

**OKSITOSIINIRESEPTORIGEENIN ALLEELIMUODON YHTEYS
KASVOILLA ESIINTYVIEN TUNNEILMAISUJEN PROSESSOINTIIN
ÄIDEILLÄ JA SYNNYTTÄMÄTTÖMILLÄ NAISILLA**

**Samuli Broman
Psykologian
pro gradu -tutkielma
Yhteiskunta- ja kulttuuri-
tieteiden yksikkö
Tampereen yliopisto
Joulukuu, 2012**

BROMAN, SAMULI: Oksitosiinireseptorigeenin alleelimuodon yhteys kasvoilla esiintyvien tunne-
ilmaisujen prosessointiin äideillä ja synnyttämättömillä naisilla

Pro gradu -tutkielma, 43 s.

Ohjaaja: Mikko Peltola

Psykologia

Joulukuu, 2012

TIIVISTELMÄ

Perinnöllinen vaihtelu keskushermoston oksitosiinitoiminnassa ja sen yhteydet ihmisen sosiaaliseen käyttäytymiseen ovat olleet viime vuosina kasvavan mielenkiinnon kohteena. Oksitosiineuropeptidi liittyy keskeisesti nisäkkäiden parinmuodostus- ja hoivakäyttäytymiseen sekä lähestymiskäyttäytymisen ja sosiaalisen kiintymyksen säätelyyn. Ihmisillä tehdyissä tutkimuksissa on osoitettu, että alleelinen vaihtelu oksitosiinireseptoria säätelevällä geenialueella on yhteydessä kohonneeseen empatiaan ja sosioemotionaaliseen sensitiivisyyteen. Kyseisen geneettisen vaihtelun yhteydestä evolutiivisesti merkittävien ärsykkeiden (kasvonilmeiden) havaitsemiseen on kuitenkin verrattain vähän tutkimusta, jossa olisi hyödynnetty ajallisesti tarkkoja tiedonkäsittelyn tutkimusmenetelmiä.

Tässä pro gradu -tutkimuksessa selvitettiin oksitosiinireseptorigeenin rs53576-vastinkromosomikombinaation alleelimuunnelman (AA/AG vs. G-alleeli) vaikutusta kasvoilla esitettyjen tunneilmaisujen prosessointiin äideillä ja synnyttämättömillä naisilla. Tutkimukseen osallistui 43 äitiä ja 43 synnyttämätöntä naista, joilta oksitosiinireseptorigeenimuunnelman lisäksi mitattiin aivojen tapah-tumasidonnoisia jännitevasteita (N170- ja P300-komponentteja) aikuisten ja vauvaikäisten lasten kasvonilmekuvuihin.

Tutkimuksen tulokset osoittivat, että rs53576 genotyyppi oli yhteydessä erityisesti lasten kasvonilmekuvien prosessointiin. Verrattuna A-alleelin kantajiin, GG-homotsygoottien N170- ja P300-vasteet erosivat voimakkaammin eri kasvonilmeiden välillä. Tulos viittaisi siihen, että GG-alleelimuoto on yhteydessä lajinsäilymisen kannalta tehokkaampaan prosessointiin. Tutkimuksessa havaittiin myös, että äitiys tehostaa tunneilmaisusignaalien prosessointia etenkin vauvaärsykkeiden kohdalla. Tämän oletettiin heijastavan äideille kehittynyttä asiantuntijuutta vauvan ilmaisemien signaalien prosessointiin. Saadut tulokset olivat yhdenmukaisia aiempien tutkimustulosten kanssa, joissa GG-alleelin on havaittu olevan yhteydessä tehokkaaseen tunneilmaisujen prosessointiin ja sensitiivisempään vanhemmuuskäyttäytymiseen. Lisäksi tulokset tarjosivat uutta informaatiota oksitosiinireseptorin rs53576-muodon vaikutuksesta varhaiseen tunneilmaisujen prosessointiin ja ovat täten askel eteenpäin, jotta ymmärrettäisiin sosiaalisen kognition ja psyykkisen hyvinvoinnin geneettistä perustaa.

Asiasanat: oksitosiini; OXTR; tunneilmaisujen havaitseminen; kasvonilmeet; ERP; N170; P300

SISÄLTÖ

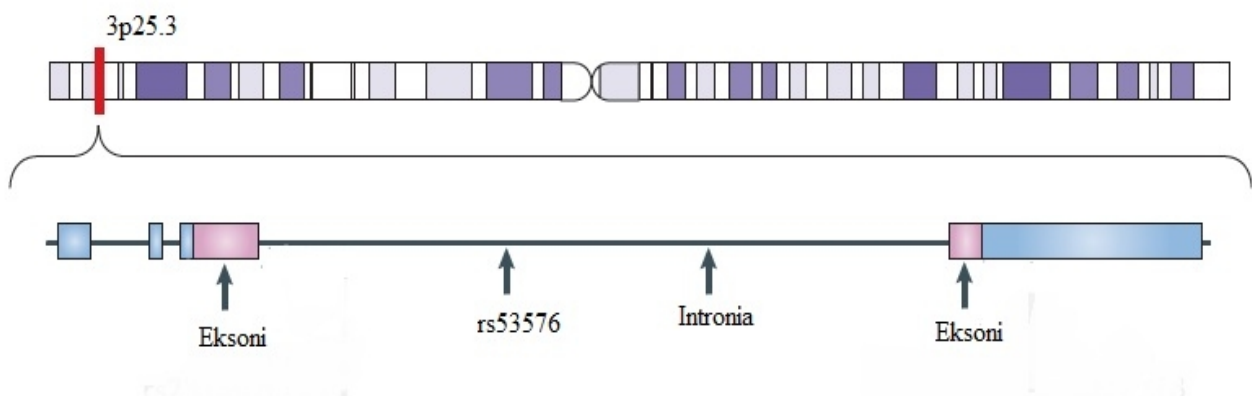
1. JOHDANTO	1
1.1. Oksitosiinireseptorigeeni rs53576 ja sen alleelinen vaihtelu	1
1.1.1. Oksitosiinireseptorigeenin alleelinen kombinatoriikka	1
1.1.2. Oksitosiinin muodostuminen ja erittyminen keskushermostossa.....	2
1.1.3. Oksitosiinin emotionaaliset ja psykososiaaliset vaikutukset	3
1.1.4. Oksitosiinireseptorigeenivariaatioiden behavioraaliset korrelaatit	3
1.2. Kasvojen tunneilmaisujen prosessointi	4
1.2.1. Emootiot ja niiden evolutiivinen tehtävä	4
1.2.2. Kasvojen tunneilmaisut sosiaalisessa vuorovaikutuksessa	5
1.2.3. Emootioiden ja kasvojen prosessoinnin neurofysiologia	5
1.2.4. Kasvojen tunneilmaisujen prosessoinnin ajantuminen	6
1.3. Oksitonerginen systeemi ja kasvojen tunneilmaisujen prosessointi	7
1.3.1. Oksitonerginen systeemi ja tunneilmaisujen prosessointi	7
1.3.2. Oksitonerginen systeemi, äitiys ja tunneilmaisujen prosessointi	9
1.4. Tämä tutkimus ja sen hypoteesit	9
2. MENETELMÄT	11
2.1. Koehenkilöt	11
2.2. OXTR-alleelin mittaaminen ja DNA-analyysit	11
2.3. Tunneilmaisujen prosessoinnin mittaaminen	12
2.3.1. EEG-/ERP-koasetelma	12
2.3.2. EEG-mittaus	13
2.3.3. ERP-analyysi	14
2.4. Tilastollinen analyysi	15
3. TULOKSET	16
3.1. Aineiston kuvailua	16
3.2. Oksitosiinireseptorigeenin vaikutus tunneilmaisujen prosessointiin	16
3.2.1. N170	16
3.2.2. P300	19
3.3. Äitiyden vaikutus tunneilmaisujen prosessointiin	22
3.3.1. N170	22
3.3.2. P300	23
3.4. Oksitosiinireseptorigeenin ja äitiyden yhdysvaikutus tunneilmaisujen prosessoinnissa ..	23
4. POHDINTA	24
4.1. Oksitosiinireseptorigeenin vaikutus tunneilmaisujen prosessointiin	24
4.1.1. N170	25
4.1.2. P300	25
4.1.3. Oksitosiinireseptorigeenimuodolla oli vaikutusta tunneilmaisujen prosessointiin ...	26
4.2. Äitiyden vaikutus tunneilmaisujen prosessointiin	27
4.3. Oksitosiinireseptorigeenin ja äitiyden interaktio tunneilmaisujen prosessoinnissa	29
4.4. Tutkimuksen merkitys ja kliiniset implikaatiot	29
4.5. Tutkimuksen rajoituksia	31
4.6. Yhteenvedo ja tulevaisuuden haasteet	31
5. LÄHTEET	32

