

**KATSESUUNNAN VAIKUTUS TAPAHTUMASIDONNAISIIN JÄNNITEVASTEISIIN  
KOLMESSA ERI TEHTÄVÄTILANTEESSA**

**Maija Luoma  
Pro gradu –tutkielma  
Psykologian laitos  
Tampereen yliopisto  
Huhtikuu 2010**

LUOMA, MAIJA: Katsesuunnan vaikutus tapahtumasidonnaisiin jännitevasteisiin kolmessa eri tehtävätilanteessa

Pro gradu –tutkielma, 29 s.

Ohjaaja: Jari Hietanen

Psykologia

Huhtikuu 2010

---

## TIIVISTELMÄ

Katsesuunnan havaitseminen on tärkeä osa sosiaalista vuorovaikutusta. Toisen henkilön katsesuunnan havaitsemiseen liittyviä hermostollisia mekanismeja on tutkittu paljon mittaamalla erilaisia aiovasteita suoraan ja kääntyneeseen katseeseen. Tutkimusten koeasetelmien ja koehenkilöiden suorittamien tehtävien välillä on kuitenkin ollut merkittäviä eroja. Siihen, miten koehenkilön suorittama tehtävä vaikuttaa näihin aiovasteisiin, ei juuri ole kiinnitetty huomiota. Tässä tutkimuksessa tarkoituksena oli tarkastella, miten koehenkilön suorittama tehtävä ja se, tarjotaanko kääntyneelle katseelle kohde vai ei, vaikuttaa toisen ihmisen katsesuunnan näkemisen aikaansaamiin aivojen tapahtumasidonnaisiin jännitevasteisiin (engl. event-related potential eli ERP). Erityisesti keskityttiin N170-vasteeseen, jonka on todettu olevan voimakkaampi katsottaessa kasvoja kuin muita ärsykeitä.

Tutkimuksessa koehenkilöiden tehtävänä oli katsella tietokoneen näytöltä kasvokuvia, joiden katsesuunta oli aluksi kääntynyt 15 astetta sivulle. Tämän jälkeen katse näytti kääntyvän joko kohti katselijaa tai hänestä poispäin, minkä jälkeen näytölle ilmestyi kohdeärsyke. Kohdeärsykkeen näkemiseen koehenkilön oli määrä reagoida mahdollisimman nopeasti nappia painamalla. Tutkimuksessa käytettiin kolmenlaista tehtävätyyppiä: Ensinnäkin tehtävää, joka edellytti spatiaalista tarkkaavaisuutta ja jossa kääntyneelle katseelle tarjottiin kohde; toiseksi tehtävää, joka edellytti spatiaalista tarkkaavaisuutta, mutta jossa kääntyneelle katseelle ei ollut kohdetta; ja kolmanneksi tehtävää, joka ei edellyttänyt spatiaalista tarkkaavaisuutta.

Katsesuunnan kääntymisen kohti katselijaa tai hänestä poispäin oletettiin herättävän erilaisia aiovasteita tehtäväosiosta riippuen. Tutkimuksessa tehtäväosiollla ei kuitenkaan havaittu olevan vaikutusta N170-vasteeseen. Kuten useissa aiemmissa tutkimuksissa, myöskään katsesuunnalla ei todettu olevan vaikutusta N170-vasteen voimakkuuteen. Sitä vastoin katsesuunnalla oli vaikutusta koehenkilöiltä mitattuihin N170-jännitevasteiden latensseihin siten, että kääntyneen katseen yhteydessä latenssi oli lyhyempi kuin suoran katseen yhteydessä. Tämä saattaa olla kahden eri ilmiön yhteisvaikutuksen tulos: ensinnäkin kääntynyt katse saa aikaan automaattisen tarkkaavaisuuden siirtymisen ympäröivään tilaan, ja toiseksi suora katse vetää ja vangitsee tarkkaavaisuuden puoleensa ja johtaa näin voimakkaampaan kasvojen prosessointiin. Jatkotutkimuksissa olisi syytä selvittää, miten muut tehtävätilanteet ja kokeissa käytetyt ärsykkeet vaikuttavat katsesuunnan havaitsemisen aikaansaamiin N170-vasteisiin ja muihin tapahtumasidonnaisiin jännitevasteisiin.

# SISÄLLYS

<b>1. JOHDANTO</b> .....	<b>1</b>
1.1. SUORA JA KÄÄNTYNYT KATSE .....	1
1.2. KATSESUUNNAN VAIKUTUS KASVOJEN VISUAALISEEN PROSESSOINTIIN .....	3
1.3. TUTKIMUSONGELMA .....	8
<b>2. MENETELMÄT</b> .....	<b>10</b>
2.1. KOEHENKILÖT.....	10
2.2. ÄRSYKKEET .....	10
2.3. KOEASETELMA JA KOKEEN KULKU.....	10
2.4. EEG:N JA REAKTIOAIKOJEN MITTAUS .....	13
2.5. AINEISTON JATKOKÄSITTELY JA ANALYYSI.....	13
2.5.1. EEG-aineisto.....	13
2.5.2. Reaktioaika-aineisto.....	14
<b>3. TULOKSET</b> .....	<b>15</b>
3.1. REAKTIOAJAT .....	15
3.2. ERP-AINEISTO .....	16
3.2.1. Jännitevasteiden latenssit .....	16
3.2.2. Jännitevasteiden amplitudit .....	16
<b>4. POHDINTA</b> .....	<b>19</b>
<b>LÄHTEET</b> .....	<b>23</b>

## 1. JOHDANTO

Toisen henkilön katsesuunnan havaitseminen on tärkeä tekijä sosiaalisessa vuorovaikutuksessa, minkä vuoksi sitä onkin tutkittu suhteellisen paljon psykologian alalla. Katsesuunta ilmaisee henkilön tarkkaavaisuuden kohteen, antaa tietoa henkilön emotionaalisesta tilasta, säätelee vuorovaikutusta ja mahdollistaa sosiaalisen kontrollin (Kleinke, 1986). Katsesuunnan havaitseminen ja tulkinta ovat myös tärkeitä osatekijöitä mielen teoriassa (engl. Theory of Mind eli ToM) (Baron-Cohen, 1995). Mielen teorialla viitataan ihmisten kykyyn tulkita toisten ihmisten mielentiloja, muun muassa tavoitteita, toiveita, tunteita ja uskomuksia. Katsesuunnan havaitsemisen tutkimukset ovat keskittyneet vertailemaan kahdenlaista katsetta: suoraan havaittijaan kohdistettua katsetta (eli koettua katsekontaktia) ja havaittijasta poispäin kääntynyttä katsetta. Näissä tutkimuksissa suoran ja kääntyneen katseen havaitsemisen on todettu eroavan toisistaan niin kognitiivisten kuin neuraalistenkin prosessien osalta.

### 1.1. Suora ja kääntynyt katse

Havaittu katsekontakti vaikuttaa suuresti sosiaaliseen arviointiin. Ihmisillä on taipumus arvioida paljon katsekontaktia käyttävät ihmiset miellyttävämmiksi, viehättävämmiksi (Argyle, Lefebvre & Cook, 1974; Mehrabian, 1968; Scherer & Schiff, 1973), tarkkaavaisemmiksi, valppaammiksi (Kleinke, Staneski & Berger, 1975), itsevarmemmiksi (Argyle ym., 1974) ja sosiaalisesti taitavimmiksi (Bellack, Hersen & Lamparski, 1979; Romano & Bellack, 1980) kuin sitä vähän käyttävät. On myös havaittu, että mitä enemmän henkilö käyttää katsekontaktia, sitä korkeamman itsetunnon omaavaksi ja vähemmän ahdistuneeksi toiset henkilöt hänet arvioivat (Droney & Brooks, 1993; Napieralski, Brooks & Droney, 1995). Lisäksi monissa mielenterveyden häiriöissä (mm. sosiaalisissa peloissa, autismissa ja negatiivisesti oireilevassa skitsofreniassa) oireina on katsekontaktin välttäminen (Baker & Edelman, 2002; Warreyn, Roeyers, Oelbrandt & De Groote, 2005).

Suora katse on siis monin tavoin merkityksellinen sosiaalisessa vuorovaikutuksessa. Jo muutaman päivän ikäiset lapset kykenevät erottamaan katsesuunnan ja pitävät enemmän suorasta kuin kääntyneestä katseesta (Batki, Baron-Cohen, Wheelwright, Connellan & Ahluwalia, 2000). Myös aikuiskoehenkilöitä tutkittaessa on havaittu, että ihmiset pystyvät erottamaan hyvinkin tarkasti,

katsooko toinen ihminen heitä kohti vai onko hänen katseensa kääntynyt pois päin, etenkin silloin, kun kasvot nähdään suoraan edestä päin (Anstis, Mayhew & Morley, 1969; Martin & Jones, 1982). Näiden seikkojen perusteella on syytä olettaa, että ihmisillä on synnynnäinen taipumus erottaa tehokkaasti suora katse kääntyneestä. Suoran ja kääntyneen katseen havaitsemista on tutkittu myös visuaalisen haun (engl. visual search) tehtävien avulla, joissa koehenkilöiden on määrä löytää monien kasvojen joukosta kasvot, joiden katsesuunta on joko kääntynyt tai suora (Senju, Hasegawa & Tojo, 2005; Von Grünau & Anston, 1995). Tutkimuksissa on havaittu, että ihmiset löytävät suoran katseen kääntyneestä nopeammin, mistä on päätelty, että suora katse vetää tarkkaavaisuuden puoleensa.

Suoran katseen vaikutusta on tutkittu myös esittämällä koehenkilöille vain yhden kasvot kerrallaan. Senjun ja Hasegawan tutkimuksessa (2005) koehenkilöille näytettiin kasvokuvia, joissa katsesuunta oli joko suora tai kääntynyt tai silmät olivat kiinni. Koehenkilöiden tehtävänä oli reagoida mahdollisimman nopeasti nappia painamalla nähdessään kohdeärsyksen, joka ilmestyi kasvokuvan vasemmalle tai oikealle puolelle. Tutkimuksen tuloksista ilmeni, että perifeeristen kohdeärsykkeiden havaitseminen oli hitaampaa, kun vihjeärsyksenä näytettiin kuva suoraan katsovasta henkilöstä, kuin silloin, kun kuvan henkilön katse oli kääntynyt tai silmät olivat kiinni. Tutkijat olettivat tämän ilmiön johtuvan siitä, että koehenkilöiden kokema katsekontakti vangitsee heidän visuospatiaalisen tarkkaavaisuutensa.

Sen lisäksi, että suora katse vetää ja vangitsee tarkkaavaisuuden puoleensa, sen on todettu vaikuttavan kasvoista saatavan tiedon käsittelyyn. Macraen työryhmineen (Macrae, Hood, Milne, Rowe & Mason, 2002) suorittamassa tutkimuksessa sukupuolen tunnistaminen oli nopeampaa, kun tunnistettavien kasvojen katsesuunta oli suora, kuin sen ollessa kääntynyt. On myös havaittu, että ihmiset muistavat tehokkaammin kasvot, joiden katsesuunta on suora kuin kääntynyt (Hood & Macrae, 2007; Smith, Hood & Hector, 2006; Vuilleumier, George, Lister, Armony & Driver, 2005). Havaittu katsesuunta vaikuttaa myös kasvojen ilmeiden tunnistamiseen siten, että suora katse vahvistaa lähestymiskäyttäytymiseen liittyvien tunneilmaisuiden (esim. viha ja ilo) havaitsemista, ja kääntynyt katse vahvistaa välttämiskäyttäytymiseen yhteydessä olevien tunneilmaisuiden (esim. pelko ja suru) havaitsemista (Adams & Kleck, 2005). Tähän ilmiöön, jossa havaittu katsekontakti muokkaa sen kanssa samanaikaisia tai sitä välittömästi seuraavia kognitiivisia prosesseja, viitataan käsitteellä katsekontaktivaikutus (engl. eye contact effect) (Senju & Johnson, 2009).

