

3.2.3. P300

Tutkimme P300-vasteen eroja nelisuuntaisella varianssianalyysillä (elektrodin sijainti x lateraalisuus x muutostyyppi x muutos). Sekä elektrodin sijainnilla, $F(2, 10) = 5.993$, $p = 0.019$, lateraalisuudella, $F(2, 10) = 6.534$, $p = 0.015$, että muutoksella, $F(1, 11) = 34.998$, $p = 0.000$, oli merkitsevä päävaikutus. Merkitseviä yhdysvaikutuksia löytyi elektrodin sijainnilta ja lateraalisuudelta, $F(4, 8) = 3.974$, $p = 0.046$, lateraalisuudelta ja muutostyyppiltä, $F(2, 10) = 4.982$, $p = 0.032$, sekä elektrodin sijainnilta ja muutokselta, $F(2, 10) = 11.203$, $p = 0.003$. Myös elektrodin sijainnilla, muutostyyppillä ja muutoksella oli merkitsevä yhdysvaikutus, $F(2, 10) = 7.207$, $p = 0.012$. Jatkotarkastelut osoittivat, että okkipitaalilohkon kanavilla mitattuna muutoksella on merkitsevä päävaikutus P300-vasteeseen, $F(1, 11) = 23.586$, $p = 0.001$. P300-vaste oli suurempi muutoskuvalle kuin ei-muutosta -kuvalle.

Muutoksella ja muutostyypillä oli myös merkitsevä yhdysvaikutus niin ikään okkipitaali-lohkon kanavilla mitattuna, $F(1, 11) = 5.588$, $p = 0.038$. Muutoksen vaikutus korostui alkavan katsekontaktin tilanteissa (ks. kuva 4).

Aivojen herätevasteet muutossokeustilanteessa



KUVA 4: Aivojen herätevasteet muutossokeustilanteessa. Kuvassa on esitetty ei-muutosta kuvan (punainen käyrä) sekä alkava katsekontakti -kuvan (sininen käyrä) synnyttämät herätevasteet.

4. POHDINTA

Tutkimuksen päätarkoitus oli selvittää muutossokeusparadigmaa hyödyntäen, eroavatko näkökentän periferiassa esitetyn katsekontaktin ja kääntyneen katseen havaitseminen toisistaan muutostilanteessa. Tutkimme asiaa sekä käyttäytymistason tutkimuksella (tietoinen havaitseminen) että aivojen herätevastetutkimuksella (esitietoinen havaitseminen). Tulostemme mukaan alkava katsekontakti havaittiin sivulle kääntyvää katsetta tehokkaammin. Käyttäytymistason tuloksia mukaillen alkavan katsekontaktin merkitys muutoksen havaitsemiselle korostui kaikissa tutkituissa aivojen herätevasteissa siten, että alkava katsekontakti sai aikaan suuremmat P100-, N170- ja P300-vasteet muutoksuville kuin ei-muutosta -kuville. Tulostemme mukaan periferiassa esitetty, alkava katsekontakti havaittiin sivulle kääntyvää katsetta merkitsevästi paremmin sekä esitietoisella että tietoisella tasolla. Koska tulokset saatiin muutossokeusparadigmaa hyödyntäen, alkavan katsekontaktin voidaan ajatella olevan katseen suunnan muutoksista ihmiselle tärkein havaita (Simons & Levin, 1997; Simons & Rensink, 2005).

Hypoteesiamme mukaillen alkava katsekontakti havaittiin merkitsevästi sivulle kääntyvää katsetta paremmin. Tulos oli yhtenevä aiemman tutkimustiedon kanssa (mm. Conty ym., 2006; Conty ym., 2007; Frischen ym., 2007). Alkavan katsekontaktin korostunut merkitys havaitsemiselle muutostilanteessa tukee ajatusta, jonka mukaan katsekontaktin havaitsemisella on vahva biologinen ja evolutiivinen perusta (Farron ym., 2007; Kobayashi & Kohshima, 2001; Maurer, 1985). Koska Hietanen (2006) totesi, että katseen suunta voi viestiä henkilön tulevasta käyttäytymisestä, tulostemme valossa on todennäköistä, että ihmiselle on tärkeämpää havaita käytös, joka kohdistuu suoraan häneen itseensä. Alkava katsekontakti voi ennakoita tällaista käyttäytymistä. Tätä oletusta tukee myös Hietasen ym. (2008) havainnot katseen suunnan ja lähestymis-välttämiskäyttäytymisen yhteydestä. Näyttää siltä, että ihmiselle on tärkeämpää havaita alkava lähestymiskäyttäytyminen kuin alkava välttämiskäyttäytyminen.