1. JOHDANTO

1.1. Oksitosiinireseptorigeeni rs53576 ja sen alleelinen vaihtelu

1.1.1. Oksitosiinireseptorigeenin alleelinen kombinatoriikka

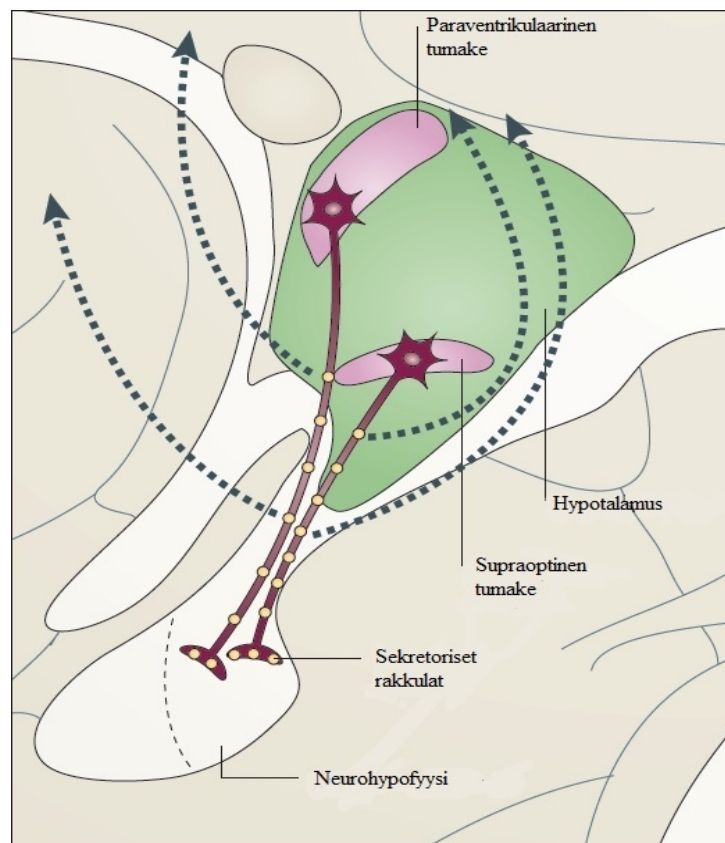
Perintötekijät eli geenit välittävät perinnöllistä informaatiota sukupolvelta seuraavalle. Ne luovat osaltaan perustan ihmisen ominaisuuksille ja ilmiäille. Oksitosiinireseptorigeeni sijaitsee ihmisen perimän lokuksessa 3p25 (Gimpl & Fahrenholz, 2001; Kuva 1), ja se koostuu kolmesta intronista ja neljästä eksonista (Inoue ym., 1994). Oksitosiinireseptori on 389 aminohaposta koostuva proteiini-molekyylä, joka kuuluu rodopsiini-tyypin G-proteiinikytkentäiseen reseptoriperheeseen (Gimpl & Fahrenholz, 2001). Oksitosiinireseptorien kautta neurohormoni oksitosiini tuottaa erilaisia implikaatioita kehossa ja aivoissa. Näiden vaikutusten yksilölliseen ilmenemiseen vaikuttavat oksitosiinireseptorien tiheys ja hajautuminen. Tässä pro gradu -tutkimuksessa keskitytään tarkastelemaan oksitosiinireseptorin kolmannen intronin vastinkromosomikombinaatiota rs53576 ja tämän alleelisiä muunnelmia, joiden vaihtelu on havaittu olennaiseksi oksitosiinireseptorin fenotyypisessä ilmenemisessä. Alleelit ovat tietyn lokuksen geenien muotoja, joilla on oma DNA-sekvenssinsä. Ne ovat siis saman geenin eri muotoja. Tosi asiassa DNA:n nukleotidipareilla on vain kaksi mahdollista tilaa, joten yhden emäksen muunnelmat (vastinkromosomikombinaatio; engl. single nucleotide polymorphism, SNP) ovat kaksialleelisiä (Portin, 2006). Täten vastinkromosomin alleelit muodostavat alleeliparin (Ulmanen, Tenhunen & Yläne, 2004). Pareista toinen peritään isältä ja toinen äidiltä. Oksitosiinireseptorigeenin alleelipareja on kolmea mahdollista kombinaatiota (guaniini–guaniini, adeniini–adeniini, adeniini–guaniini; GG, AA, AG). Solu on homotsygoottinen, jos sen molemmissa vastinkromosomeissa on geenistä sama alleeli tai ditsygoottinen, jos alleelit ovat erilaiset.



Kuva 1. Oksitosiinireseptorigeenin sijainti ja rakenne (Kuva lainattu: Meyer-Lindenberg, Domes, Kirsch & Heinrichs, 2011)

1.1.2. Oksitosiinin muodostuminen ja erittyminen keskushermostossa

Keskushermostossa oksitosiinia tuotetaan lähinnä hypothalamuksen paraventrikulaarisen ja supraoptisen tumakkeen neurosekretorisissa soluissa (Gimpl & Fahrenholz, 2001; Kuvat 2 ja 3). Neurosekretoristen solujen tuottamat aineet kulkeutuvat aivolisäkkeen sekretorisiin rakkuloihin. Aivolisäkkeen takalohkon stimulaatio saa oksitosiinia vapautumaan vereen, kun taas paraventrikulaarisen tumakkeen stimulaatio vereen sekä aivo-selkäydinnesteeseen (Carter, 2009). Lisäksi osa hypothalamuslähtöisestä oksitosiinista päätyy aivolisäkkeen etuosiin. Täten oksitosiini vaikuttaa myös aivolisäkkeen etuosien hormonien, kuten prolaktiinin, adrenokortikotrooppisen hormonin ja sukupuolihormonien fysiologiseen säätelyyn. Hypotalamuksesta vapautettu keskushermostoperäinen oksitosiini koordinoi hoivakäyttäytymisen alkamista ja omaa roolin äiti-lapsi-suhteen muodostumisessa (Ross & Young, 2009). Perifeerisesti erittynyt oksitosiini helpottaa muun muassa synnytystä ja maidon eritystä (Gimpl & Fahrenhnolz, 2001; Lee, Macbeth, Pagani & Young, 2009). Oksitosiinin tunnetuimmat vaikutukset liittyvätkin lisääntymiseen ja parinmuodostukseen (Carter, Grippo, Pournajafi-Nazarloo, Ruscio & Porges, 2008; Feldman, Weller, Zagoory-Sharon & Levine, 2007) kaikilla nisäkkäillä (Insel, 1997).



Kuva 2. Oksitosiinituotantoon osallistuvat alueet hypothalamuksessa (Kuva lainattu: Meyer-Lindenberg, Domes, Kirsch & Heinrichs, 2011)

1.1.3. Oksitosiinin emotionaaliset ja psykososiaaliset vaikutukset

Oksitosiinin emotionaaliset ja psykososiaaliset vaikutukset liittyvät sen neuroendokrinologisiin implikaatioihin keskushermostossa. Nisäkkäiden oksitosiinireseptorit ovat hajautuneet aivoalueille (Landgraf & Neumann, 2004), jotka liittyvät stressin ja ahdistuksen ja sosiaalisen käyttäytymisen hermostolliseen säätelyyn. Oksitosiini vaikuttaa limbisessä systeemissä (Huber, Veinante & Stoop, 2005) vähentäen psykososiaalista stressiä ja ahdistusta sekä neuroendokriinisia reaktioita sosiaalisissa vuorovaikutustilanteissa (Bale, Davis, Auger, Dorsa & McCarthy, 2001; Windle, Shanks, Lightman, & Ingram, 1997). Lisäksi oksitosiini vaikuttaa HPA (hypotalamus-aivolisäke-lisämunuaisten)-akseliin vaimentaen stressireaktioita yleisemminkin (Neumann, 2002; Bartz & Hollander, 2006). Fysiologinen ahdistuneisuus vähenee, kun oksitosiini pienentää kortisolitasoja (Heinrichs, Baumgartner, Kirschbaum & Ehlert, 2003; Knox & Uvnas-Moberg, 1998), inhiboi kardiovaskulaarisia reaktioita (Knox & Uvnas-Moberg, 1998; Gimpl & Fahrenholz, 2001) ja vaimentaa amygdalan aktivaatiota emotionaaliseen ärsykkeeseen (Domes ym., 2007). Muun muassa Baumgartnerin, Heinrichsin, Vonlanthenin, Fischbacherin ja Fehrin (2008) sekä Kirschin ym. (2005) tutkimuksessa havaittiin, että intranasaalinen oksitosiiniannos pelkotilanteessa vähensi amygdalan aktiivisuutta sekä sen autonomiseen reagointiin liittyviä yhteyksiä aivorunkoon. On kuitenkin myös näyttöä oksitosiinin amygdalaa kiihdyttävästä vaikutuksesta (Huber, Veinante & Stoop, 2005).