Katsekontaktin ja kääntyneen katseen vaikutukset kognitiiviseen prosessointiin eroavat suuresti toisistaan. Toisen ihmisen pois päin käännetyn katseen näkeminen aiheuttaa visuospatiaalisen tarkkaavaisuuden siirtymisen katseen suuntaan (Driver ym., 1999; Friesen & Kingstone, 1998; Friesen, Moore & Kingstone, 2005; Friesen, Ristic & Kingstone, 2004; Hietanen, 1999). Tätä ilmiötä on tutkittu visuaalisen vihjetehtävän avulla, jossa koehenkilö katsoo kuvia kasvoista ja reagoi mahdollisimman nopeasti perifeerisen kohdeärsyksen nähdessään. On havaittu, että perifeerisiin kohdeärsyksiin reagointi on nopeampaa, kun katse on kääntynyt kohdeärsyksen puolelle (kongruentti tilanne) kuin silloin, kun katse on kääntynyt vastakkaiselle puolelle (inkongruentti tilanne) tai silloin, kun katse on suunnattu suoraan kohti havaitsijaa (neutraali tilanne). Kyseisissä tutkimuksissa katsesuunta ei ennustanut kohdeärsyksen esiintymispuolta ja koehenkilöitä ohjeistettiin jättämään kasvokuvat huomiotta. Nämä seikat vahvistavat käsitystä siitä, että katseen havaitseminen suuntaa tarkkaavaisuutta automaattisesti. Hood, Willen ja Driver (1998) tutkivat kyseistä ilmiötä vauvoilla ja havaitsivat, että jo kolmen kuukauden iässä lapsi kykenee suuntaamaan oman tarkkaavaisuutensa havaitun kääntyneen katseen suuntaan. Visuospatiaalisen tarkkaavaisuuden siirtyminen katsesuunnan vaikutuksesta on todettu myös aivojen jännitevastetutkimuksissa. Schuller ja Rossion (2001, 2004, 2005) havaitsivat tutkimuksissaan, että kongruenteissa tilanteissa kohdeärsyksiin mitatut jännitevasteet (P1 ja N1) virisivät aikaisemmin ja olivat voimakkaampia kuin inkongruenteissa tilanteissa. Tulokset olivat samankaltaisia sekä staattisia että dynaamisia kasvokuvia käyttäneissä tutkimuksissa.

## **1.2. Katsesuunnan vaikutus kasvojen visuaaliseen prosessointiin**

Kasvojen prosessointi aivoissa eroaa monin tavoin muiden ärsykkeiden prosessoinnista. Haxby, Hoffman ja Gobbini (2000) ovat esittäneet mallin, jonka mukaan kasvojen havaitsemisen kannalta keskeisimpiä aivoalueita ovat näköaivokuoren ohimo- ja takaraivolohkoissa sijaitsevat fusiforminen aivopöytä (engl. fusiform gyrus), alemmat takaraivopöydät (engl. inferior occipital gyri) ja ylempi ohimouurre (engl. superior temporal sulcus eli STS). Muita kasvotiedon prosessointiin osallistuvia alueita ovat pääläenlohkon keskiuurre (engl. intraparietal sulcus), kuuloaivokuori, manteliumake (engl. amygdala), limbinen järjestelmä, aivosaarri (engl. insula) ja ohimolohkojen etuosa. Tutkimuksissa on myös havaittu, että erityisesti ylemmällä ohimouurteella on keskeinen rooli silmien ja katsesuunnan havaitsemisessa (Hoffman & Haxby, 2000).

Suoran katseen havaitsemisen käsittely aivoissa eroaa monin tavoin käännetyn katseen havaitsemisesta. Suoran katseen on osoitettu aikaansaavan suurempaa aktivaatiota fusiformisessa aivopöimussa kuin kääntyneen katseen (Calder ym., 2002; George, Driver & Dolan, 2001). Lisäksi suoran katseen näkemisen on havaittu aktivoivan manteliumaketta, joka osallistuu myös emootioiden prosessointiin (George ym., 2001; Kawashima ym., 1999; Wicker, Perrett, Baron-Cohen & Decety, 2003). Tämä tukee käsitystä siitä, että suora katse olisi kääntynyttä katsetta merkittävämpi emotionaalisesti.

Sen sijaan katsesuunnan havaitsemista koskevien tutkimusten tulokset ylemmän ohimourteen alueen, mediaalisen prefrontaalisen aivokuoren (engl. medial prefrontal cortex eli MPF) ja orbitofrontaalisen aivokuoren osalta ovat ristiriitaisia. Eräissä tutkimuksissa aktivaatio ylemmässä ohimourteessa oli voimakkaampaa suoran katseen kuin käännetyn katseen havaitsemisen yhteydessä (Pelphrey, Viola & McCarthy, 2004; Schilbach, Kubeissi, David, Vogeley & Ritzl, 2007), kun taas toisissa tutkimuksissa kääntyneen katseen havaitseminen aktivoi ylemmän ohimourteen aluetta voimakkaammin kuin suora katse (Engell & Haxby, 2007; Hoffman & Haxby, 2000). Samoin useat tutkimukset ovat osoittaneet voimakkaampaa aktivaatiota mediaalisella prefrontaalilla aivokuorella ja orbitofrontaalilla aivokuorella suoran katseen kuin kääntyneen katseen yhteydessä (Kampe, Frith & Frith, 2003; Schilbach ym., 2007; Wicker ym., 2003). Toiset tutkimukset ovat puolestaan osoittaneet lisääntyntä aktivaatiota mediaalisella prefrontaalilla aivokuorella koehenkilön nähdessä kääntyneen katseen (Calder ym., 2002).

Aivojen kuvantamismenetelmien lisäksi katsesuunnan havaitsemisen tutkimuksessa on käytetty tapahtumasidonnaisia jännitevasteita (engl. event-related potential eli ERP). Useissa tutkimuksissa on havaittu kasvojen havaitsemisen saavan aikaan negatiivisen poikkeaman aivosähkökäyrässä noin 170 millisekuntia ärsyksen esittämisen jälkeen (Bentin, Allison, Puce, Perez & McCarthy, 1996; George, Evans, Fiori, Davidoff & Renault, 1996; Jemel, Pisani, Calabria, Crommelinck & Bruyer, 2003). On myös osoitettu, että tämä N170-vasteeksi kutsuttu poikkeama on suurempi koehenkilön katsoessa kuvia pelkistä silmistä kuin koko kasvoista (Bentin ym., 1996; Jemel, George, Olivares, Fiori & Renault, 1999; Taylor, Itier, Allison & Edmonds, 2001b), minkä perusteella voitaisiin päätellä, että N170-vaste on yhteydessä silmien havaitsemiseen. N170-vaste on suurimmillaan takaraivo- ja ohimolohkoilla sijaitsevilta kanavilta mitattuna (Itier, Alain, Sedore & McIntosh, 2007b), ja useissa tutkimuksissa onkin esitetty, että se on peräisin takaraivo- ja ohimolohkojen alaosasta ja ylemmästä ohimourteesta (Itier & Taylor, 2004; Rossion ym., 1999).

Suoran ja kääntyneen katseen havaitsemisen aikaansaaman aivoaktivaation eroja on tutkittu paljon tarkastelemalla N170-vastetta. Tutkimusten tulokset ovat kuitenkin keskenään ristiriitaisia. Monissa tutkimuksissa ei ole havaittu eroa suoran ja kääntyneen katseen synnyttämissä N170-vasteissa (Grice ym., 2005; Klucharev & Sams, 2004; Schweinberger, Kloth & Jenkins, 2007; Taylor, George & Ducorps, 2001a; Taylor ym., 2001b; Watanabe, Kakigi & Puce, 2001), ja eroja löytäneiden tutkimusten tulokset ovat hyvin erilaisia: Joissakin tutkimuksissa N170-vasteen on osoitettu olevan suurempi kääntyneen kuin suoran katseen yhteydessä (Hietanen, Leppänen, Nummenmaa & Astikainen, 2008; Itier, Alain, Kovasevic & McIntosh, 2007a), kun taas toisissa tutkimuksissa suoran katseen on havaittu aikaansaavan suuremman N170-vasteen kuin kääntyneen katseen (Conty, N'Diaye, Tijus & George, 2007). Syytä tähän ristiriitaisuuteen voidaan etsiä tutkimuksissa käytetyistä tehtävätyypeistä. Yleensä katsesuunnan tutkimuksissa koehenkilöt katsovat kasvokuvia joko passiivisesti tai heidän on määrä reagoida esimerkiksi nappia painamalla tiettyyn ärsykkeeseen. Reagointia vaativat ärsykkeet voidaan esittää joko samanaikaisesti kasvokuvan kanssa (Hietanen ym., 2008) tai erillään kasvokuvista, esimerkiksi kahden kasvokuvan esittämisen välissä (Taylor ym., 2001b). Lisäksi joissakin tutkimuksissa tehtävänä on ollut tunnistaa jokin kuvan ominaisuus, esimerkiksi katsesuunta tai pään asento (Conty ym., 2007; Itier ym., 2007a).

Pucen, Smithin ja Allisonin (2000) tutkimuksessa koehenkilöiden tehtävänä oli katsoa passiivisesti kasvokuvia, joiden katsesuunta oli aluksi suora. Tämän jälkeen katse näytti kääntyvän sivulle, ja sivulta katse kääntyi jälleen suoraan. Kullakin koekierroksella N170-vasteet mitattiin näihin kahteen muutokseen. Tutkijat havaitsivat, että N170-vaste oli suurempi ja esiintyi aikaisemmin katsesuunnan kääntyessä poispäin kuin katseen kääntyessä kohti katsojaa. Myös Watanaben, Mikin ja Kakigin (2002) tutkimuksen koehenkilöt katsoivat kasvokuvia passiivisesti. Tutkijat raportoivat suuremman jännitevasteen (tässä tutkimuksessa N190) kääntyneeseen kuin suoraan katseeseen, mutta ero oli havaittavissa ainoastaan oikean ohimoalueen aktivaatiota mittaavissa kanavissa. On kuitenkin myös passiivisen havaitsemisen tehtävää käyttäneitä tutkimuksia, joissa eroja suoran ja kääntyneen katseen synnyttämien N170-vasteiden välillä ei ole löytynyt (Grice ym., 2005; Klucharev & Sams, 2004; Watanabe ym., 2001), joten tämän tehtävätyypin osalta tulokset ovat ristiriitaisia. Tutkimuksissa, joissa koehenkilön tehtävänä on ollut reagoida kasvokuvasta erillään esitettävään kohdeärsykkeeseen, ei ole myöskään löydetty eroa suoran ja kääntyneen katseen aikaansaamissa N170-vasteissa (Taylor ym., 2001a, 2001b).



Contyn tutkimusryhmineen (Conty ym., 2007) suorittamassa jännitevastetutkimuksessa koehenkilöiden tehtävänä oli sen sijaan tunnistaa, kääntyykö kuvan henkilön katse heihin päin vai heistä pois päin. Tässä tutkimuksessa suoran katseen havaitseminen sai aikaan suuremman, myöhäisemmän ja pidempikestoisen N170-vasteen kuin pois päin käännetyyn katseen havaitseminen. Tästä tutkijat päättelivät, että katsekontaktin havaitseminen vaatii enemmän voimavaroja kuin pois päin käännetyyn katseen havaitseminen katsesuunnan prosessoinnin alkuvaiheessa. Eroa Pucen tutkimusryhmän (2000) tuloksiin tutkijat selittivät sillä, että tässä tutkimuksessa koehenkilöt näkivät ensin 15 astetta kääntyneen katseen, minkä jälkeen katse näytti siirtyvän joko kohti tai pois päin, kun taas Pucen ym. tutkimuksessa vertailukohtana toimi suora katse. Contyn tutkimusryhmän mukaan tämä on saattanut vähentää koetun katsekontaktin merkitystä Pucen ym. tutkimuksessa.