Kääntyneen katseen suunnalla oli merkitystä havaitsemiselle. Tulostemme mukaan oikealta kohti kääntyvä katse havaittiin merkitsevästi paremmin kuin vasemmalta kohti kääntyvä katse. Lisäksi sivulle kääntyvän katseen tilanteessa oikealle kääntyvä katse havaittiin vasemmalle kääntyvää katsetta paremmin. Tulos vahvistaa hypoteesimme siitä, että

oikealle katsovat silmät tehostavat havaitsemista. Samansuuntaisia tuloksia on saatu myös aiemmissa tutkimuksissa. Esimerkiksi Klucharev & Sams (2004) saivat tutkimuksessaan merkittäviä amplitudieroja P100-vasteelle vain katsekontaktin ja oikealle kääntyneen katseen välillä. Myös Watanaben ym. (2002) tutkimuksessa oikealle katsovien silmien merkitys korostui N190-vasteen amplitudieroissa. Ilmiö on mielenkiintoinen, sillä oikean puolen suosiminen ei ole tullut ilmi tutkimuksessa, jossa on käytetty ei-sosiaalisia ärsykeitä (Corbetta, Miezin, Shulman, & Petersen, 1993). Tutkimuksemme ei anna lisätietoa ilmiön luonteesta tai mahdollisista syistä. Oikealle katsovien silmien korostunut merkitys havaitsemiselle vaatii lisätutkimusta, jossa ilmiön luonnetta selvitetään tarkemmin. Koska oikealle ja vasemmalle katsovan katseen havaitseminen eroaa toisistaan käyttäytymisen tasolla ja aivovasteiden tasolla (Klucharev & Sams, 2004; Watanaben ym., 2002), on tarpeen selvittää, eroavatko kyseiset katseen suunnat toisistaan myös välittämänsä sosiaalisen informaation suhteen. Tulevissa tutkimuksissa olisi hyvä ottaa huomioon, että oikealle ja vasemmalle kääntynyt katse havaitaan eri tavalla eikä niitä siksi tulisi ilman lisätutkimusta rinnastaa toisiinsa.

Muutoksen havaitseminen oli yhteydessä vastausnopeuteen. Alkavan katsekontaktin merkitys korostui myös tässä tarkastelussa. Vastaaminen oli nopeinta, kun alkava katsekontakti havaittiin ja vastaavasti hitainta tilanteessa, jossa alkavaa katsekontaktia ei havaittu. Tulos on yhtenevä Contyn ym. (2007) ja Itierin ym. (2007) tulosten kanssa. Sivulle kääntyvän katseen tilanteessa vastausnopeus ei eronnut tilastollisesti merkitsevästi havaitsemisen suhteen. Tulos tukee oletusta katseen suuntien varhaisesta erottelusta. Vaikuttaa siltä, että alkava katsekontakti vetää havaittajan tarkkaavaisuuden automaattisesti puoleensa, jolloin vastaaminen on nopeampaa. Vastaaminen oli hitainta silloin, kun katse kääntyi kohti, mutta sitä ei tietoisesti havaittu. Tämä voi merkitä epävarmuuden vastauksesta olleen tällöin suurempaa kuin tilanteessa, jossa sivulle kääntyvää katsetta ei tietoisesti havaittu. Myös alkutilanne on voinut vaikuttaa tulokseen. Sivulle kääntyvän katseen alkutilanteessa kaikki kasvot katsoivat kohti havaittajan. Alkutilanteen katsekontaktit ovat voineet kahlita havaittajan tarkkaavaisuuden pidemmäksi aikaa kuin kohti kääntyvän katseen alkutilanteessa esitetyt sivulle katsovat kasvot. Tämä voi selittää, miksi vastaaminen oli hitaampaa sivulle kääntyviä kuin kohti kääntyviä katseita havaittaessa.