Oksitosiini liittyy sosiaalisen lähestymiskäyttäytymisen ja sosiaalisen kiintymyksen säätelyyn (Heinrichs, Dawans & Domes, 2009). Eläimillä tehdyissä tutkimuksissa oksitosiinin on havaittu helpottavan lähestymiskäyttäytymistä vähentämällä reviirikäyttäytymistä ja inhiboiden defensiivistä toimintaa (Carter, 1998; Carter & Altemus, 1997; Donaldson & Young, 2008; Insel & Young, 2008). Myös ihmisillä intranasaalisen oksitosiinin lisäämisen on havaittu lisäävän muun muassa luottamusta toisiin sosiaalisia riskejä esittävässä pelitilanteessa (Kosfeld, Heinrichs, Zak, Fischbacher & Fehr, 2005). Tämän luottamuksen lisääntymisen oletetaan johtuvan uhan havaitsemiseen liittyvien aivoalueiden (mm. amygdala) aktivaation vähenemisestä (Kirsch ym., 2005) sekä positiivisten tunneilmaisujen tunnistamisen paranemisesta (Marsh, Yu, Pine & Blair, 2010). Tutkimuksissa on osoitettu myös, että oksitosiini lisää empatiaa (Bartz ym, 2012), läheisten sosiaalisten suhteiden myönteisempää arviointia (Bartz, Zaki, Ochsner, Kolevzon & Lydon, 2010) sekä prososiaalisuus- (Insel & Young, 2001) ja anteliaisuuskäyttäytymistä (Zak, Stanton & Ahmadi, 2007).

1.1.4. Oksitosiinireseptorigenivariaatioiden behavioraaliset korrelaatiot

Viime vuosina oksitosiinineuropeptidiä säätelevät geenit ja oksitosiinisysteemi ovat olleet kasvavan mielenkiinnon kohteena sosiaalisen kognitiivisen neurotieteen tutkimuskentällä, sillä muun muassa

tässä pro gradu -tutkimuksessa tutkitun oksitosiinireseptorin rs53576 alleelikombinaatiolla on niin ikään havaittu olevan vaikutusta sosiaaliseen interaktioon, affektien säätelyyn ja kognitioon (Lucht ym., 2009). Etenkin oksitosiinireseptorigeenin homotsygoottisen guaniinialleelin (GG) oletetaan olevan yhteydessä empatiaan ja muun muassa emotionaalisten tilojen havaitsemiseen (Rodrigues, Saslow, Garcia, John & Keltner, 2009). Täten henkilöt, joilla on oksitosiinireseptori rs53576-muodon guaniinialleeli osoittavat sensitiivisempää hoivakäyttäytymistä (Bakermans & van Ijzendoorn, 2008), raportoivat vähemmän yksinäisyyttä (Lucht, 2009), osoittavat enemmän empatiaa (Rodrigues ym., 2009) ja omaavat vähemmän autismin kirjon oireita (Wu ym., 2005). Lisäksi Riem ym. (2011) havaitsivat GG-alleelin olevan yhteydessä korostuneeseen fysiologiseen reaktiivisuuteen koehenkilöiden kuunnellessa vauvan itkuärsykettä.

Oksitosiinireseptorigeenin ns. riskimuoto, eli rs53576-muodon ditsygoottinen adeniinialleeli (A) sen sijaan lisää kardiovaskulaarista reaktiivisuutta stressitilanteessa ja on yhteydessä korkeisiin stressireaktioihin erityisesti sosiaalisessa tilanteissa (Rodrigues, Saslow, Garcia, John & Keltner, 2009). Tostin ym. (2010) tutkimuksessa havaittiin, että A-alleelin omaavien henkilöiden hypotalamuksen, dorsaalisen anteriorisen pihtipoimun ja amygdalan harmaan aineen tiheys oli suurempi. Alueet liitetään autonomiseen reagointiin, joka tapahtuu reaktiona sosiaaliseen ärsykkeeseen. Lisäksi tällä riskialleeliryhmällä havaittiin suurempi interaktio amygdalan ja hypotalamuksen välillä. Tutkijat olettivat amygdalan yliaktiivisuuden liittyvän välttelykäyttäytymiseen ja vajaatoiminnan sosiaalisen ärsykkeen tunnistamisen vaikeuksiin. Adeniinialleelin oletetaan olevan yhteydessä empatian vähyyteen (Rodrigues ym., 2009) ja muun muassa vaikeuksiin hyödyntää sosiaalista tukea sosiaalisesti stressaavassa tilanteessa (Chen ym., 2011). Lisäksi Saphire-Bernsteinin, Wayn, Kimin, Shermanin ja Taylorin (2011) tutkimuksessa oksitosiinireseptorin vastinkromosomikombinaation rs53576:n A-alleeli oli yhteydessä heikompaan itsetuntoon ja masennusoireistoon.

1.2. Kasvojen tunneilmaisujen prosessointi

1.2.1. Emootiot ja niiden evolutiivinen tehtävä

Emootiot edustavat tärkeää evolutiivista sopeutumista (Adolphs, 2005; Damasio, 1999), ja niiden ansiosta organismit voivat toimia ympäristössään tehokkaammin. Positiiviset emootiot pyrkivät saamaan organismin kontaktiin lajinsäilymisen kannalta hyödyllisten resurssien kanssa, negatiivisten tarkoitus on suojella ympäristön vaaroilta (Nummenmaa, 2010). Emotionaalinen reaktio edellyttää endokriinisiä, elimellisiä, autonomisia ja muskuloskeletaalisia muutoksia, joiden tarkoitus on itsesuojelumekanismien säätely ja käyttäytymisen kontrolli monimutkaisessa ympäristössä (Damasio, 1999; LeDoux, 1996). Olennaista on reagoida tarkoituksenmukaisesti organismin, jälkikasvun tai

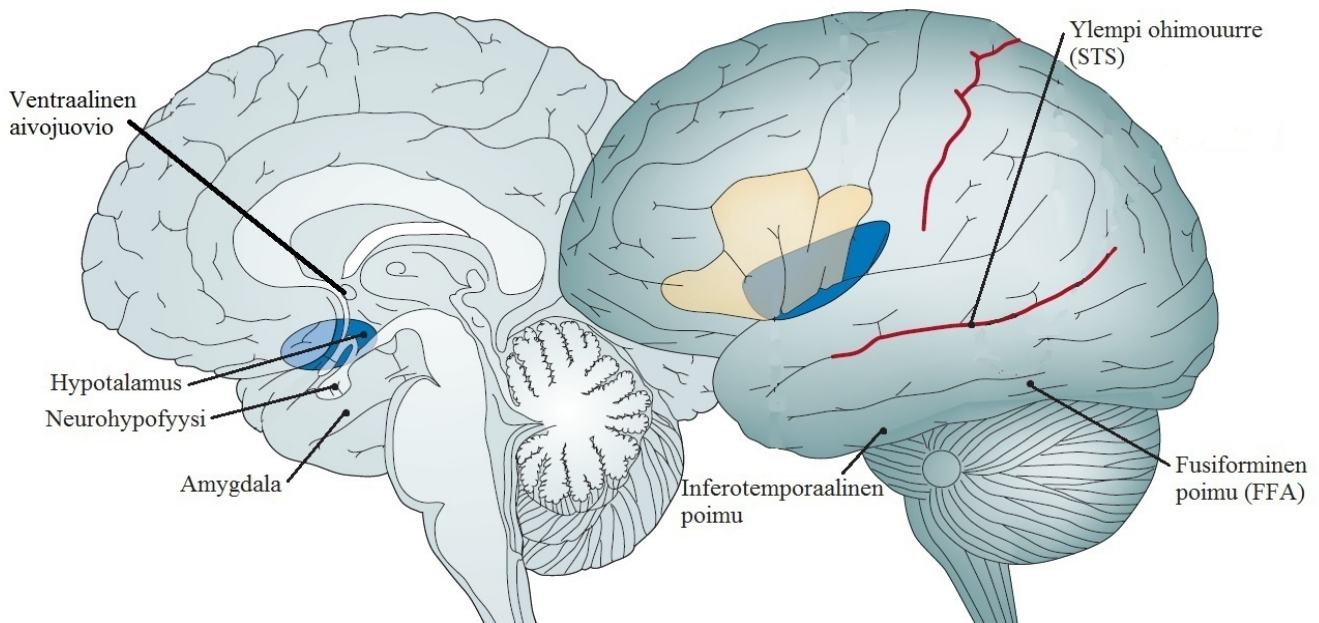
sosiaalisen ryhmän selviämisen sekä homeostaasin kannalta relevanttiin informaatioon (Damasio, 1994; Darwin, 1872/1965; Frijda, 1986).