Myös Itierin ym. (2007a) tekemässä tutkimuksessa koehenkilöiden tehtävänä oli tunnistaa jokin kuvan ominaisuus. Tutkimuksessa koehenkilöille näytettiin kasvokuvia, joissa katsesuunta oli joko suora tai kääntynyt ja pään asento joko suora tai 30 astetta sivulle kääntynyt. Ensimmäisessä osiossa koehenkilön tehtävänä oli tunnistaa katsesuunta ja toisessa osiossa pään asento. Tutkimuksessa havaittiin, että N170-vaste oli suurempi kääntyneen katseen yhteydessä, mutta vain silloin, kun koehenkilö näki kasvot suoraan edestä päin. Tehtäväosioiden välillä ei ollut merkittäviä eroja, mistä tutkijat päättelivät, ettei tehtävällä ollut vaikutusta N170-vasteeseen. Vaikka koehenkilöiden suorittama tehtävä oli samantyyppinen kuin Contyn ym. (2007) tutkimuksessa, olivat tulokset päinvastaiset. Eräs mahdollinen syy tähän voi olla kokeessa käytetyt ärsykkeet: Contyn ym. tutkimuksessa ärsykkeenä toimi katsesuunnan siirtyminen, kun Itierin ym. tutkimuksessa käytettiin liikkumatonta katsetta.

Hietasen ym. (2008) tutkimuksessa koehenkilöiden suorittama tehtävä oli hyvin erilainen. Heidän koehenkilönsä suorittivat spatiaalista vihjetehtävää, jossa tehtävänä oli reagoida mahdollisimman nopeasti skemaattisten kasvokuvien jälkeen esitettäviin perifeerisiin kohdeärsykkeisiin. Tutkimusten tulokset paljastivat, että N1 (120–160 ms ärsykkeestä) oli voimakkaampi kääntyneen katseen yhteydessä. Tämän voidaan ajatella johtuvan siitä, että koehenkilöt käyttivät kääntynyttä katsetta vihjeenä tarkkaavaisuuden suuntaamiseen, vaikka katsesuunta ei tutkimuksessa ennustanutkaan kohdeärsykkeen esiintymispuolta.

Niin kuin voimme edellä kuvattujen tutkimusten tuloksista päätellä, koehenkilöiden suorittaman tehtävän laatukaan ei täysin selitä tutkimustulosten ristiriitaisuutta. Lisäksi tehtävätyypin vaikutuksen arvioimista vaikeuttaa tutkimusten väliset muut erot, muun muassa käytetyt ärsykkeet.

On kuitenkin olemassa tutkimustuloksia siitä, että tehtävätilanne ja se, tarjotaanko kääntyneelle katseelle kohde vai ei, vaikuttavat katsesuunnan havaitsemisen aikaansaamaan aivoaktivaatioon. Pelphrey, Singerman, Allison ja McCarthy (2003) tutkivat asiaa funktionaalisen magneettikuvauksen (fMRI) avulla. Tutkimuksessa koehenkilö näki alussa animoidut kasvot, joiden katsesuunta oli suora. Kasvojen jommallakummalla sivulla (silmien tasolla, silmien ylä- tai alapuolella) esitettiin yhden tai kolmen sekunnin ajan kohdeärsyke, minkä jälkeen animoidun hahmon katsesuunta siirtyi kohti kohdeärsykettä, siitä pois päin tai pysyi suorana. Katsesuunnan siirtyminen tapahtui joko yhden tai kolmen sekunnin kuluttua kohdeärsyksen esittämisestä. Tutkimuksessa katseen siirtyminen pois päin kohdeärsykkeestä lisäsi ja pidensi ylemmän ohimourteen aktivaatiota verrattuna tilanteisiin, joissa katsesuunta siirtyi kohti kohdeärsykettä ts. kun kääntyneellä katseella oli kohde. Tämä ilmiö oli kuitenkin havaittavissa vain silloin, kun katsesuunnan siirtyminen tapahtui yhden sekunnin kuluttua kohdeärsykkeestä.

Samansuuntaisia tuloksia saivat myös Bristow, Rees ja Frith (2007) fMRI-tutkimuksessaan, jossa koehenkilöille esitettiin samanaikaisesti kahdet kasvot. Näistä toiset olivat ns. sosiaaliset kasvot eli niiden katsesuunta oli suora. Toiset kasvot olivat puolestaan ns. epäsosiaaliset eli niiden katse oli kääntynyt sivulle (kohti toisia kasvoja tai ala- tai yläviistoon). Tämän jälkeen kasvokuvien väliin (silmien tasolle tai silmien ylä- tai alapuolelle) ilmestyi kohdeärsyke, minkä jälkeen toisten kasvojen katsesuunta kääntyi joko kohti kohdeärsykettä (kongruentti tilanne) tai siitä pois päin (inkongruentti tilanne) toisten kasvojen katsesuunnan pysyessä liikkumattomana. Koehenkilöiden tehtävänä oli tunnistaa nappia painamalla, kääntyykö kasvojen katsesuunta kohti kohdeärsykettä vai ei. Tutkimuksessa sekä liikkuvien kasvojen katsesuunta että se, tarjotaanko katseelle kohde vai ei, moduloivat aivoaktivaatiota. Sosiaalisten kasvojen katseen inkongruenttiin liikkeeseen verrattuna epäsosiaalisten kasvojen katseen inkongruenttiin liikkeen yhteydessä oli havaittavissa suurempaa aktivaatiota otsa- ja päälakilohkojen tarkkaavaisuuden järjestelmään kuuluvilla alueilla (engl. parieto-frontal attentional network) ja osissa ylempää ohimouurretta. Epäsosiaalisten kasvojen katseen inkongruenttiin liikkeeseen verrattuna sosiaalisten kasvojen katseen kongruentti liike sai puolestaan aikaan suurempaa aktivaatiota mediaalisella prefrontaalilla aivokuorella ja etukiilassa (engl. precuneus). Näiden fMRI-tutkimusten perusteella voidaan siis päätellä, että se, tarjotaanko kääntyneelle katseelle kohde vai ei, vaikuttaa ainakin jollakin tavalla katsesuunnan havaitsemisen aikaansaamaan aivoaktivaatioon. Tehtävätilanteen ja kohteen tarjoamisen vaikutukset aivojen tapahtumasidonnoiksi jännitevasteiksi jäävät kuitenkin tähänastisten tutkimustulosten valossa epäselviksi.

### 1.3. Tutkimusongelma

Tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää, vaikuttaako koehenkilöiden suorittaman tehtävän laatu ja se, tarjotaanko kääntyneelle katseelle kohde vai ei, katsesuunnan havaitsemisen aikaansaamiin tapahtumasidonnaisiin jännitevasteisiin. Tutkimuksessa terveiden aikuiskoehenkilöiden tehtävänä on katsella tietokoneen näytöltä kasvokuvia, joissa katse näyttää siirtyvän joko kohti katselijaa tai hänestä pois päin, ja reagoida katsesuunnan siirtymän jälkeisiin kohdeärsykkeisiin nappia painamalla. Tutkimuksessa mitataan koehenkilöiden aivojen tapahtumasidonnaisia jännitevasteita, ja tarkoituksena on keskittyä erityisesti N170-vasteeseen, jonka on todettu olevan voimakkaampi kasvojen kuin muiden ärsykkeiden yhteydessä (Bentin ym., 1996; George ym., 1996; Jemel ym., 2003). Tämän lisäksi koehenkilöiden reaktioajat mitataan.

Katsesuunnan havaitsemista on tutkittu suhteellisen paljon N170-vasteiden avulla, mutta tutkimuksissa käytettyihin tehtävätyyppeihin ei ole juurikaan kiinnitetty huomiota (poikkeuksena Itier ym., 2007a). Tämä tutkimus on tietojeni mukaan ensimmäinen, jossa samassa tutkimuksessa tarkastellaan sekä spatiaalista että ei-spatiaalista tarkkaavaisuutta edellyttävien tehtävien vaikutusta katsesuunnan havaitsemiseen. Tutkimuksessa käytetään kolmea tehtäväosiota, joista kahdessa tehtävä on spatiaalista tarkkaavaisuutta edellyttävä ja yhdessä tehtävä ei edellytä spatiaalista tarkkaavaisuutta. Spatiaalista tarkkaavaisuutta edellyttävissä osioissa koehenkilöiden on määrä painaa nappia kohdeärsykkeen nähdessään: toisessa ärsyke ilmestyy kasvokuvan jommallekummalle sivulle, toisessa kuvan ylä- tai alapuolelle. Tässä siis otetaan huomioon toinen katsesuunnan havaitsemisen kannalta tärkeä seikka: kohteen tarjoaminen kääntyneelle katseelle. Tehtäväosiossa, jossa kohdeärsyke ilmestyy kasvokuvan jommallekummalle sivulle, kääntyneelle katseelle tarjotaan kohde, kun taas osiossa, jossa kohdeärsyke ilmestyy kuvan ylä- tai alapuolelle, kääntyneellä katseella ei ole kohdetta. Voidaan olettaa, että koehenkilöt käyttävät kääntynyttä katsetta vihjeenä tarkkaavaisuuden suuntaamiseen voimakkaammin silloin, kun katseelle tarjotaan kohde. Voidaan kuitenkin myös olettaa, että koehenkilöt käyttävät sivuun käännettyä katsetta vihjeenä tarkkaavaisuuden suuntaamiseen jossain määrin myös silloin, kun kääntyneellä katseella ei ole kohdetta, koska tehtävä itsessään on selkeästi spatiaalinen. Tämän vuoksi tutkimuksessa on myös kolmas osio, jossa koehenkilön tehtävänä on reagoida kasvokuvan taustan värin muuttumiseen. Tämä tehtävätyppi ei aktivoi koehenkilön spatiaalista tarkkaavaisuutta.

Hypoteesit asetettiin aiemman tutkimustiedon pohjalta. Ensimmäkin on syytä olettaa, että kohdeärsykkeiden ilmestyessä sivuille koehenkilö käyttää katsesuunnan pois päin kääntymistä

vihjeenä tarkkaavaisuuden suuntaamiseen. Tällöin N170-vasteet olisivat voimakkaampia kääntyneeseen kuin suoraan katseeseen. Tämän ilmiön voidaan odottaa näkyvän voimakkaimmin silloin, kun kohdeärsykkeet ilmestyvät katsesuunnan kannalta olennaisiin paikkoihin (jommallekummalle sivulle) ts. kun kääntyneelle katseelle tarjotaan kohde (Hietanen ym., 2008). Toinen tutkimuksen hypoteesi on se, että kun kohdeärsykkeen esiintymispaikat ovat katsesuunnan kannalta epäolennaisia (kuvan ala- tai yläpuolella) tai kun kohdeärsyke ei ole spatiaalista tarkkaavaisuutta aktivoiva (taustan värin muuttuminen), suora katse vetäisi tarkkaavaisuuden puoleensa ja katsekontaktivaikutus voimistuisi. Tällöin koehenkilöiltä mitatut N170-vasteet olisivat suurempia havaitun katsesuunnan siirtyessä koehenkilöä kohti kuin hänestä poispäin (Conty ym., 2007).