Yksi hypoteeseistamme oli, että ärsykkeen esittämispuoli näytöllä vaikuttaisi eri tavoin erityyppisiin muutoksiin. Tuloksemme osoittivat hypoteesin paikkansapitäväksi. Muutoksen esittäminen näytön vasemmassa alareunassa tehosti merkittävästi alkavan katsekontaktin havaitsemista. Tulos on mielenkiintoinen, sillä Corbettan ym. (1993) tutkimuksen mukaan ärsykkeen esittämispaikalla ei ollut merkitystä ei-sosiaalisten ärsykkeiden havaitsemiselle. Contyn ym. (2006) tutkimuksessa havaittiin kuitenkin kanssamme yhteneviä tuloksia katseärsykkeillä. Heidän mukaansa suora katsekontakti havaittiin visuaalisessa etsintätehtävässä nopeammin, kun se oli esitetty näytön vasemmalla puolella. Alkavan katsekontaktin havaitsemisen korostuminen näytön vasemmalla puolella voi liittyä katseen havaitsemisessa tarvittaviin aivoalueisiin ja aivoperäisiin prosesseihin. Tätä oletusta tukee Pelphreyn, Singermanin, Allisonin ja McCarthyn (2003) tutkimus STS-alueen hemodynaamisista vasteista, missä oikean aivopuoliskon havaittiin aktivoituvan vasempaa aivopuoliskoa enemmän katseen suunnan muutoksia havaittaessa. On mahdollista, että sosiaaliset ärsykkeet ovat tärkeämpiä oikealle kuin vasemmalle aivopuoliskolle, tai että aivopuoliskot toimivat muuten eri tavoin katseen suunnan muutoksia havaittaessa. Tuloksemme tukee ajatusta siitä, että katseen ja sen suuntien havaitseminen eroaa muiden visuaalisten ärsykkeiden havaitsemisesta. Muiden ärsykkeiden vastaava tutkimus on kuitenkin toteutettu ainoastaan ei-sosiaalisia ärsykeitä käyttäen (esim. Corbetta ym., 1993) eikä eroa ärsykkeen esittämispaikan ja muutoksen suunnan suhteen katseärsykkeiden ja ei-sosiaalisten ärsykkeiden välillä voi siten luotettavasti arvioida. Tulevissa tutkimuksissa olisi hyvä yhdistää sekä katseärsykkeiden että ei-sosiaalisten ärsykkeiden tutkimus vastaavanlaisessa koeasetelmassa, jolloin saisimme luotettavaa tietoa siitä, eroaako katseärsykkeiden havaitseminen ei-sosiaalisten ärsykkeiden havaitsemisesta ärsykkeen esittämispaikan ja muutoksen suunnan suhteen.

Katsekontaktin merkitys muutoksen havaitsemiselle korostui käyttäytymistason tutkimuksen lisäksi myös muutosokeustilanteessa mitattujen aivoperäisten herätevasteiden tutkimuksessa. Hypoteesimme vastaisesti herätevasteet eivät eronneet tutkimuksessamme juurikaan katseen suunnan perusteella, mutta sen sijaan ne reagoivat oletuksemme mukaisesti eri tavalla muutokseen muutostyyppistä riippuen. Alkavan katsekontaktin merkitys korostui jo P100-vastetta tutkittaessa, mikä tukee oletusta siitä, että katseen havaitsemisen varhainen prosessointi alkaa jo noin 100 millisekunnin kohdalla (Herrmann ym., 2005). Muutoskuva aiheutti alkavan katsekontaktin tilanteissa tilastollisesti melkein merkittävästi suuremmat P100-vasteet kuin ei-muutosta -kuva. Katsekontakti siis

prosessoidaan jo varhain eri tavalla kuin kääntynyt katse myös silloin, kun ärsyke on esitetty periferiassa, ei-tarkkailtuna, ja vaikka sen havaitseminen on tiedostamatonta.