1.2.2. Kasvojen tunneilmaisut sosiaalisessa vuorovaikutuksessa

Darwinin (1872/2009) mukaan kasvonilmeet kehittyivät helpottamaan samaan lajiin kuuluvien käyttäytymistä keskenään ja ennustamaan kommunikaatiokumppanin käyttäytymistä. Hän esitti emootioiden olevan sosiaalisia signaaleja, jotka esiintyvät samanlaisina eri lajien välillä ja saman lajin yksilöiden välillä. Ekman ja Friesen (1976) ovatkin identifioineet kuusi universaalisti ilmenevää perusemootiota, joihin kuhunkin kuuluu ominainen kasvokäyttäytyminen joka on edellytyksenä tunneilmaisun tunnistamiselle (Burgoon, Buller & Woodall, 1996; Ekman, 1993; Russell & Fernandez-Dolz, 1997). Tunneilmaisujen havaitsemisessa on kuitenkin eroja. Tutkimusten mukaan positiiviset ja miellyttäväksi tulkitut emootiot tunnistetaan helpoimmin ja tarkimmin kasvoilta muun muassa sen takia, koska ne tunnistetaan jo ilmaisun osasta kuten hymystä (Calvo & Nummenmaa, 2008; Leppänen & Hietanen, 2004b). Positiivisten sosioemotionaalisten vihjeiden, kuten iloisten kasvojen oletetaankin signaloivan uhan puutetta ja halua liittymiseen (Hess, Blairy & Kleck, 2000). Kuitenkin myös negatiivisten emootioiden tarkemmasta ja nopeammasta tunnistuksesta on näyttöä (Becker, Kenrick, Neuberg, Blackwell & Smith, 2007; Calvo & Nummenmaa, 2008), ja emootioiden eräänä tehtävänä voidaan pitää havaitsemisen ja toiminnan tehostamista niin että tarkkaavaisuus suuntautuu nopeasti turvallisuutta uhkaaviin ärsykkeisiin (Leppänen & Hietanen, 2004a; Vuilleumier, 2005). Williamsin ym. (2006) ERP-tutkimuksessa havaittiinkin pelkosignaaleja suositavan neuraalisessa prosessoinnissa siten, että muiden signaalien prosessointia inhiboitiin kunnes vaara oli prosessoitu. Täten muun muassa pelon nopeaa tunnistamista voidaankin pitää eloonjäämisen kannalta tärkeänä (Green & Phillips, 2004).

1.2.3. Tunneilmaisujen ja kasvojen prosessoinnin neurofysiologia

Tunteiden prosessointi tapahtuu monivaiheisesti anatomisesti erillisissä, toisiinsa yhteydessä olevissa monimutkaisissa, mutta hyvin organisoidussa aivoverkostoissa (Adolphs, 2002; Nummenmaa, 2010). Emootioiden kannalta tärkeät aivorakenteet ovat tärkeitä myös sosiaalisuuden kannalta. Amygdalan ajatellaan käsittelevän yleisellä tasolla hyvinvoinnin kannalta merkityksellisiä ärsykejä (Nummenmaa, 2010; Kuva 3). Amygdalaa pidetäänkin olennaisena emootioiden (LeDoux, 2000) ja erityisesti pelon prosessoinnissa (Adolphs, 2008; Adolphs, Tranel, Damasio & Damasio, 1994; Armony & LeDoux, 2000; Breiter ym., 1996; LeDoux, 1992), ja sen bilateraalinen vaurio voi aiheuttaa spesifin vaikeuden tunnistaa kasvoilla esitettyjä pelon tunneilmaisuja (Adolphs, Tranel,



Kuva 3. Oksitosiinijärjestelmään ja tunneilmaisujen havaitsemiseen liittyviä aivoalueita (Kuva lainattu: Blakemore, 2008).

Damasio & Damasio, 1994). Sen sijaan vaurio okkipitotemporaaliselle alueelle voi aiheuttaa spesifin kasvojen tunnistamisen häiriön (DeRenzi, 1997; Meadows, 1974). Haxbyn, Hoffmanin ja Gobbinin (2000) mukaan kasvojen prosessointiin osallistuvat okkipitotemporaalisen aivokuoren kolme aluetta: inferiorinen ohimolohko, lateraalinen fusiformi ja ylempi ohimouurre (engl. STS; Kuva 3). Fusiforminen kasvoalue liittyy erityisesti kasvojen muuttumattomien ominaisuuksien prosessointiin (Adolphs, 2003; Kanwisher, McDermott & Chun, 1997) ja muun muassa Vuilleumier, Armony, Driver ja Dolan (2001) havaitsivatkin fusiformisen aktivaation lisääntyvän kasvoja katsoessa riippumatta havaitusta tunneilmaisusta. Ylempi ohimouurre sen sijaan liittyy kasvojen muuttuvien piirteiden, eli kasvoilmaisujen prosessointiin (Hoffman & Haxby, 2000). Brucen ja Youngin (1986) mukaan kasvojen muuttumattomien piirteiden havaitseminen edesauttaa henkilön henkilöllisyyden tunnistamista, ja kasvojen muuttuvien piirteiden havaitseminen tuottaa informaatiota henkilön sosiaalisista aikomuksista ja emotionaalisesta tilasta.

1.2.4. Kasvojen tunneilmaisujen prosessoinnin ajantuminen

Adaptiivinen käyttäytyminen edellyttää aivoilta päämäärille tarkoituksenmukaisten ärsykkeiden valintaa tarkempaan käsittelyyn sekä evolutiivisesti merkittävien ärsykkeiden tehokasta prosessointia. Näiden prosessien tulee olla hyvin nopeita, jotta ne voivat osallistua käyttäytymisen säätelyyn vaativissa ympäristöolosuhteissa. Hyvin karkeaa ärsykkeiden piirteiden luokittelua tapahtuu jo noin 100

millisekuntia ärsykkeen esittämisen jälkeen (Adolphs, 2003; Batty & Taylor, 2003). Tätä seuraa negatiivinen vaste okkipitotemporaalisella alueella (Kuva 3), ja muun muassa Allison ym. (1994), Halit, Csibra, Volein ja Johnson (2004) sekä Ojemann, Ojemann ja Lettich (1992) havaitsivat alueelle paikantuvien fusiformisen ja inferotemporaalisen poimun aktivoituvan reaktiona erityisesti kasvoärsykkeeseen 140–200 millisekuntia ärsykkeen esittämisen jälkeen (Kuva 3). Jos henkilön tarkkaavaisuus on suunnattu kasvoihin, on tämä N170-vaste edelleen suurempi (Holmes, Vuilleumier & Eimer, 2003). N170-ERP-vasteen on havaittu olevan suurempi erityisesti muun muassa pelkoa ilmaisevia kasvoärsykejä prosessoitaessa verrattuna neutraalien ilmaisuiden tuottamiin vasteisiin (Caharel, Courtaf, Bernard, Lalonde & Rebai, 2005; Eimer & Holmes, 2002; Leppänen, Moulson, Vogel-Farley & Nelson, 2007; Schupp ym., 2004; Stekelenburg & deGelder, 2004; Williams, Palmer, Liddell, Song & Gordon, 2006). Lisäksi Sprengelmeyerin ja Jentschin (2006) tutkimuksessa havaittiin merkitsevä amplitudin kasvaminen N170-vasteessa tunneilmaisun intensiteetin mukaan. Niin ikään tämän intensiteetti-ilmion on havaittu olevan suurempi pelon tunneilmaisujen kohdalla (Leppänen, Kauppinen, Peltola & Hietanen, 2007).