## **2. MENETELMÄT**

### **2.1. Koehenkilöt**

Tutkimukseen osallistui kaksikymmentä vapaaehtoista Tampereen yliopiston opiskelijaa (5 miestä ja 15 naista). Koehenkilöt olivat 20–46 -vuotiaita iän keskiarvon ollessa 24,3 vuotta. Kaikki koehenkilöt olivat oikeakätisiä ja heidän näkökykynsä oli normaali tai korjattu normaaliin. Koehenkilöt eivät tienneet kokeen tarkoitusta.

### **2.2. Ärsykkeet**

Ärsykeinä kokeessa käytettiin värikuvia kymmenen aikuisen (5 naista ja 5 miestä) kasvoista. Kuvien koko oli horisontaalisesti noin 7,4° ja vertikaalisesti noin 11°. Kuvat otettiin samassa valaistuksessa suoraan edestäpäin. Kaikissa kuvissa henkilöillä oli neutraali ilme. Henkilöiden katsesuunta oli suoraan kameraan, 15° sivulle ja 30° sivulle. Jokaisen mallin sivulle katsovista kasvokuvista leikattiin silmät irti ja liimattiin suoraan katsovaan kasvokuvaan. Tällä tavoin kuvat eivät eronneet toisistaan muutoin kuin katsesuunnan perusteella. Vastakkaiseen suuntaan katsovat kasvokuvat saatiin käyttämällä alkuperäisten peilikuvia. Tämä tehtiin kasvojen epäsymmetristen piirteiden (esim. hiusten jakaus, luomet) vaikutuksen välttämiseksi.

### **2.3. Koeasetelma ja kokeen kulku**

Jokaisen koekierroksen (ks. Kuva 1) alussa näytön keskelle ilmestyi risti, johon koehenkilöä ohjeistettiin kohdistamaan katseensa. Tämä fiksaattoristi oli näytöllä 1000 ms ajan ja sitä seurasi kasvokuva, jossa katsesuunta oli 15° vasemmalle tai oikealle. Kuvan esitysaika vaihteli satunnaisesti 600 ja 800 ms välillä, minkä jälkeen näytölle ilmestyi saman henkilön kasvot, katsesuuntana joko suora (50 % kierroksista) tai 30° samalle sivulle kääntynyt (50 % kierroksista). Näin ollen koehenkilö siis näki kuvan kasvoista, joiden katse näytti kääntyvän joko koehenkilöä kohti tai hänestä poispäin. 500 ms kuluttua toisen kasvokuvan esittämisestä näytölle ilmestyi kohdeärsyke. Tähän kohdeärsykkeeseen koehenkilön tuli reagoida mahdollisimman nopeasti nappia

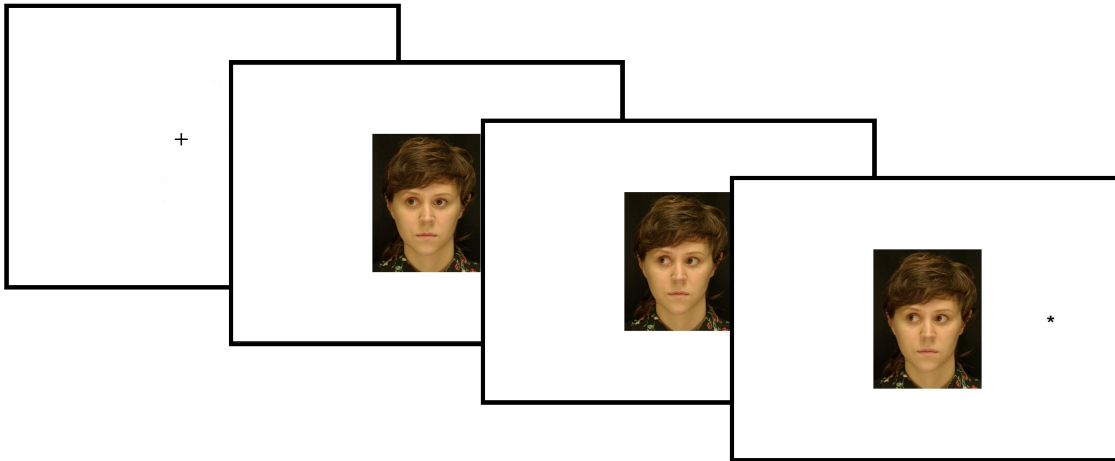
painamalla. Kasvot ja kohdeärsyke olivat näytöllä koehenkilön napin painamiseen asti. Napin painaminen käynnisti välittömästi seuraavan koekierroksen.

Kokeen kaikki kolme osiota erosivat toisistaan kohdeärsykkeen suhteen. Ensimmäisessä osiossa kohdeärsykkeenä käytettiin mustaa tähteä ( $0,57^\circ$ ), joka esitettiin kasvokuvan silmien korkeudella vasemmalla tai oikealla puolella ( $9,80^\circ$  fiksaatiosta). Toisessa osiossa tähti ilmestyi joko kuvan alatai yläpuolelle ( $9,80^\circ$  fiksaatiosta). Kolmannessa osiossa kohdeärsykkeenä toimi kasvokuvan taustan muuttuminen harmaaksi. Lisäksi osiot sisälsivät kierroksia, joissa kasvokuvan jälkeen ei esitetty lainkaan kohdeärsykettä (10 % kierroksista). Näiden kierrosten tarkoituksena oli varmistaa, ettei koehenkilö painaisi nappia automaattisesti aina toisen kasvokuvan esittämisen jälkeen. Näiden kierrosten jälkeen seuraava kierros käynnistyi 1000 ms kuluttua toisen kasvokuvan esittämisestä.

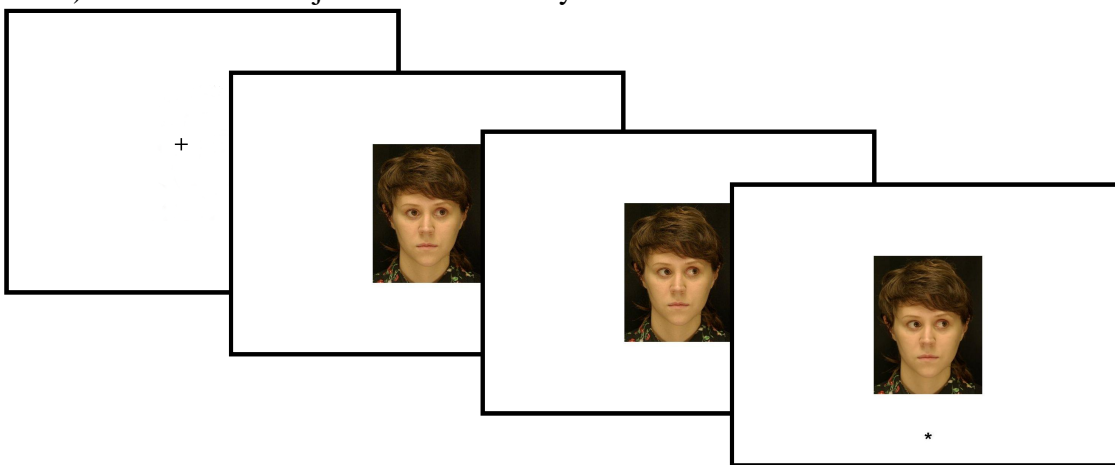
Kussakin osiossa koekierroksia oli 160. Puolet (80) kierroksista alkoi vasemmalle katsovasta kuvasta, puolet (80) oikealle. Näitä seurasi joko suoraan tai sivulle katsova kuva, joten suoraan katseeseen päättyviä kierroksia oli 80, vasemmalle katsovaan 40 ja oikealle katsovaan 40. Osiossa, jossa kohdeärsyke ilmestyi kuvan vasemmalle tai oikealle puolelle, sekä kongruentteja (katsesuunta kääntynyt kohdeärsykkeen puolelle) että inkongruentteja (katse kääntynyt vastakkaiselle puolelle) kierroksia oli yhtä monta (40). Neutraaleja kierroksia oli tällöin 80. Osioita oli kolme, joten yhteensä kierroksia oli 480. Näiden kolmen osion keskinäinen järjestys satunnaistettiin, ja ennen jokaista osiota koehenkilö sai harjoitella tehtävää 15 koekierroksen ajan.

Koehenkilö istui noin 70 cm päässä tietokoneen näytöstä (Nokia 930C, 17", virkistystaajuus 75 Hz). Kokeen aluksi koehenkilö täytti taustatietolomakkeen ja allekirjoitti kirjallisen suostumuslomakkeen. Sen jälkeen koehenkilöä ohjeistettiin katsomaan tietokoneen näytöltä kasvokuvia ja painamaan nappia mahdollisimman nopeasti nähdessään kohdeärsykkeen (joko tähti tai harmaa tausta). Lisäksi koehenkilöä pyydettiin välttämään silmien räpyttelyä kasvokuvien esittämisen aikana. Sen sijaan fiksaatoristin aikana silmien räpyttely oli sallittua. Häntä ohjeistettiin istumaan mahdollisimman paikoillaan kokeen aikana. Koehenkilöllä oli mahdollisuus levätä osioiden välissä.

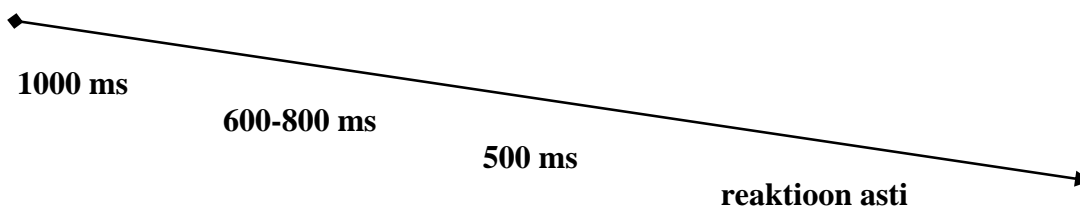
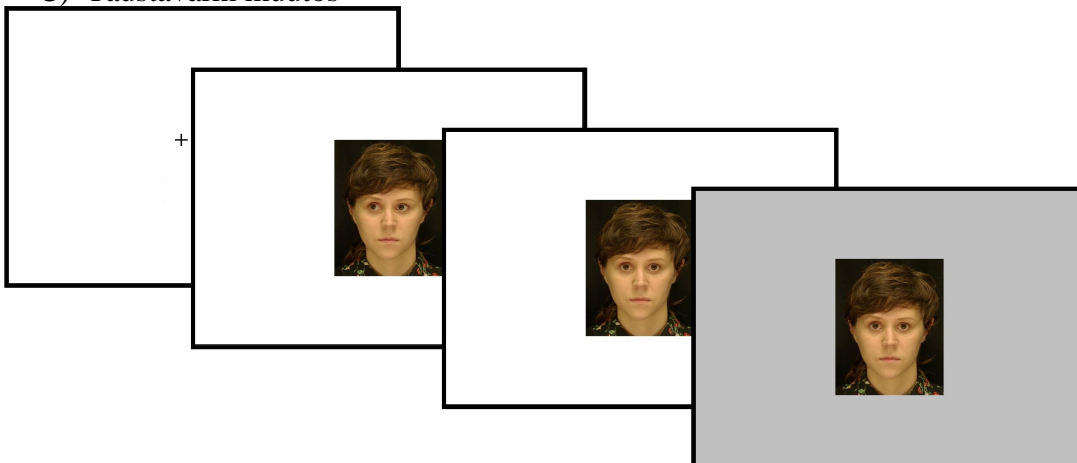
A) Horisontaalisesti sijoittuneet kohdeärsykkeet



B) Vertikaalisesti sijoittuneet kohdeärsykkeet



C) Taustaväriin muutos



**Kuva 1.** Esimerkkejä koekierroksesta tehtäväosioittain.

## **2.4. EEG:n ja reaktioaikojen mittaus**

Jatkuva EEG ja reaktioajat rekisteröitiin Neuroscan 4.3-ohjelmalla ja tallennettiin tietokoneen muistiin 500 Hz:n taajuudella. Aivosähkökäyrä rekisteröitiin 64-kanavaisella elastisella elektrodipäähineellä (Electro-Cap International Inc.) ja referoitiin mittauksen aikana vasemman kartiolisäkkeen päällä olevaan elektrodiin. Elektrodit sijoitettiin vastaamaan kansainvälisen 10/20-järjestelmän mukaisia paikkoja. Horisontaalisia ja vertikaalisia silmänliikkeitä mitattiin molempien silmien ulkokulmaan ja vasemman silmän keskikohdan ylä- ja alapuolelle kiinnitetyillä elektrodeilla. Elektrodien impedanssit pidettiin alle 10 k $\Omega$ :ssa. EEG-signaali vahvistettiin 5000-kertaiseksi ja suodatettiin 0,05 ja 100 Hz:n välille.