N170-vaste ei eronnut tilastollisesti merkitsevästi alkavan katsekontaktin ja sivulle kääntyvän katseen välillä Taylorin ym. (2001) tuloksia mukailleen. Vaste oli kuitenkin muutoksen suhteen erilainen eri muutostyypeillä siten, että alkavan katsekontaktin merkitys korostui muutostilanteessa. N170-vaste oli alkavan katsekontaktin tilanteessa suurempi muutoksuvalle kuin ei-muutosta -kuvalle. Oikealle kääntyvän katseen tilanteessa eroa muutoksuvalle ja ei-muutosta -kuvan välillä ei löytynyt. Tutkimme N170-vasteen eroja vain muutossokeustilanteissa, joten on tärkeää huomioida, että N170-vaste reagoi voimakkaammin alkavaan katsekontaktiin kuin oikealle kääntyvään katseeseen, vaikka kyseessä oli tiedostamaton muutos. Muutostilanne vaikutti merkitsevästi vasteen suuruuteen, vaikka käytössä oli intervallikuvalla toisistaan erotetut ärsykekuvat. Ensimmäisen kuvan representaatio siis säilyi voimakkaana häirinnästä (intervallikuva) huolimatta. Tuloksemme saattaa selventää aiemman tutkimustiedon ristiriitaisia tuloksia N170-vasteen reagoinnista eri katseen suuntiin. Vaikuttaa siltä, että N170-vaste reagoi ennen kaikkea katseen suunnan muutokseen (Miyoshi ym., 2004), mutta sen reagointi ei ole samanlaista joka tilanteessa, vaan N170-vasteeseen vaikuttaa muutoksen lisäksi katseen suunnan muutoksen suunta. Tulostemme mukaan muutoksen vaikutus alkavan katsekontaktin tilanteissa näytti olevan suurempi oikealla kuin vasemmalla aivopuoliskolla. Jatkotarkastelut eivät kuitenkaan osoittaneet merkitsevää eroa hemisfäärien välillä. Jos muutoksen vaikutus N170-vasteeseen todella on suurempi oikealla aivopuoliskolla, voi se selittää, miksi alkava katsekontakti havaitaan paremmin, kun se on esitetty vasemmalla puolella näyttöä. Aihetta olisi hyvä selvittää jatkotutkimuksella.

P300-vaste oli merkitsevästi suurempi muutoksuvalle kuin ei-muutosta -kuville muutoksen suunnasta riippumatta. Muutoksen vaikutus kuitenkin korostui alkavan katsekontaktin tilanteissa siten, että P300-vaste oli suurin, kun kyseessä oli kohti kääntyvä katse. Tulos oli yhtenevä Contyn ym. (2007), Klucharev ja Samsin (2004) ja Itierin ym. (2007) raportoimien tulosten kanssa. Vaikuttaa siltä, että N170-vasteen tavoin myös P300-vaste reagoi nimenomaan muutokseen, ja etenkin alkavaan katsekontaktiin. On kuitenkin todennäköistä, että P300-vaste heijastaa tutkimuksessamme muutoksen esitietoisien havaitsemisen sijaan tutkittavan vastausvarmuutta (Nieuwenhuis ym., 2005). P300-vastetta

tutkittiin muutossokeustilanteessa, jolloin tutkittava ei tietoisesti havainnut muutosta kuvasarjan kuvien välillä. Herätevasteiden tulokset kuitenkin osoittavat, että tutkittava on havainnut katseen suunnan muutoksen esitietoisella tasolla. P300-vasteen suuruus alkavan katsekontaktin tilanteissa todennäköisesti viittaa epävarmuuteen tutkittavan päättäessä vastata, ettei hän havainnut muutosta kuvien välillä. Näissä tilanteissa myös vastaaminen oli muihin tilanteisiin verrattuna hitaampaa. Näyttää siltä, että katseen suunnan esitietoisien tason havaitseminen vaikuttaa tietoisien tason havaitsemisen nopeuteen ja varmuuteen.

Tutkimuksemme yleistettävyyteen vaikuttaa heikentävästi pieni otoskoko sekä tutkittavien pieni ikäjakauma. Laboratorio-olosuhteissa toteutettu koe ei myöskään täysin vastaa tosielämän havaitsemistilanteita, eikä tutkimusasetelmissamme ole otettu huomioon esimerkiksi kehon ja pään asennon, tai ilmeen vaikutusta katseen suunnan muutoksen havaitsemiseen. Piirrettyjen kasvokuvien käyttäminen aitojen ihmisten sijaan on myös voinut vaikuttaa tuloksiin (Hietanen ym., 2008). Tutkimuksemme puutteena on aivojen herätevasteiden osalta vasemmalle katsovien kontrollikuvien puute, minkä vuoksi herätevasteiden vertailu pystyttiin toteuttamaan ainoastaan alkavien katsekontaktien ja oikealle kääntyvien katseiden välillä. Toisaalta suuntarajaus oli toimiva, sillä aiemman tutkimustiedon mukaan erot katseen suunnan muutoksien havaitsemisessa tulevat esiin juuri alkavaa katsekontaktia ja oikealle kääntyvää katsetta verrattaessa (Klucharev & Sams, 2004; Watanabe ym., 2002).