Sen sijaan P300 on hidasaaltainen positiivinen komponentti sentroparietaalialueella (Schupp, Junghofer, Weike & Hamm, 2004; kuvat 3 ja 4), joka ei ole niinkään kasvospesifi vaan esiintyy myös muiden käyttäytymisen ja emootioiden kannalta merkityksellisten ärsykkeiden yhteydessä (Vuilleumier & Pourtois, 2007). Esimerkiksi Eimerin ja Holmesin (2007) mukaan 250 millisekuntia ärsykkeen esittämisen jälkeen esiintyvä vaste liittyy korkeamman tason prosessointiin, kuten ärsykkeen emotionaalisen sisällön arviointiin. Muun muassa Cuthbertin ym. (2000) mukaan emotionaalisen valenssin omaavat kuvaärsykkeet tuottavat neutraalia ärsykettä suuremman vasteen alkaen 200–300 millisekuntia ärsykkeen esittämisen jälkeen. Schuppin, Öhmanin, Junghoferin, Weiken, Stockburgerin ja Hammin (2004) tutkimuksessa P300-vaste oli suurempi pelkoärsykkeen kohdalla verrattuna kasvoilla esitettyyn iloilmeseen. Lisäksi P300-vasteen on havaittu olevan yhteydessä tarkkaavuusresursseihin (Andreassi, 2000). Vaste liittyykin muun muassa motivationaalisesti relevanttiin ärsykkeeseen suunnatun tarkkaavaisuuden ylläpitoon (Cuthbert, Schupp, Bradley, Birbaumer & Lang, 2000; Eimer & Holmes, 2002).

1.3. OksitonerGINEN systeemi ja kasvojen tunneilmaisujen prosessointi

1.3.1. OksitonerGINEN systeemi ja tunneilmaisujen prosessointi

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on tutkia oksitosiinireseptorigeenin rs53576-alleelimuodon vaikutusta ihmisen sosiaalisen kognition prosesseihin, tässä tapauksessa siihen, miten aikuiset naiset havaitsevat tunneilmaisuja. Kuten edellä mainittiin, oksitonerGISellä systeemillä on tärkeä rooli so-

siaalisessa käyttäytymisessä ja ihmisten välisessä vuorovaikutuksessa. Muun muassa oksitosiinireseptorialleelin GG-muodon oletetaan olevan yhteydessä empatiaan ja sosioemotionaaliseen sensitiivisyyteen (Rodrigues, Saslow, Garcia, John & Keltner, 2009). Oksitosiini liitetäänkin nisäkkäiden sosiaaliseen käyttäytymisen säätelyyn sekä erityisesti emootioiden tunnistamiseen (Domes ym, 2007; Guastella, Carson, Dadds, Mitchell & Cox, 2009; Guastella, Mitchell & Dadds, 2008). Sen on havaittu lisäävän katseita silmien alueelle (Guastella, Mitchell & Dadds, 2008), ja muun muassa intranasaalisen oksitosiiniannoksen parantavan tunneilmaisun tunnistamista, kun näkyvillä oli pelkäämistään silmien alue (Domes, Heinrichs, Michel, Berger & Herpertz, 2007). Domesin ym. (2010) tutkimuksessa intranasaalinen oksitosiini lisäsi aktiivisuutta kasvojen prosessointiin liittyvillä aivoalueilla, kun kyseessä olivat emotionaaliset kasvot. Lisäksi oksitosiinin on havaittu lisäävän henkilön henkilöllisyyden tunnistamista kasvojen perusteella (Guastella, Mitchell, & Mathews, 2008; Savaskan, Ehrhardt, Schulz, Walter & Schachinger, 2008).

Oksitosiini siis tehostaa tunneilmaisujen prosessointia aivoissa. Schulzen ym. (2011) tutkimuksessa intranasaalinen oksitosiini paransi sekä iloisten että vihaisten tunneilmaisujen tunnistamista. Tutkimuksessa oksitosiinin havaittiin vaikuttavan myös hyvin varhaisiin visuaalisen prosessoinnin vaiheisiin. Marshin, Yun, Pinen ja Blairin (2010) mukaan oksitosiini paransi kuitenkin ainoastaan iloisten kasvojen tunnistamista. Positiivisten tunneilmaisujen väärinarvioinnin vähenemisen lisäksi intranasaalisen oksitosiinin lisäämisen havaittiin hidastavan pelkokasvojen tunnistamista (DiSimplicio, Massey-Chase, Cowen & Harmer, 2009). Positiivinen sosioemotionaalinen vihje, kuten iloiset kasvot, signaloivat uhan puutetta ja halua liittymiseen (Hess, Blairy & Kleck, 2000). Tästä oletetaan johtuvan positiivisten kasvonilmeiden luottamusta lisäävä vaikutus (Oosterhof & Todorov, 2009; Todorov 2008). Tämän mekanismin kautta positiivisten kasvonilmeiden tunnistamisen paraneminen saattaa olla myös oksitosiinin luottamuksen lisäämisen ilmiöiden taustalla.

Näyttöä on myös kielteisten tunneilmaisujen prosessoinnin tehostumisesta. Evansin, Shergillin ja Averbeckin (2010) tutkimuksessa oksitosiinin lisäämisen havaittiin vähentävän aversiota vihaa ilmaiseviin kasvoihin. Fischer-Shoftyn, Shamay-Tsooryn, Hararin ja Levkovitzin (2010) tutkimuksessa oksitosiini paransi ainoastaan pelon tunnistamiskykyä. Tosin tässä tutkimuksessa koehenkilöt olivat kaikki miehiä. Mielenkiintoista onkin se, että aivokuvantamistutkimusten mukaan kasvojen tunneilmaisujen prosessointiin liittyvien aivoalueiden aktiivisuus lisääntyy oksitosiinin myötä ainoastaan naisilla, mutta vähenee miehillä (Domes ym., 2007, 2010). Tämän oletetaan johtuvan siitä, että plasman oksitosiinitasot ovat yleisesti korkeampia naisilla kuin miehillä (Kramer, Cushing, Carter, Wu & Ottinger, 2004). Lisäksi oksitosiinireseptorien affiniteettia säätelevät erityisesti sukupuolihormonit, kuten estradioli ja progesteroni, joita esiintyy enemmän naisilla (Gimpl, Wiegand, Burger & Fahrenholz, 2002).

1.3.2. Oksitoneriginen systeemi, äitiys ja tunneilmaisujen prosessointi

Oksitonerigisellä järjestelmällä on erityinen merkitys vanhemmuuteen liittyvän käyttäytymisen säätelyssä. Vanhemman empaattinen reagointi ja johdonmukainen hoivakäyttäytyminen lisäävät jälkikasvun terveyttä ja suvun jatkumisen todennäköisyyttä, ja äitien ajatellaankin olevan hyvin herkkiä lasten tunneilmaisujen tunnistamisessa (Bartels & Zeki, 2004; Giardino, Gonzalez, Steiner & Fleming, 2008; Preston & deWaal, 2002; Proverbio, Brignone, Matarazzo, DelZotto & Zani, 2006). Mary Ainsworth kumppaneineen määritteli äidillisen sensitiivisyyden kyvyksi havaita tarkasti lapsen signaaleja ja reagoida niihin johdonmukaisella tavalla (Ainsworth, Blehar, Waters & Wall, 1978). Epäonnistuminen reagoimaan sensitiivisesti onkin yhteydessä lapsen myöhästyneeseen sosioemotionaaliseen ja kognitiiviseen kehitykseen (Murray & Cooper, 1997). Etenkin vauvan itkun on havaittu herättävän paljon huomiota äidissä (Acebo & Thoman, 1992) ja lisäävän empaattisia reaktioita (Porges, 2003; Facchinetti, Imbiriba, Azevedo, Vargas, & Volchan 2006). Vauvan itkua ilmaisevan kuvan on havaittu tuottavan äideillä aikuisärsykettä suuremman N170-vasteen (Doi & Shinohara, 2012) ja lisäävän sykettä ja ihon sähkönsäilytyskykyä (Wiesenfeld & Klorman, 1978). Purhonen, Valkonen-Korhonen ja Lehtonen (2008) havaitsivat vanhemmilla korostuneen tapahtumasidonnan jännitevasteen vauvan hätää ilmaisevia auditiivisia ärsykeitä esitettäessä.