## **2.5. Aineiston jatkokäsittely ja analyysi**

### **2.5.1. EEG-aineisto**

Rekisteröinnin jälkeen EEG-signaali suodatettiin 30 Hz:n alipäästösuodattimella ja uudelleenreferoitiin kaikkien elektrodien keskiarvoon. Koska mielenkiinto kohdistui havaitun katseen siirtymän aiheuttamiin jännitevasteisiin, EEG-signaalista eroteltiin aikajaksot, jotka alkoivat 100 ms ennen toisen kasvokuvan esittämistä ja päättyivät 500 ms sen jälkeen. Kullekin aikajaksolle tehtiin perustasokorjaus suhteuttamalla aikajakson jännitetaso katseen siirtymää edeltäneen 100 ms aikana esiintyneeseen keskimääräiseen jännitteeseen. Silmien liikkeiden aiheuttamat jänniteheilahtelut minimoitiin poistamalla aineistosta jaksot, joiden jännitteen amplitudi silmien liikkeitä mittaavissa elektrodeissa oli itseisarvoltaan suurempi kuin 100  $\mu$ V. Lisäksi aineistosta hylättiin sellaiset EEG-jaksot, joissa näkyi suuria jännitevaihteluita useilla kanavilla. Yhteensä aineistosta poistettiin 0,08 % koekierroksista. Yhden koehenkilön tuottama aineisto jätettiin pois analyysistä liiallisten silmänliikkeiden vuoksi. Jäljelle jääneet 19 koehenkilöä (5 miestä ja 14 naista) olivat iältään 20–46 -vuotiaita iän keskiarvon ollessa 24,5 vuotta.

N170-vasteen analyysia varten laskettiin huippuamplitudit aikaväliltä 110–180 ms. Koska aiemmat tutkimukset ovat osoittaneet N170-vasteen näkyvän vahvimmin elektrodipareissa P7/P8 ja PO7/PO8, ERP-aineiston tilastollinen analyysi rajattiin ko. elektrodeihin. Näistä elektrodeista P7 sekä PO7 rekisteröivät vasemman ja P8 sekä PO8 oikean aivopuoliskon aktivaatiota. Näiden elektrodien mittaamien jännitevasteiden latenssi- ja amplitudiarvot keskiarvoistettiin kunkin



ärsykkeen osalta koehenkilöittäin. Aineiston analyysiin käytettiin toistettujen mittausten varianssianalyysiä (ANOVA) 2 x 3 x 2 x 2 -asetelmalla, jossa toistekijöinä oli katsesuunta (suora tai kääntynyt), tehtäväosio (harmaa tausta, tähti sivulla tai tähti ylä- tai alapuolella), aivopuolisko (vasen tai oikea) ja elektrodin sijainti (P tai PO). Tarvittaessa käytettiin Greenhouse-Geisser-korjattuja vapausasteita.

### **2.5.2. Reaktioaika-aineisto**

Reaktioajat, jotka olivat alle 100 ms tai yli yhden sekunnin, poistettiin analyysistä. Jokaisen koehenkilön tehtäväosioiden reaktioaikojen keskiarvot ja keskihajonnat laskettiin. Myös reaktiot, jotka poikkesivat enemmän kuin kaksi keskihajontaa keskiarvosta, poistettiin analyysistä. Yhteensä koekierroksista poistettiin 5,4 %. Kymmenesosassa koekierroksista kohdeärsykettä ei esitetty, jolloin koehenkilön oli määrä olla reagoimatta. Näistä kierroksista 0,96 %:ssa ilmeni virheellinen reaktio. Yhden koehenkilön tuottama aineisto jätettiin pois analyysistä, koska hylättyjä koekierroksia oli 29,2 %. Jäljelle jääneille 19 koehenkilölle (5 miestä, 14 naista, 20–46 -vuotiaita, iän ka 24,5 vuotta) laskettiin reaktioaikojen keskiarvot ärsyketyypeittäin jokaisessa kolmessa tehtäväosiossa. Näitä keskiarvoja analysoitiin toistettujen mittausten varianssianalyysillä (ANOVA). Vapausasteille tehtiin tarvittaessa Greenhouse-Geisser-korjaus.

### 3. TULOKSET

#### 3.1. Reaktioajat

Osiossa, jossa kohdeärsykkeenä toimiva tähti ilmestyi kasvokuvan jommallekummalle sivulle, käytettiin kaksisuuntaista toistettujen mittausten varianssianalyysiä 2 x 2 -asetelmalla, jossa toistotekijöinä oli katsesuunta (vasemmalta vasemmalle tai oikealta oikealle) ja kohdeärsykkeen ilmestymispuoli (vasen tai oikea). Katsesuunnalla ja kohdeärsykkeen ilmestymispuolella ei havaittu päävaikutusta. Odotetusti muuttujilla oli kuitenkin tilastollisesti merkitsevä yhdysvaikutus [ $F(1,18) = 20.21, p < .001$ ]. Reaktioajat olivat lyhyempiä, kun kohdeärsyke ilmestyi samalle puolelle, johon katse kääntyi ( $k_a = 296$  ms), kuin tilanteessa, jossa kohdeärsykkeen puoli oli katseelle vastakkainen ( $k_a = 315$  ms).

Myös osiossa, jossa kohdeärsyke ilmestyi kasvokuvan ylä- tai alapuolelle, analysointi tapahtui toistettujen mittausten varianssianalyysillä 2 x 2 -asetelmalla, joissa toistotekijöinä toimi katsesuunta (vasemmalta vasemmalle tai oikealta oikealle) ja kohdeärsykkeen paikka (kuvan ylä- tai alapuolella). Mitään pää- ja yhdysvaikutuksia ei havaittu. Näiden kahden osion keskiarvot ja hajonnat sivulle kääntyvän katseen yhteydessä on esitetty taulukossa 1.

**Taulukko 1.** Reaktioaikojen keskiarvot ja -hajonnat sivulle kääntyvän katseen yhteydessä.

Kohdeärsykkeen ilmestymispaikka	Katsesuunta			
	Vasen		Oikea	
	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$
<u>Tehtävä 1</u>				
Vasen	296	20	314	18
Oikea	316	22	296	23
<u>Tehtävä 2</u>				
Yläpuoli	306	16	310	16
Alapuoli	314	15	314	15

Osiossa, jossa kohdeärsykkeenä oli kasvokuvan taustan muuttuminen harmaaksi, käytettiin toistotekijänä katsesuuntaa (suora tai kääntynyt). Tässä osiossa katsesuunnalla ei ollut

päävaikutusta. Suoran katseen yhteydessä reaktioaikojen keskiarvo oli 317 ms ja sivulle kääntyvän katseen yhteydessä 320 ms.

## **3.2. ERP-aineisto**

### **3.2.1. Jännitevasteiden latenssit**

Katsesuunnalla havaittiin päävaikutus [ $F(1,18) = 6.73, p < .05$ ]. Suoran katseen yhteydessä N170-vasteen latenssi oli pidempi ( $ka = 156$  ms) kuin kääntyneen katseen yhteydessä ( $ka = 153$  ms). Elektrodir sijainnilla oli suuntaa antava päävaikutus [ $F(1,18) = 4.37, p < .10$ ]. PO-elektrodeilta mitattu N170-vasteen latenssi oli lyhyempi ( $ka = 153$  ms) kuin P-elektrodeilta mitatun vasteen latenssi ( $ka = 155$  ms). Tehtäväosiolla ja aivopuoliskolla ei havaittu päävaikutuksia eikä muuttujien välillä ollut yhdysvaikutuksia. Jännitevasteiden latenssien keskiarvot on esitetty taulukossa 2.

### **3.2.2. Jännitevasteiden amplitudit**

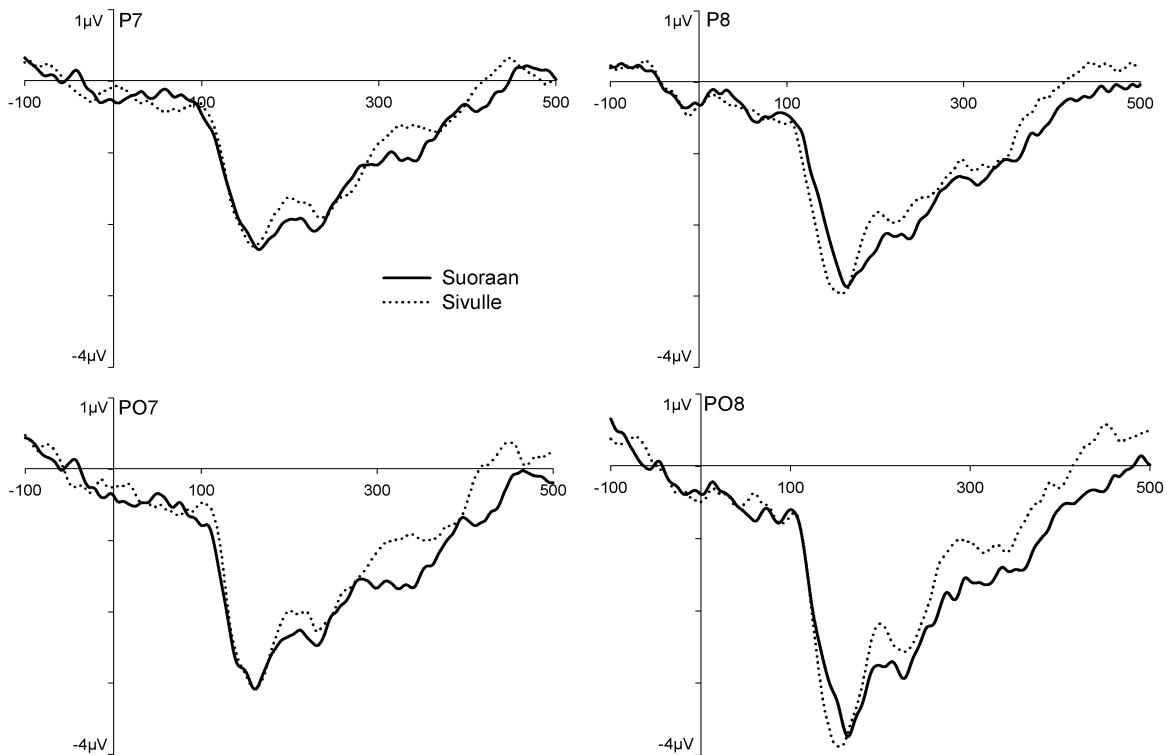
Elektrodin sijainnilla havaittiin päävaikutus [ $F(1,18) = 26.47, p < .001$ ]. PO-elektrodeilta mitattu vaste oli negatiivisempi ( $ka = -4.2$   $\mu V$ ) kuin P-elektrodeilta mitattu vaste ( $ka = -3.5$   $\mu V$ ). Aivopuoliskolla oli päävaikutus [ $F(1,18) = 7.31, p < .05$ ]. N170-vaste oli negatiivisempi oikeassa puoliskossa ( $ka = -4.1$   $\mu V$ ) kuin vasemmassa puoliskossa ( $ka = -3.6$   $\mu V$ ). Katsesuunnalla ja tehtäväosiolla ei havaittu päävaikutuksia.