Alkavan katsekontaktin merkitys korostui kaikissa tuloksissamme. Tulostemme mukaan katsekontakti on sekä esitietoisella että tietoisella tasolla merkittävämpi muutoksen havaitsemiselle kuin sivulle kääntyvä katse. Muutoksen havaitseminen ei siten ole sattumanvaraista, vaan sosiaalisesti merkittävä informaatio vaikuttaa siihen, havaitaanko muutosta vai ei. Katsekontaktin korostunut merkitys havaitsemiselle muutostilanteessa kertoo ihmisen sosiaalisen tarkkaavaisuuden luonteesta viitaten siihen, että ihmiseen itseän kohdistuva tarkkaavaisuus on katseen välittämästä sosiaalisesta informaatiosta tärkeintä havaita. Tutkimuksemme voidaan nähdä avauksena alkavan katsekontaktin havaitsemisen esitietoisien tason ja tietoisien tason suhteen tutkimukselle. Vaikuttaa siltä, että katseen suunnan muutoksen esitietoisien tason havaitseminen vaikuttaa oleellisesti tietoisien tason havaitsemiseen.

Ihmisellä on tarkka ja moniulotteinen kyky havaita erilaisia katseen suuntia ja tunnistaa niiden välittämää informaatiota. Vaikuttaa siltä, että ihminen on luotu paitsi kommunikoimaan katseen avulla (Kobayashi & Kohshima, 2001), myös tarkasti havaitsemaan ja erottelemaan toisen henkilön katseen suuntia sekä esitietoisella että tietoisella tasolla.

LÄHTEET

- Adams, R. B. Jr., & Kleck, R. E. (2003). Perceived Gaze Direction and the Processing of Facial Displays of Emotion. *Association for Psychological Science*. 14(6), 644-647.
- Calder, A. J., Lawrence, A. D., Keane, J., Scott, S. K., Owen, A. M., Christoffels, I., & Young, A. W. (2001). Reading the mind from eye gaze. *NeuroPsychologia*. 40, 1129-1138.
- Chen, Y.-C., & Yeh, S.-L. (2012). Look into my eyes and I will see you: Unconscious processing of human gaze. *Consciousness and Cognition*. 21, 1703-1710.
- Conty, L., N'Diaye, K., Tijus, C., & George, N. (2007). When eye creates the contact! ERP evidence for early dissociation between direct and averted gaze motion processing. *Neuropsychologia*. 45, 3024-3037.
- Conty, L., Tijus, C., Hugueville, L., Coelho, E., & George, N. (2006). Searching for asymmetries in the detection of gaze contact versus averted gaze under different head views: a behavioral study. *Spatial Vision*. 19(6), 529-545.
- Corbetta, M., Miezin, F. M., Shulman, G. L., & Petersen, S. E. (1993). A PET study of Visuospatial Attention. *The Journal of Neuroscience*. 13(3), 1202-1226.
- Driver, J., Davis, G., Ricciardelli, P., Kidd, P., Maxwell, E., & Baron-Cohen, S. (1999). Gaze Perception Triggers Reflexive Visuospatial Orienting. *Visual Cognition*. 6, 509-540.
- Emery, N. J. (2000). The eyes have it: The neuroethology, function and evolution of social gaze. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. 24, 581-604.
- Engell, A. D., & Haxby, J. V. (2007). Facial expression and gaze-direction in human superior temporal sulcus. *Neuropsychologia*. 45, 3234-3241.
- Farroni, T., Massaccesi, S., Menon, E., & Johnson, M. H. (2007). Direct gaze modulates face recognition in young infants. *Cognition*. 102, 396-404.
- Frischen, A., Bayliss, A. B., & Tipper, S. P. (2007). Gaze Cueing of Attention: Visual Attention, Social Cognition, and Individual Differences. *Psychological Bulletin*. 133(4), 694-724.
- George, N., & Conty, L. (2008). Facing the gaze of others. *Clinical Neurophysiology*. 38, 197-207.