Oksitosiinireseptorigeenin alleelimuodolla on esitetty olevan vaikutusta äidin sensitiivisyyteen vauvan signaaleihin (Bakermans-Kranenburg & van Ijzendoorn, 2008). Bakermans-Kranenburg ja van Ijzendoorn havaitsivat rs53576A-alleelin omaavien äitien olevan vanhemmuuskäyttäytymisessä vähemmän sensitiivisiä vauvan tarpeille ja emotionaalisille tiloille verrattuna GG-alleelin omaaviin äiteihin. Myös synnyttämättömien naisten kohdalla GG-alleelin omaavien naisten havaittiin omaavan suuremman fysiologisen reaktion vauvan itkuun kuin A-alleelin omaavat (Riem, Pieper, Out, Bakermans-Kranenburg & van Ijzendoorn, 2011). Riemin ym. (2011) tutkimuksessa myös oksitosiiniannos paransi herkkyyttä vauvan itkuun vähentämällä aktiivisuutta ahdistukseen liittyvillä hermoverkoilla ja lisäämällä aktiivisuutta empatiaan liittyvillä aivoalueilla. Riem ym. (2011) ajatteli tästä, että vähentynyt amygdala-aktiivisuus rauhoittaa aikuista emotionaalisesti ahdistavassakin tilanteessa ja täten lisää herkkyyttä vauvan hätäsignaaleille. Vauvan itkun aikuisessa aiheuttama autonomisen hermoston kiihtyneisyystila saakin aikuisen reagoimaan nopeasti päästäkseen eroon tästä tilasta (Del Vecchio, Walter & O'Leary, 2009).

1.4. Tämä tutkimus ja sen hypoteesit

Vaikka ihmisen oksitosiinisysteemi on viime vuosina ollut kasvavan tutkimuksen kohteena, on oksitosiiniinigeenimuunnelmien vaikutuksesta tunneilmaisujen prosessointiin tutkittu verrattain vähän. Ai-

heesta tarvitaan uutta tutkimustietoa, sillä muun muassa OXTR rs53576:n alleelimuunnelmien yhteydestä EEG-mitattaviin ajallisesti tarkkoihin sosiokognitiivisiin prosesseihin ei ole julkaistu vielä yhtäkään tutkimusta. Siksi kiinnostuksen kohteena tässä pro gradu -tutkimuksessa oli oksitosiini-reseptorialleelin kombinaation (GG, AA, AG) vaikutus kasvoilla esitettyjen tunneilmaisujen prosessointiin. Kasvoärsykkeiden prosessoinnin elektrofysiologisia korrelaatioita tutkittiin kahden aivojen tapahtumasidonnaisen jännitevasteen (event-related potential eli ERP) avulla. Mielenkiinnon kohteina olivat erityisesti varhaiset, tiedostamattomat havaitsemisprosessit sekä temporaalisesti myöhäisemmät ja tietoisemmat prosessit. Näitä tutkittiin mittaamalla ja analysoimalla ERP:n N170- ja P300-komponentteja. Lisäksi kiinnostuksen kohteena olivat tämän prosessoinnin eroavaisuudet äideillä sekä synnyttämättömillä naisilla. Luonnollisesti kiinnostuksen kohteena oli myös se, vaikuttaako oksitosiini-reseptorigeeni eri tavoin äideillä ja synnyttämättömillä naisilla.

OXTR-alleelimuodon oletettiin vaikuttavan kasvojen tunneilmaisujen prosessointiin. Ensimmäisenä hypoteesina olikin se, että oksitosiini-reseptorigeenin GG-alleelikombinaation oletettiin tehostavan kasvojen varhaista prosessointia. Tehostuneen prosessoinnin ja tarkkaavaisuuden kasvoniilmeisiin oletettiin aiempien tutkimusten perusteella heijastuvan N170- ja P300-komponenttien amplitudin voimistumisena. GG-alleelin yhteyden tehostuneeseen kasvojen havaitsemiseen (suurempiin N170- ja P300-komponentteihin) oletettiin näkyvän erityisesti voimakkaiden emotionaalilmaisujen prosessoinnin yhteydessä (lasten hätää ilmaisevien kasvoniilmeiden ja aikuisten pelon ilmaisujen yhteydessä). Toiseksi, äitien oletettiin olevan synnyttämättömiä naisia herkempiä vauvojen signaaleille ja erityisesti hätäsignaaleille. Tämän oletettiin heijastuvan äideillä EEG-mittausmenetelmällä mitattuna suurempina N170- ja P300-ERP-vasteina vauvan emotionaalisiin kasvoilmaisuihin sekä erityisesti korkean intensiteetin negatiivista tunneilmaisua (hätää) esittäviin vauvan kasvoihin. Edellä esitetyn kirjallisuuden mukaisesti negatiivisen valenssin kasvokuvien oletettiin tuottavan positiivisen valenssin kasvokuvia suuremmat N170- ja P300-vasteet. Lisäksi voimakkaan intensiteetin kasvokuvien oletettiin tuottavan suuremmat N170- ja P300-vasteet. Lisäksi edelleen oletettiin, että varsinkin äideillä vauvan kasvokuvat tuottaisivat suuremman ERP-vasteen. Kolmantena eksploratiivisena kiinnostuksen kohteena oli oksitosiini-reseptorigeenimuunnelman ja äitiyden yhdysvaikutus, eli se miten OXTR:n alleelinen muoto vaikuttaa eri tavoin äideillä ja synnyttämättömillä naisilla. Tämän tutkimuskysymyksen osalta ei muodostettu hypoteeseja.

2. MENETELMÄT

2.1. Koehenkilöt

Tutkimuksen koehenkilöiksi osallistui 91 vapaaehtoista tamperelaista naista. Kaikki koehenkilöt täyttivät suostumuksen osallistua tutkimukseen saatuaan ensin informaatiota tutkimuksen tarkoituksesta. Pirkanmaan sairaanhoitopiirin eettinen toimikunta myönsi puoltavan lausunnon tutkimuksen suorittamiseen. Verinäytteen DNA-tutkimusta varten antoivat 86 koehenkilöä, joista 43 olivat äitejä ja 43 synnyttämättömiä naisia (Taulukko 1). Täten lopullinen otos oli 86. Äitien osalta otos kerättiin väestörekisteristä. Äitiys oli kestänyt n. 7 kuukautta. Synnyttämättömät naiskoehenkilöt rekrytoitiin Tampereen yliopiston opiskelijoista. Heillä ei ollut päivittäistä kontaktia lasten kanssa. Koehenkilöt olivat iältään 19–44-vuotiaita (Taulukko 2). Äidit olivat iältään keskimäärin vanhempia kuin synnyttämättömät naiset (Taulukko 2), mutta tämä ilmiö on havaittavissa myös koko väestössä sillä kaikkien synnyttäneiden keski-ikä oli vuonna 2010 30.1 vuotta, ensisynnyttäjien 28,4 vuotta (Tilastokeskus, 2011). Kaikilla koehenkilöillä oli normaali tai normaaliksi korjattu näkökyky.

Taulukko 1. Oksitosiinireseptorigeeniallelimuotojen vaihtelu äitien ja synnyttämättömien naisten välillä.

	GG (n=33)	A (n=53)	Ryhmien vertailu
Äidit	13	30	
Synnyttämättömät naiset	20	23	
Yhteensä	33	53	$\chi^2(1) = .18, p = .09$

Taulukko 2. Koehenkilöiden iän tarkastelua keskiarvon ja keskihajonnan (suluissa) avulla äitien ja synnyttämättömien naisten välillä sekä OXTR-alleeleittain

	Ikä	Ryhmien vertailu
Äidit	30.03 (5.0)	
Synnyttämättömät naiset	23.9 (3.5)	$F(1,83) = 46.13, p < .001$
GG	27.0 (5.1)	
AA/AG	27.2 (5.6)	$F(1, 83) = .04, p = .85$

2.2. OXTR-alleelin mittaaminen ja DNA-analyysit

Nykyinen tietämys ihmisten oksitosiinin behavioraalisisista vaikutuksista perustuu virtsan, syljen, ve-

ren tai selkäydinnesteen oksitosiinitason tutkimuksiin, reseptoripolymorfismien genotyyppien tutkimuksiin ja oksitosiinin kokeellisen lisäämisen (esim. intranasaalisesti) vaikutustutkimuksiin (Heinrichs, Dawans & Domes, 2009). Tässä tutkimuksessa tarvittava geneettinen informaatio saatiin koehenkilöiltä otetuista verinäytteistä, jotka otettiin tamperelaisessa laboratoriokeskuksessa. Verinäytteen otti kokenut laboratoriohoitaja. Koehenkilöiltä saatua 9.0 millilitraa EDTA-kokoverta säilytettiin -20 °C -lämpötilassa. DNA-informaatio eristettiin käyttäen Qiagen QIAampDNA Blood Minikit -eristyslaitteistoa ja Qiagen biorobot M48 -työasemaa. Genomin yhden emäksen monimuotoisuusanalyysit (engl. single nucleotide polymorphism) oksitosiinireseptorigeenin kolmannelle intronille tehtiin Tagman SNP Genotyping Assay ja ABI Prism 7900HT Sequence Detection System (AppliedBiosystems) -aminohappoketjun tunnistamislaitteistoilla. Aminohappoketjun tunnistaminen mahdollisti oksitosiinireseptorin rs53576-muodon alleeliparin selvittämisen. Tämä oli joko GG, AG tai AA.