Katsesuunnalla ja aivopuoliskolla havaittiin yhdysvaikutus [ $F(1,18) = 7.50, p < .05$ ]. Kääntynyt katse sai aikaan negatiivisemmän vasteen oikeassa aivopuoliskossa ( $ka = -4.3$   $\mu V$ ) kuin vasemmassa puoliskossa ( $ka = -3.5$   $\mu V$ ). Suora katseen aikaansaamien vasteiden ero oli samansuuntainen, mutta pienempi (oikean puoliskon  $ka = -3.9$   $\mu V$  ja vasemman puoliskon  $ka = -3.6$   $\mu V$ ). Myös katsesuunnalla ja elektrodien sijainnilla oli yhdysvaikutus [ $F(1,18) = 5.94, p < .05$ ]. Suoran katseen yhteydessä PO-elektrodeilta mitattu vaste oli negatiivisempi ( $ka = -4.1$   $\mu V$ ) kuin P-elektrodeilta mitattu ( $ka = -3.4$   $\mu V$ ). Myös kääntyneen katseen yhteydessä PO-elektrodien vaste oli negatiivisempi ( $ka = -4.4$   $\mu V$ ) kuin P-elektrodeilta mitattu vaste ( $ka = -3.5$   $\mu V$ ). Muita yhdysvaikutuksia ei havaittu. Jännitevasteiden amplitudien keskiarvot on esitetty taulukossa 2.

**Taulukko 2.** Jännitevasteiden latenssien (ms) ja amplitudien ( $\mu\text{V}$ ) keskiarvot. Tehtävässä 1 kohdeärsykkeet olivat sijoittuneet horisontaalisesti, tehtävässä 2 vertikaalisesti ja tehtävässä 3 kohdeärsykkeenä toimi taustaväriin muutos.

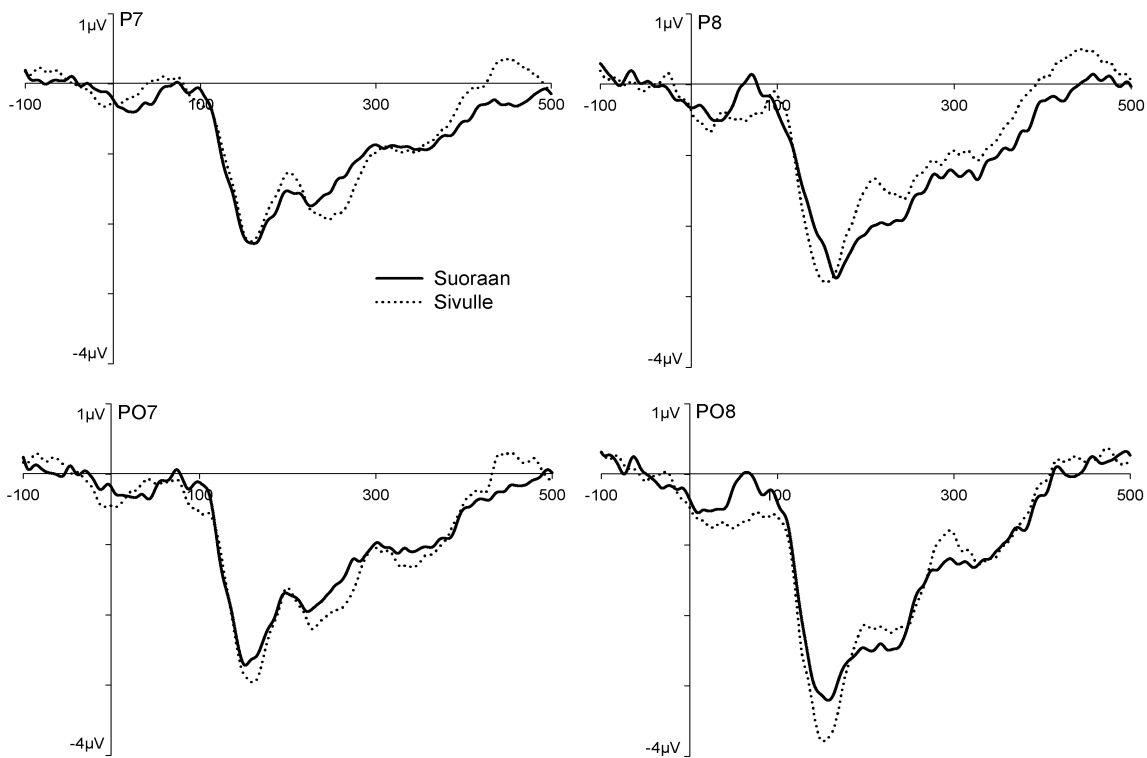
Katsesuunta	Suoraan				Sivulle			
	Vasen		Oikea		Vasen		Oikea	
Aivopuolisko	P7	PO7	P8	PO8	P7	PO7	P8	PO8
<u>Tehtävä 1</u>								
Latenssit	158	154	161	154	153	154	153	153
Amplitudit	-3,2	-4,0	-3,6	-4,5	-3,2	-4,0	-3,9	-4,9
<u>Tehtävä 2</u>								
Latenssit	156	151	155	153	154	152	152	151
Amplitudit	-3,1	-3,6	-3,5	-4,2	-3,1	-3,8	-3,9	-4,9
<u>Tehtävä 3</u>								
Latenssit	157	157	158	152	153	152	155	155
Amplitudit	-3,5	-4,2	-3,7	-4,3	-3,3	-4,0	-3,7	-4,7

### Horisontaalisesti sijoittuneet kohdeärsykkeet



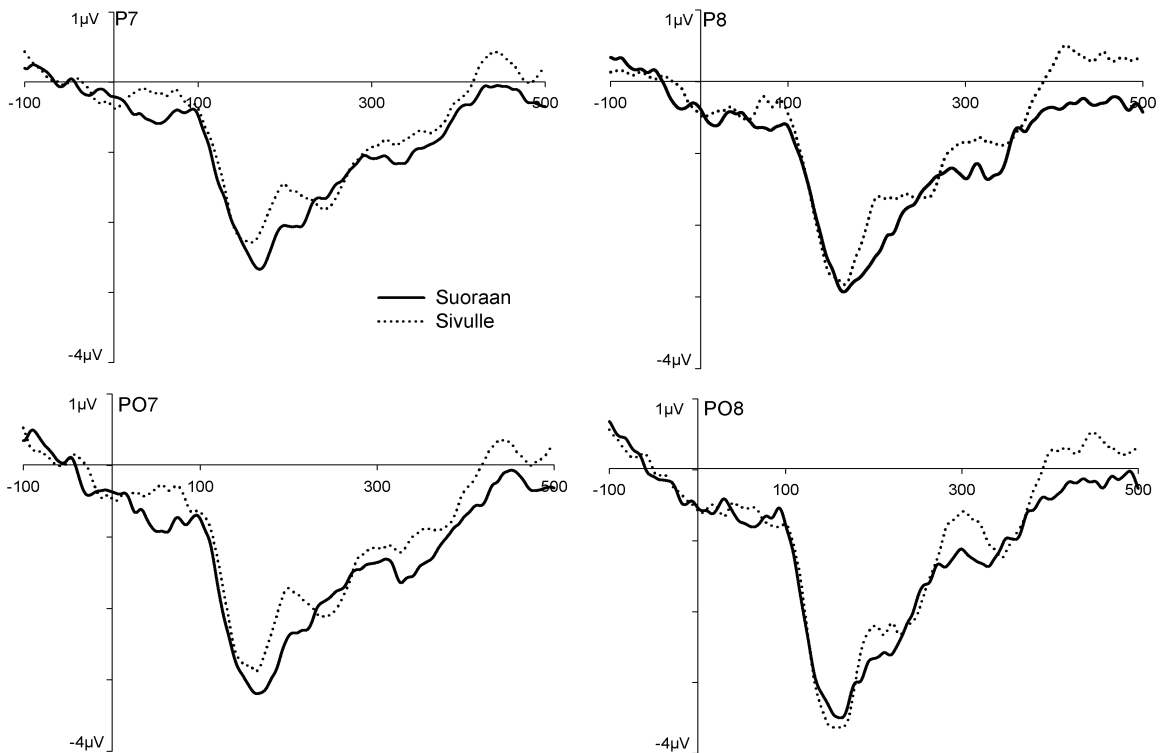
**Kuva 2.** Jännitevasteet ärsyketyypeittäin (katsesuunta suoraan ja sivulle) P7-, P8-, PO7- ja PO8-kanavista mitattuna tehtäväosiossa, jossa kohdeärsykkeet olivat sijoittuneet horisontaalisesti.

### Vertikaalisesti sijoittuneet kohdeärsykkeet



**Kuva 3.** Jännitevasteet ärsyketyypeittäin (katsesuunta suoraan ja sivulle) P7-, P8-, PO7- ja PO8-kanavista mitattuna tehtäväosiossa, jossa kohdeärsykkeet olivat sijoittuneet vertikaalisesti.

### Taustavärin muutos



**Kuva 4.** Jännitevasteet ärsyketyypeittäin (katsesuunta suoraan ja sivulle) P7-, P8-, PO7- ja PO8-kanavista mitattuna tehtäväosiossa, jossa kohdeärsykkeenä toimi taustavärin muutos.

#### 4. POHDINTA

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, miten koehenkilön suorittaman tehtävän laatu ja se, tarjotaanko kääntyneelle katseelle kohde vai ei, vaikuttaa katsesuunnan havaitsemisen aikaansaamiin tapahtumasidonnaisiin N170-jännitevasteisiin. Asiaa tutkittiin näyttämällä koehenkilöille kasvokuvia, joiden katsesuunta siirtyi joko kohti katselijaa tai hänestä poispäin, kolmessa eri tehtäväosiossa. Kahdessa osiosta tehtävä oli spatiaalista tarkkaavaisuutta aktivoiva ja yhdessä tehtävä ei edellyttänyt spatiaalista tarkkaavaisuutta. Spatiaalista tarkkaavaisuutta aktivoivat tehtävät poikkesivat toisistaan siinä, tarjottiinko kääntyneelle katseelle kohde vai ei. Aiempien tutkimusten perusteella hypoteesina oli, että koehenkilö käyttää katsesuunnan poispäin kääntymistä vihjeenä tarkkaavaisuuden suuntaamiseen, kun kääntyneelle katseelle tarjotaan kohde, ja näin ollen N170-vasteet olisivat voimakkaampia kääntyneeseen kuin suoraan katseeseen (Hietanen ym., 2008). Toinen tutkimushypoteesi oli se, että kun kääntyneelle katseelle ei tarjota kohdetta tai kun tehtävä ei aktivoi spatiaalista tarkkaavaisuutta, N170-vasteet olisivat suurempia havaitun katsesuunnan siirtyessä koehenkilöä kohti kuin hänestä poispäin (Conty ym., 2007).