- Gratton, G., Coles, M.G.H., & Dorchin, E. (1983). A new method for off-line removal of ocular artifact. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*. 55(4), 468-484.
- Haxby, J., Hoffman, E., & Gobbini, M. (2002). Human Neural Systems for Face Recognition and Social Communication. *Society of Biological Psychiatry*. 51, 59-67.
- Herrmann, M. J., Ehlis, A.-C., Ellring, H., & Fallgatter, A. J. (2005). Early stages (P100) of face perception in humans as measured with event-related potentials (ERPs). *Journal of Neural Transmission*. 112, 1073-1081.
- Hietanen, J. K. (2006). Kasvot ja katse sosiaalisessa vuorovaikutuksessa. Teoksessa H. Hämäläinen, M. Laine, O. Aaltonen, & A. Revonsuo (toim.): *Mieli ja aivot: Kognitiivisen neurotieteen oppikirja*. (s. 406-414) Turun yliopisto, Turku: Kognitiivisen neurotieteen tutkimuskeskus,.
- Hietanen, J. K., Leppänen, J. M., Peltola, M. J., Linna-aho, K., & Ruuhiala, H. J. (2008). Seeing direct and averted gaze activates the approach-avoidance motivational brain systems. *Neuropsychologia*. 46, 2423-2430.
- Hoffman, E., & Haxby, J. (2000). Distinct representations of eye gaze and identity in the distributed human neural system for face perception. *Nature neuroscience*. 3(1), 80-84.
- Itier, R. J., Alain, C., Kovacevic, N., & McIntosh, A. R. (2007). Explicit versus implicit gaze processing assessed by ERPs. *Brain Research*. 1177, 79-89.
- Kleinke, C. L., (1986). Gaze and Eye Contact: A Research Review. *Psychological Bulletin*. 100(1), 78-100.
- Klucharev, V., & Sams, M. (2004). Interaction of gaze direction and facial expressions processing: ERP study. *Neuroreport*. 15, 621-625.
- Kobayashi, H., & Kohshima, S. (2001). Unique morphology of the human eye and its adaptive meaning: Comparative studies on external morphology of the primate eye. *Journal of Human Evolution*. 40, 419-435.
- Langton, S. R. H., Watt, R. J., & Bruce, V. (2000). Do the eyes have it? Cues to the direction of social attention. *Elsevier Science, Trends in Cognitive Sciences*. 4(2), 50-59.
- Mason, M. F., Tatkov, E. P., & Macrae, C. N. (2005). The Look of Love. Gaze Shifts and Person Perception. *Psychological Science*. 16(3), 236-239.

- Maurer, D. (1985). Infants perception of facedness. Teoksessa T. Field & M. Fox (toim.): *Social Perception in Infants*. (s.73-100) Norwood, NJ: Ablex.
- Miyoshi, M., Katayama, J., & Morotomi, T. (2004). Face-specific N170 component is modulated by facial expressional change. *NeuroReport*. 5(5), 911-914.
- Nieuwenhuis, S., Aston-Jones, G., & Cohen, J. D. (2005). Decision making, the P3, and the Locus Coeruleus-Norepinephrine System. *Psychological Bulletin*. 131(4), 510-532.
- Pelphrey, K. A., Singerman J. D., Allison, T., & McCarthy, G. (2003). Brain activation evoked by perception of gaze shifts: the influence of context. *Neuropsychologia*. 41, 156-170.
- Puce, A., Smith, A., & Allison, T. (2000). ERPs evoked by viewing facial movements. *Cognitive Neuropsychology*. 17, 221-239.
- Simons, D. J., & Levin, D. T. (1997). Change blindness. *Trends in Cognitive Sciences*. 1(7), 261-267.
- Simons, D. J., & Rensink, R. A. (2005). Change blindness: past, present, and future. *TRENDS in Cognitive Sciences*. 9(1), 16-20.
- Strick, M., Holland, R., & van Knippenberg, A. (2008). Seductive eyes: Attractiveness and direct gaze increase desire for associated objects. *Cognition*. 106, 1487-1496.
- Taylor, M. J., Itier, R. J., Allison, T., & Edmonds, G. E. (2001). Direction of gaze effects on early face processing: eyes-only versus full faces. *Cognitive Brain Research*. 10, 333-340.
- Vuilleumier, P. (2002). Perceived gaze direction in faces and spatial attention: a study in patients with parietal damage and unilateral neglect. *Neuropsychologia*. 40, 1013-1026.
- Watanabe, S., Miki, K., & Kakigi, R. (2002). Gaze direction affects face perception in humans. *Neuroscience Letters*. 325, 163-166.
- Öhman, A., Lundqvist, D., & Esteves, S. (2001). The Face in the Crowd Revisited: A Threat Advantage With Schematic Stimuli. *Journal of Personality and Social Psychology*. 80(3), 381-396.