2.3. Tunneilmaisujen prosessoinnin mittaaminen

2.3.1. EEG-/ERP-koeasetelma

Tapahtumasidonnaiset herätevasteaallot (engl. ERP), eli ulkoisen ärsykkeen aiheuttamat muutokset aivojen sähköisessä toiminnassa, sopivat hyvin kasvojen prosessoinnin ja tunneilmaisujen analyysin tarkan ajantumisen tutkimiseen. Niitä mitataan tavallisesti aivojen elektroenkefalografialla, mikä tarkoittaa hermosolupopulaatioiden synkronisen kalvojäännitemuutoksen mittausta iholle asetettujen elektrodien jännite-eron avulla. Rekisteröinnissä mitataan jänniteaallon latenssia eli viivettä suhteessa ärsykkeen esittämiseen, amplitudia eli voimakkuutta sekä jännitteen polariteettia. EEG-mittaukset suoritettiin Tampereen yliopiston psykologian laitoksen laboratoriotiloissa, ja ne kestivät noin kaksi tuntia koehenkilöä kohden. Koehenkilöt ohjattiin istumaan nojatuolille ja olemaan kokeen ajan mahdollisimman liikkumatta, jotta välttyttäisiin motorisen liikehdinnän tai silmänliikkeiden tuottamilta häiriöiltä EEG-mittauksessa. Mittauksen aikana koehenkilöt katsoivat mustavalkoisia tunneilmaisuja esittäviä aikuisten ja vauvojen kasvokuvia, jotka ilmaantuivat tietokoneruudulle. Katseluetäisyys oli noin 60 cm. Kasvokuvia näytettiin 1000 millisekunnin ajan ja näiden välissä oli 700 millisekunnin tauko. Kokeen aikana esitettiin neljä saman mittaista kuvasarjaa. Jokainen kuvasarja koostui 288 kuvasta, joista puolet olivat aikuiskuvia. Aikuisten kasvokuvissa esiintyi neutraaleja, iloisia sekä kahdenlaisia pelokkaita kasvonilmeitä (NimStim:suu auki/suu kiinni; Tottenham ym., 2009; Kuva 4). Vauvakuvat esittivät myös neutraaleja, iloisia sekä intensiteetiltään kahdenlaisia negatiivisia tunneilmaisuja. Vauvakuvina käytettiin aikaisemmissa tutkimuksissa validoituja kuvia (Proverbio, Brignone, Matarazzo, Del Zotto & Zani, 2006).

Jompaankumpaan kasvokategoriaan suunnattua tarkkaavaisuutta kontrolloitiin kahdella erilaisella tehtävällä. Tutkittaville annettiin tehtäväksi laskea hiljaa mielessään kasvokuvasarjasta joko lasten tai aikuisten kasvoja. Näiden tehtävien järjestys tapahtui satunnaistamalla. Koehenkilöitä pyydettiin raportoimaan laskemansa aikuisten tai vauvojen kasvojen lukumäärä jokaisen kuvasarjan jälkeen. Kasvojen tunneilmaisutehtävän jälkeen koehenkilöille suoritettiin kontrollitehtävä, jossa esitettiin mustavalkovalokuvia lippalakeista ja lierihatuista. Koehenkilöitä pyydettiin laskemaan 72 kuvan sarjasta joko lippalakeja tai lierihattuja, joista kumpaakin esiintyi puolissa kuvista. Lopuksi suoritettiin luokittelutehtävä, jossa koehenkilön tuli luokitella aikuisten ja vauvojen kasvokuvia sen mukaan, esittivätkö ne neutraalia tai positiivista vai negatiivista tunneilmaisua. Vastaus suoritettiin tietokonehiiren napin painalluksella. Tässä tehtävässä kasvokuvia esitettiin 200 millisekunnin ajan, jonka jälkeen seurasi rajoittamaton vastausaika. Vastausajan tietokoneruutu oli tyhjä. Seuraava ärsyke ilmestyi ruudulle 1000 millisekunnin kuluttua siitä, kun koehenkilö painoi jompaakumpaa hiiren nappia.



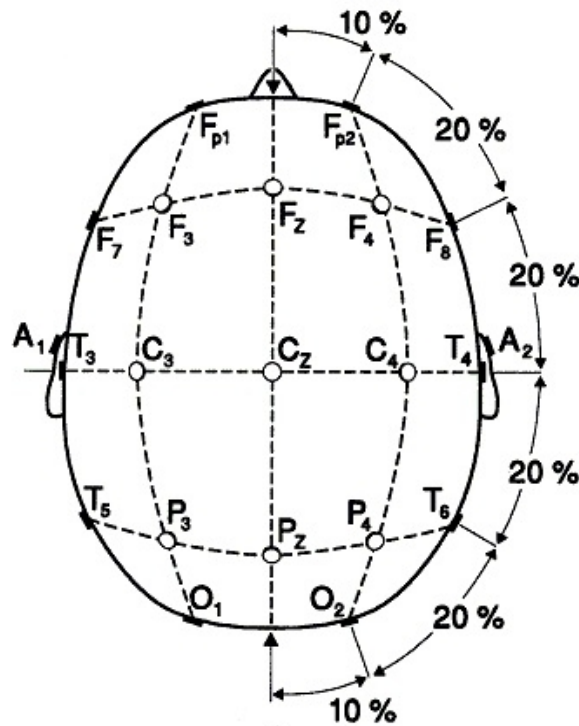
Kuva 4. Neljä esimerkkiä vauvakuvista (Proverbio, Brignone, Matarazzo, Del Zotto & Zani, 2006) ja kaksi esimerkkiä NimStim-kasvoärsykesarjasta (oikealla; Tottenham ym., 2009).

2.3.2. EEG-mittaus

Koehenkilöille suoritettiin jatkuva elektroenkefalografiamittaus heidän katsellessa tietokoneruudulle tulevia ärsykeitä. Mittauksia tehtiin käyttäen joko 64 ($n = 47$)- tai 21 ($n = 39$)-kanavaista elektrodipäähinettä (Quik-Cap). Elektrodipäähine jouduttiin vaihtamaan 64-kanavaisessa päähineessä ilmenneen vian takia. Elektrodit sijaitsivat päähineissä 10/20-standardin (Jasper, 1958; Kuva 5) mukaisesti. Elektrodipäähineen sijainti kallolla määräytyi alaotsan ja kallon takareunan prosentuaa-

lisen välimatkan sekä korvakäytävien etureunojen prosentuaalisen välimatkan mukaan (Kuva 5). Elektrodivastuksia ja johtavuusgeometriaa tarkasteltiin impedanssitomografialla. Ennen mittausta mittausalueita puhdistettiin desinfiointiaineella, jotta ihoimpedanssi paranisi. Lisäksi elektrodien ja ihon väliin laitettiin hohkakivijauheesta ja suolasta koostuvaa elektrodipastaa, joka edelleen paransi ihoimpedanssia. Mittauksen aikana elektrodi-impedanssit pidettiin alle 20Ω .

Aivoaktiivisuudeltaan suhteellisen inaktiiviseksi oletettuun nenänpäähän asetettu elektrodi toimi välittömänä referenssinä muille elektrodeille. Silmänliikkeiden häiriövaikutusta EEG-dataan kontrolloitiin käyttämällä vertikaalista ja horisontaalista elektro-okulogrammia (EOG). Nämä mitattiin molempien silmien silmäkulmasta sekä vasemman silmän ylä- ja alapuolelta. EEG kaistanpäästösuodatettiin väliltä 0.05–200 hertsiä, vahvistettiin 5000 kertoimella ja tallennettiin tietokoneelle 1000 hertsin näytteenottotaajuudella (Neuroscan/Synamps).