Tutkimuksen tulokset tapahtumasidonnaisten jännitevasteiden osalta eivät tukeneet asetettuja hypoteeseja. Tehtäväosiossa ei havaittu olevan vaikutusta N170-jännitevasteen voimakkuuteen. Sen sijaan katsesuunta vaikutti jännitevasteen latenssiin: Kääntyneen katseen yhteydessä N170-vaste nousi huippuunsa aikaisemmin kuin suoran katseen yhteydessä. Tältä osin tulokset tukevat Contyn ym. (2007) tuloksia, vaikka heidän tutkimuksessaan kääntyneen katseen aikaansaama N170-vaste oli myös heikompi voimakkuudeltaan ja lyhytkestoisempi kuin suoran katseen herättämä vaste. Conty ym. selittivät tuloksiaan kahdella seikalla. Ensinnäkin kääntynyt katse saa aikaan automaattisen tarkkaavaisuuden siirtymän katseen suuntaan, poispäin kasvoista. Toiseksi suora katse vetää ja vangitsee tarkkaavaisuuden puoleensa (Senju & Hasegawa, 2005), ja suoran katseen on myös esitetty aiheuttavan voimakkaampaa kasvojen prosessointia (Mason, Hood & Macrae, 2004; Vuilleumier ym., 2005).

Tässä tutkimuksessa katsesuunnalla ei kuitenkaan ollut vaikutusta N170-vasteen voimakkuuteen kuten Contyn ym. (2007) tutkimuksessa, vaikka koeasetelma ja käytetyt ärsykkeet olivat hyvin samankaltaisia kuin heidän tutkimuksessaan. Yksi syy tähän saattaa olla Contyn ym. käyttämä tehtävä, jossa koehenkilön oli määrä tunnistaa katsesuunnan siirtymisen suunta. On todennäköistä, että heidän tutkimuksessaan tehtävä voimisti koehenkilöiden tarkkaavaisuuden kohdistumista juuri

silmiin ja vahvasti näin katsekontaktivaikutusta. Tässä tutkimuksessa puolestaan koehenkilöiden tarkkaavaisuus ohjattiin kaikissa tehtäväosioissa tavalla tai toisella kasvokuvan ulkopuolelle, minne kohdeärsykkeet ilmestyivät. Tämä voi osaltaan selittää myös sitä, miksei eroja tehtäväosioiden välille syntynyt. Selitys ei kuitenkaan ole aukoton, koska sen mukaan tässä tutkimuksessa kääntyneen katseen olisi pitänyt aikaansaada voimakkaampi N170-vaste kuin suoran katseen, mitä ei siis tapahtunut.

Tuloksia tarkasteltaessa on kuitenkin pidettävä mielessä, ettei tämä tutkimus ole suinkaan ainoa, jossa ei löydetty eroja suoran ja kääntyneen katseen aikaansaamien N170-vasteiden voimakkuudessa. Useissa aiemmissakaan tutkimuksissa eroja ei ole havaittu. Näissä tutkimuksissa koehenkilöiden suorittama tehtävä on vaihdellut passiivisesta havaitsemisesta (Grice ym., 2005; Klucharev & Sams, 2004; Watanabe ym., 2001), kasvokuvasta erillään esitettävään kohdeärsykkeeseen reagointiin (Taylor ym., 2001a, 2001b) ja katsesuunnan tunnistamiseen (Schweinberger ym., 2007). Tästä voidaan päätellä, ettei tehtävätyyppi yksistään selitä sitä, miksi muutamissa tutkimuksissa on löydetty eroja suoran ja kääntyneen katseen aikaansaamissa N170-jännitevasteiden voimakkuuksissa.

Tutkimuksessa ärsykkeenä käytettiin kasvokuvia, jotka eivät eronneet toisistaan kuin katsesuunnan suhteen, minkä avulla koehenkilöille luotiin illuusio silmien liikkeestä, joka suuntautui joko kohti katselijaa tai hänestä poispäin. On olemassa tutkimusnäyttöä siitä, että silmien liike prosessoidaan aivoissa eri tavalla kuin liikkumaton katse (Puce, Allison, Bentin, Gore & McCarthy, 1998; Puce ym., 2000). Tämän vuoksi käytetyt ärsykkeet voivat olla yksi syy siihen, miksi tulokset poikkesivat niin paljon esimerkiksi Hietasen ym. (2008) ja Itierin ym. (2007a) tuloksista. Hietanen ym. käyttivät tutkimuksessaan ärsykkeenä skemaattisia, liikkumattomia kasvokuvia ja Itier ym. valokuvia kasvoista, joiden katsesuunta oli joko suora tai kääntynyt. Molemmissa tutkimuksissa katse oli siis liikkumaton, toisin kuin tässä tutkimuksessa. On myös mahdollista, että koehenkilöt tulkitsevat silmien liikkeen merkiksi siitä, että kuvan henkilö on jollain tavalla todellisempi ja emotionaalisesti merkittävämpi kuin tilanteessa, jossa kasvokuvan katse on liikkumaton. Tämä saattaa vahvistaa katsekontaktivaikutusta, ja sen seurauksena N170-vasteen latenssit ovat pidempiä suoran kuin kääntyneen katseen yhteydessä.

Tutkimuksessa tarkasteltiin myös aktivaation lateraalisuutta eli sitä, miten aivopuoliskojen aktivaatiot eroavat toisistaan. Kuten aiemmissakin kasvojen havaitsemista koskeneissa tutkimuksissa (esim. Bentin ym., 1996), tässä tutkimuksessa N170-vasteen todettiin olevan

negatiivisempi oikeassa kuin vasemmassa aivopuoliskossa. Tämä voidaan olettaa viittaavan siihen, että oikea aivopuolisko on erikoistunut holistiseen objektien prosessointiin (Sagiv & Bentin, 2001) ja erityisesti kasvoista saatavien vihjeiden prosessointiin (Kingstone, Friesen & Gazzaniga, 2000; Puce ym., 2000; Wicker, Michel, Henaff & Decety, 1998). Katsesuunnalla ja aivopuoliskolla havaittiin myös yhdysvaikutus: molempien katsesuuntien yhteydessä N170-vaste oli negatiivisempi oikeassa aivopuoliskossa, mutta suoran katseen yhteydessä aivopuoliskojen negatiivisuuden ero oli pienempi. Tämä tulos tukee käsitystä siitä, että visuospatiaalisen tarkkaavaisuuden siirtymisen yhteydessä oikea aivopuolisko on vasenta dominoivampi (Corbetta, Miezin, Shulman & Petersen, 1993; Rounis, Yarrow & Rothwell, 2007).

Reaktioaikojen osalta tutkimustulokset olivat odotetut. Tehtäväosiossa, jossa kohdeärsykkeet olivat sijoittuneet horisontaalisesti, reaktioajat olivat lyhyempiä, kun katse oli kääntynyt kohdeärsykkeen puolelle kuin tilanteessa, jossa kohdeärsykkeen ilmestymispuoli oli katseelle vastakkainen. Tämä tulos tukee käsitystä siitä, että toisen ihmisen pois päin käännetyn katseen näkeminen aiheuttaa visuospatiaalisen tarkkaavaisuuden siirtymisen katseen suuntaan (Driver ym., 1999; Friesen & Kingstone, 1998; Friesen ym., 2004, 2005; Hietanen, 1999). Muissa tehtäväosiossa havaitulla katsesuunnalla ei ollut vaikutusta reaktioaikoihin.

Tässä tutkimuksessa tutkittiin systemaattisesti tehtävätilanteen vaikutusta katsesuunnan havaitsemisen aikaansaamiin N170-vasteisiin käyttämällä sekä spatiaalista tarkkaavaisuutta aktivoivaa tehtävätilannetta että tilannetta, joka ei aktivoi spatiaalista tarkkaavaisuutta. Tutkimus suoritettiin luotettavien menetelmien kontrolloiduissa olosuhteissa, ja tutkimustilanne oli samanlainen kaikille koehenkilöille. Tutkimuksessa ärsykkeinä käytettiin vain suoraan edestäpäin kuvattuja kasvoja toisin kuin esimerkiksi Contyn ym. (2007) tutkimuksessa. Havaitun päänasennon on todettu vaikuttavan kasvojen ja katsesuunnan visuaaliseen prosessointiin (Emery, 2000; Hietanen, 1999). Itier ym. (2007a) kuitenkin esittävät, että toisen henkilön tarkkaavaisuuden suunnan visuaalinen prosessointi päänasennon avulla tapahtuu jo ennen katsesuunnan prosessointia. Tämän vuoksi voisi olettaa, ettei päänasento vaikuta katsesuunnan havaitsemisen herättämään N170-vasteeseen. Suoraan edestäpäin kuvattujen kasvojen käyttöä voidaan perustella myös Contyn ym. (2007) tutkimustuloksilla, joiden mukaan päänasennolla ei ollut vaikutusta katsesuunnan aikaansaamiin N170-vasteisiin.

Useissa tutkimuksissa on osoitettu, että N170-vaste on suurempi koehenkilön katsoessa kuvia pelkistä silmistä kuin koko kasvoista (Bentin ym., 1996; Jemel ym., 1999; Taylor ym., 2001b;).



Tämän vuoksi tulevaisuudessa olisikin kiinnostavaa tutkia, olisiko katsesuunnalla tai tehtävätyypillä vaikutusta N170-vasteeseen, jos ärsykkeenä käytettäisiin vain silmiä. Jatkotutkimuksissa olisi hyvä myös selvittää, miten kokeessa käytettyjen ärsykkeiden laatu vaikuttavat katsesuunnan havaitsemiseen. Liikkuvaa katsetta käyttäneiden tutkimusten tulokset eivät ehkä ole vertailukelpoisia liikkumattomia kuvia käyttäneiden tutkimusten tuloksiin vaan niitä olisi syytä verrata esimerkiksi videokuvaa käyttäneisiin tutkimuksiin. Vaikka tässä tutkimuksessa tehtäväosiolla ei havaittu olevan vaikutusta N170-vasteeseen, funktionaalisen magneettikuvauksen avulla on saatu todisteita siitä, että tehtävätilanne vaikuttaa katsesuunnan havaitsemisen synnyttämään aivoaktivaatioon (Bristow ym., 2007; Pelphey ym., 2003). Jatkotutkimusta kaivataan, jotta saadaan selville, miten muut tehtävätilanteet, esimerkiksi kuvan ominaisuuksiin reagointi, vaikuttavat katsesuunnan havaitsemiseen. Lisäksi tulevaisuudessa olisi kiinnostavaa tutkia sitä, näkyykö koehenkilön suorittaman tehtävän vaikutus joissakin muissa aivoista mitatuissa tapahtumasidonnaisissa jännitevasteissa kuin N170-vasteessa.

## LÄHTEET

Adams, R. B. jr. & Kleck, R. E. (2005). Effects of direct and averted gaze on the perception of facially communicated emotion. *Emotion*, 5, 3–11.

Anstis, S. M., Mayhew, J. W. & Morley, T. (1969). The perception of where a face or television 'portrait' is looking. *American Journal of Psychology*, 82, 474–489.

Argyle M., Lefebvre, L. & Cook, M. (1974). The meaning of five patterns of gaze. *European Journal of Social Psychology*, 4, 125–136.

Baker, S. R. & Edelman, R. J. (2002). Is social phobia related to lack of social skills? Duration of skill-related behaviours and ratings of behavioural adequacy. *British Journal of Clinical Psychology*, 41, 243–257.

Baron-Cohen, S. (1995). *Mindblindness: An essay on autism and theory of mind*. Cambridge, MA: MIT Press.

Batki, A., Baron-Cohen, S., Wheelwright, S., Connellan, J. & Ahluwalia, J. (2000). Is there an innate gaze module? Evidence from human neonates. *Infant Behavior & Development*, 23, 223–229.

Bellack, A. S., Hersen, M. & Lamparski, D. (1979). Role-play tests for assessing social skills: Are they valid? Are they useful? *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 47, 335–342.

Bentin, S., Allison, T., Puce, A., Perez, E. & McCarthy, G. (1996). Electrophysiological studies of face perception in humans. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 8, 551–565.

Bristow, D., Rees, G. & Frith, C. D. (2007). Social interaction modifies neural response to gaze shifts. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 2, 52–61.

Calder, A. J., Lawrence, A. D., Keane, J., Scott, S. K., Owen, A. M., Christoffels, I. & Young, A. W. (2002). Reading the mind from eye gaze. *Neuropsychologia*, 40, 1129–1138.

- Conty, L., N'Diaye, K., Tijus, C. & George, N. (2007). When eye creates a contact! ERP evidence for early dissociation between direct and averted gaze motion processing. *Neuropsychologia*, *45*, 3024–3037.
- Corbetta, M., Miezin, F. M., Shulman, G. L. & Petersen, S. E. (1993). A PET study of visuospatial attention. *Journal of Neuroscience*, *13*, 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.
- Droney, J. M. & Brooks, C. I. (1993). Attributions of self-esteem as a function of duration of eye contact. *Journal of Social Psychology*, *133*, 715–722.
- 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.
- Friesen, C. K. & Kingstone, A. (1998). The eyes have it! Reflexive orienting is triggered by nonpredictive gaze. *Psychonomic Bulletin & Review*, *5*, 490–495.
- Friesen, C. K., Moore, C. & Kingstone, A. (2005). Does gaze direction really trigger a reflexive shift of spatial attention? *Brain and Cognition*, *57*, 66–69.
- Friesen, C. K., Ristic, J. & Kingstone, A. (2004). Attentional effects of counterpredictive gaze and arrow cues. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *30*, 319–329.
- George, N., Driver, J. & Dolan, R. J. (2001). Seen gaze-direction modulates fusiform activity and its coupling with other brain areas during face processing. *Neuroimage*, *13*, 1102–1112.
- George, N., Evans, J., Fiori, N., Davidoff, J. & Renault, B. (1996). Brain events related to normal and moderately scrambled faces. *Cognitive Brain Research*, *4*, 65–76.

- Grice, S. J., Halit, H., Farroni, T., Baron-Cohen, S., Bolton, P. & Johnson, M. H. (2005). Neural correlates of eye-gaze detection in young children with autism. *Cortex*, *41*, 342–353.
- Haxby, J. V., Hoffman, E. A. & Gobbini, M. I. (2000). The distributed human neural system for face perception. *Trends in Cognitive Sciences*, *4*, 223–233.
- Hietanen, J. K. (1999). Does your gaze direction and head orientation shift my visual attention? *Neuroreport*, *10*, 3443–3447.
- Hietanen, J. K., Leppänen, J. M., Nummenmaa, L. & Astikainen, P. (2008). Visuospatial attention shifts by gaze and arrow cues: An ERP study. *Brain Research*, *1215*, 123–136.
- Hoffman, E. A. & Haxby, J. V. (2000). Distinct representations of eye gaze and identity in the distributed human neural system for face perception. *Nature Neuroscience*, *3*, 80–84.
- Hood, B. M. & Macrae, C. N. (2007). Look into my eyes: The effect of direct gaze on face processing in children and adults. Teoksessa R. Flom, K. Lee & D. Muir (toim.) *Gaze-following: Its development and significance*, s. 283–296. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Hood, B. M., Willen, J. D. & Driver, J. (1998). Adult's eyes trigger shifts of visual attention in human infants. *Psychological Science*, *9*, 131–134.
- Itier, R. J., Alain, C., Kovacevic, N. & McIntosh, A. R. (2007a). Explicit versus implicit gaze processing assessed by ERPs. *Brain Research*, *1177*, 79–89.
- Itier, R. J., Alain, C., Sedore, K. & McIntosh, A. R. (2007b). Early face processing specificity: It's in the eyes! *Journal of Cognitive Neuroscience*, *19*, 1815–1826.
- Itier, R. J. & Taylor, M. J. (2004). Source analysis of the N170 to faces and objects. *Neuroreport*, *15*, 1261–1265.
- Jemel, B., George, N., Olivares, E., Fiori, N. & Renault, B. (1999). Event-related potentials to structural familiar face incongruity processing. *Psychophysiology*, *36*, 437–452.

- Jemel, B., Pisani, M., Calabria, M., Crommelinck, M. & Bruyer, R. (2003). Is the N170 for faces cognitively penetrable? Evidence from repetition priming of Mooney faces of familiar and unfamiliar persons. *Cognitive Brain Research*, *17*, 431–446.
- Kampe, K. K. W., Frith, C. D. & Frith, U. (2003). “Hey John”: Signals conveying communicative intention toward the self activate brain regions associated with “mentalizing,” regardless of modality. *Journal of Neuroscience*, *23*, 5258–5263.
- Kawashima, R., Sugiura, M., Kato, T., Nakamura, A., Hatano, K., Ito, K., Fukuda, H., Kojima, S. & Nakamura, K. (1999). The human amygdala plays an important role in gaze monitoring. *Brain*, *122*, 779–783.
- Kingstone, A., Friesen, C. K. & Gazzaniga, M. S. (2000). Reflexive joint attention depends on lateralized cortical connections. *Psychological Science*, *11*, 159–166.
- Kleinke, C. L. (1986). Gaze and eye contact: A research review. *Psychological Bulletin*, *100*, 78–100.
- Kleinke, C. L., Staneski, R. A. & Berger, D. E. (1975). Evaluation of an interviewer as a function of interviewer gaze, reinforcement of subject gaze, and interviewer attractiveness. *Journal of Personality and Social Psychology*, *31*, 115–122.
- Klucharev, V. & Sams, M. (2004). Interaction of gaze direction and facial expressions processing: ERP study. *Neuroreport*, *15*, 621–625.
- Macrae, C. N., Hood, B. M., Milne, A. B., Rowe, A. C. & Mason, M. F. (2002). Are you looking at me? Eye gaze and person perception. *Psychological Science*, *13*, 460–464.
- Martin, W. W. & Jones, R. F. (1982). The accuracy of eye-gaze judgement: A signal detection approach. *British Journal of Social Psychology*, *21*, 293–299.
- Mason, M. F., Hood, B. M. & Macrae, C. N. (2004). Look into my eyes: Gaze direction and person memory. *Memory*, *12*, 637–643.

- Mehrabian, A. (1968). Inference of attitudes from the posture, orientation, and distance of a communicator. *Journal of Consulting and Clinical Psychology, 32*, 296–308.
- Napieralski, L. P., Brooks, C. I. & Droney, J. M. (1995). The effect of duration of eye contact on American college students' attributions of state, trait, and test anxiety. *Journal of Social Psychology, 135*, 273–280.
- 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.
- Pelphrey, K. A., Viola, R. J. & McCarthy, G. (2004). When strangers pass: Processing of mutual and averted social gaze in the superior temporal sulcus. *Psychological Science, 15*, 598–603.
- Puce, A., Allison, T., Bentin, S., Gore, J. C. & McCarthy, G. (1998). Temporal cortex activation in humans viewing eye and mouth movements. *Journal of Neuroscience, 18*, 2188–2199.
- Puce, A., Smith, A. & Allison, T. (2000). ERPs evoked by viewing facial movements. *Cognitive Neuropsychology, 17*, 221–239.
- Romano, J. M. & Bellack, A. S. (1980). Social validation of a component model of assertive behavior. *Journal of Consulting and Clinical Psychology, 48*, 478–490.
- Rossion, B., Campanella, S., Gomez, C. M., Delinte, A., Debatisse, D., Liard, L., Dubois, S., Bruyer, R., Crommelinck, M. & Guerit, J.-M. (1999). Task modulation of brain activity related to familiar and unfamiliar face processing: an ERP study. *Clinical Neurophysiology, 110*, 449–462.
- Rounis, E., Yarrow, K. & Rothwell, J. C. (2007). Effects of rTMS conditioning over the fronto-parietal network on motor versus visual attention. *Journal of Cognitive Neuroscience, 19*, 513–524.
- Sagiv, N. & Bentin, S. (2001). Structural encoding of human and schematic faces: Holistic and part-based processes. *Journal of Cognitive Neuroscience, 13*, 937–951.
- Scherer, S. E. & Schiff, M. R. (1973). Perceived intimacy, physical distance and eye contact. *Perceptual and Motor Skills, 36*, 835–841.

- Schilbach, L., Koubeissi, M. Z., David, N., Vogeley, K. & Ritzl, E. K. (2007). Being with virtual others: Studying social cognition in temporal lobe epilepsy. *Epilepsy and Behavior*, *11*, 316–323.
- Schuller, A.-M. & Rossion, B. (2001). Spatial attention triggered by eye gaze increases and speeds up early visual activity. *Neuroreport*, *12*, 2381–2386.
- Schuller, A.-M. & Rossion, B. (2004). Perception of static eye gaze direction facilitates subsequent early visual processing. *Clinical Neurophysiology*, *115*, 1161–1168.
- Schuller, A.-M. & Rossion, B. (2005). Spatial attention triggered by eye gaze enhances and speeds up visual processing in upper and lower visual fields beyond early striate visual processing. *Clinical Neurophysiology*, *116*, 2565–2576.
- Schweinberger, S. R., Kloth, N. & Jenkins, R. (2007). Are you looking at me? Neural correlates of gaze adaptation. *Neuroreport*, *18*, 693–696.
- Senju, A. & Hasegawa, T. (2005). Direct gaze captures visuospatial attention. *Visual Cognition*, *12*, 127–144.
- Senju, A., Hasegawa, T. & Tojo, Y. (2005). Does perceived direct gaze boost detection in adults and children with and without autism? The stare-in-the-crowd effect revisited. *Visual Cognition*, *12*, 1474–1496.
- Senju, A. & Johnson, M. H. (2009). The eye contact effect: mechanisms and development. *Trends in Cognitive Sciences*, *13*, 127–134.
- Smith, A. D., Hood, B. M. & Hector, K. (2006). Eye remember you two: Gaze direction modulates face recognition in a developmental study. *Developmental Science*, *9*, 465–472.
- Taylor, M. J., George, N. & Ducorps, A. (2001a). Magnetoencephalographic evidence of early processing of direction of gaze in humans. *Neuroscience Letters*, *316*, 173–177.
- Taylor, M. J., Itier, R. J., Allison, T. & Edmonds, G. E. (2001b). Direction of gaze effects on early face processing: eyes-only versus full faces. *Cognitive Brain Research*, *10*, 333–340.

- Von Grünau, M. & Anston, C. (1995). The detection of gaze direction: A stare-in-the-crowd effect. *Perception*, *24*, 1297–1313.
- Vuilleumier, P., George, N., Lister, V., Armony, J. & Driver, J. (2005). Effects of perceived mutual gaze and gender on face processing and recognition memory. *Visual Cognition*, *12*, 85–101.
- Warreyn, P., Roeyers, H., Oelbrandt, T. & De Groote, I. (2005). What are you looking at? Joint attention and visual perspective taking in young children with autism spectrum disorder. *Journal of Developmental and Physical Disabilities*, *17*, 55–73.
- Watanabe, S., Kakigi, R. & Puce, A. (2001). Occipitotemporal activity elicited by viewing eye movements: A magnetoencephalographic study. *Neuroimage*, *13*, 351–363.
- Watanabe, S., Miki, K. & Kakigi, R. (2002). Gaze direction affects face perception in humans. *Neuroscience Letters*, *325*, 163–166.
- Wicker, B., Michel, F., Henaff, M.-A. & Decety, J. (1998). Brain regions involved in the perception of gaze: A PET study. *Neuroimage*, *8*, 221–227.
- Wicker, B., Perrett, D. I., Baron-Cohen, S. & Decety, J. (2003). Being the target of another's emotion: a PET study. *Neuropsychologia*, *41*, 139–146.