Kuva 5. 10/20-standardin mukaiset EEG-elektrodien sijainnit.

2.3.3. ERP-analyysi

EEG-data analysoitiin jälkikäteen. Raakadata eli jatkuva EEG-signaali suodatettiin digitaalisesti käyttäen 30 hertsin alipäästösuodatinta ja segmentoitiiin 1100 millisekunnin segmentteihin, jotka alkoivat 100 millisekuntia ennen ärsyksen esittämistä. Segmenteille suoritettiin perustasokorjaus

suhteessa ärsykettä edeltävään aikaan (-100–0 ms), silmänliikkeiden korjaus käyttäen regressioon perustuvaa silmänräpäysten käsittelyalgoritmia VEOG-kanaville (Semlitsch, Anderer, Schuster & Presslich, 1986) ja visuaalista kynnyisarvoa (± 50 millivoltia HEOG-kanavalla), liike- ym. artefaktien poistaminen visuaalisen tarkastelun avulla sekä uudelleen referensointi suhteessa kaikkien kanalien aktiivisuuteen perustuvaan pintaintegraaliin. Lopulliseen analyysiin hyväksytyistä koekierroksista laskettiin keskiarvoistettu käyrä kuvaamaan keskimääräistä ERP-aktiivisuutta. Toistuvasti esitettyjen ärsykkeiden herätevasteiden keskiarvoistus tuotti tilastollisen arvion herätepotentiaalista ajan funktiona (Partanen ym., 2006).

N170-komponentti mitattiin laskemalla T5- ja T6-elektrodien maksimiampplitudi 120–200 aikaikkunassa (Kuva 5). Nämä elektrodit valittiin, koska ne sijaitsevat pääalueilla, joissa N170-vaste aiempien tutkimusten perusteella mitataan voimakkaimmaksi (esim. Eimer, 2000a, 2000b; Rossion ym., 1999). P300-komponentti mitattiin CZ-elektrodista (Kuva 5), joka niin ikään on aiempien tutkimusten perusteella todettu P300-vasteen osalta voimakkaaksi elektrodialueeksi (esim. Hughdal, 1995). P300-komponentiksi määriteltiin 300–400 millisekuntia ärsykkeen esittämisen jälkeen tapahtuvan amplitudi-intervallin keskiarvoistettu arvo. P300 ei ole yksittäinen elektrofysiologinen reaktio, mutta muun muassa Doi ja Shinohara (2012) käyttivät niin ikään juurikin P300-komponentin varhaisinta osaa tutkimuksessaan.

2.4. Tilastollinen analyysi

Kerätty aineisto analysoitiin SPSS 14.0 ja 19.0 -tietokoneohjelmilla. Vertailun kohteena olivat eri oksitosiinireseptorigeenimuunnelmien sekä äitien ja synnyttämättömien naisten eroavaisuudet ERP-vasteissa. Tutkimuksessa haluttiin tutkia, mistä ERP-aineistoon aiheutui vaihtelua. Oksitosiinireseptorialleleja tarkasteltiin luokiteltuna niin, että AG- ja AA-alleelin omaavat koehenkilöt yhdistettiin omaksi luokakseen (A). Tämä luokittelumenettely tehtiin aiempia tutkimuksia (esim. Bakermans-Kranenburg & van Ijzendoorn, 2008; Rodrigues, Saslow, Garcia, John & Keltner, 2009) mukailleen. Täten vertailtavina luokkina olivat GG-alleelin omaavat ja A-riskialleelin omaavat koehenkilöt. ERP-amplitudit keskiarvoistettiin.

Ryhmien välisen ja sisäisen vaihtelun pää- ja yhdysvaikutuksia tarkasteltiin toistettujen mitausten varianssianalyysillä (engl. repeated measures ANOVA). Varianssien homogeenisyyden sfäärisyysoletukset testattiin Mauchlyn testillä. Niin ikään muuttujien normaalijakaumaoletuksia testattiin. Vaikka osa muuttujista olivat vinosti jakautuneita, päädyttiin käyttämään parametrisiä tilastollisia analyysimenetelmiä koska ne tarjosivat mahdollisuuden monisuuntaisten yhdysvaikutusten tutkimiseen. Lisäksi varianssianalyysin on osoitettu sietävän normaaliuspoikkeamia verrattain hyvin. Efektikoon estimaattina käytettiin osittais-etan neliötä. Efektikoon estimaatti kertoo, kuinka paljon

käsittelytekijä selittää otoksen kokonaisvaihtelusta suhteutettuna virhevarianssiin. Jatkovertailut tehtiin toistettujen mittausten t-testillä. Koska näitä parittaisia jatkovertailuja tehtiin useita, tyypin 1 virheen riskin vähentämiseksi merkitsevyystasolle tehtiin Bonferroni-korjaus.

3. TULOKSET

3.1. Aineiston kuvailua

Otos siis koostui 86 naisesta, joista puolet olivat äitejä ja puolet synnyttämättömiä naisia. Oksitosiinireseptorigeenin alleelimuotojen (GG, AA/AG) jakaumia äideillä ja synnyttämättömillä naisilla voi tarkastella taulukosta 1. Tulokset osoittivat useita tilastollisesti merkitseviä pää- ja yhdysvaikutuksia N170- ja P300 komponentteihin (Taulukot 3 ja 4), joista lähemmän tarkastelun kohteeksi otettiin tutkimuskysymysten kannalta olennaisiksi oletetut tulokset seuraavassa kuvatun mukaisesti.

3.2. Oksitosiinireseptorigeenin vaikutus tunneilmaisujen prosessointiin

3.2.1. N170

N170-ERP-tulokset analysoitiin erikseen vauvaärsykkeiden ja aikuisärsykkeiden osalta. Analyysit tehtiin 2 (oksitosiinireseptorialleelin muoto: GG vs. A) x 2 (äitiys: äiti vs. synnyttämätön) x 2 (ärsykkeen intensiteetti: suu kiinni vs. suu auki; engl. mild vs. strong) x 2 (ärsykkeen valenssi: negatiivinen ilme vs. positiivinen ilme) x 2 (attentio: tarkkaavaisuuden suuntaaminen kohdeärsykkeeseen vs. ei) -toistettujen mittausten varianssianalyysillä (Ia). Analyysin päävaikutuksia ja tilastollisesti merkitseviä yhdysvaikutuksia voi tarkastella taulukosta 3. Lisäksi tehtiin 2 (oksitosiinireseptorialleelin muoto) x 2 (äitiys) x 2 (ärsykkeen tyyppi: aikuisen kasvot vs. vauvan kasvot) x 2 (ärsykkeen intensiteetti) x 2 (ärsykkeen valenssi) x 2 (hemisfääri: T5- vs. T6-elektrodi) x 2 (attentio) -toistettujen mittausten varianssianalyysi (IIa), jolla haluttiin tarkastella ärsyketyypin (aikuisen vs. lapsen kasvot) vaikutusta vasteisiin.

Vaikka aikuisärsykkeiden osalta oksitosiinireseptorigeenimuodon päävaikutus ei ollut tilastollisesti merkitsevä ($F(1, 82) = .06, p = .80, n_p^2 = .001$), analyyseissa havaittiin oksitosiinialleelimuodon ja ärsykkeen intensiteetin välinen tilastollisesti merkitsevä interaktio, $F(1,82) = 6.57, p = .01, n_p^2 = .07$ (Kaavio 1A). OXTR-muodon ja ärsykkeen intensiteetin yhdysvaikutus selitti siis 7 prosenttia N170-vasteen vaihtelusta. Ärsykkeen intensiteetti ($F(1,82) = 9.23, p = .002, n_p^2 = .10$) kuin myös ärsykkeen valenssi ($F(1,82) = 7.14, p = .01, n_p^2 = .08$) tuottivat myös tilastollisesti mer-

kitsevän päävaikutuksen. Bonferroni-korjatuissa jatkovertailuissa havaittiin, että ainoastaan GG-alleeliparin omaavilla koehenkilöillä oli aikuiskasvoärsykkeen intensiteetin mukaan kasvava N170-vaste, ($t(32) = 3.64, p = .01$). Vastaavanlaista ilmiötä ei havaittu A-alleelin kantajilla, $t(52) = .65, p = .52$.

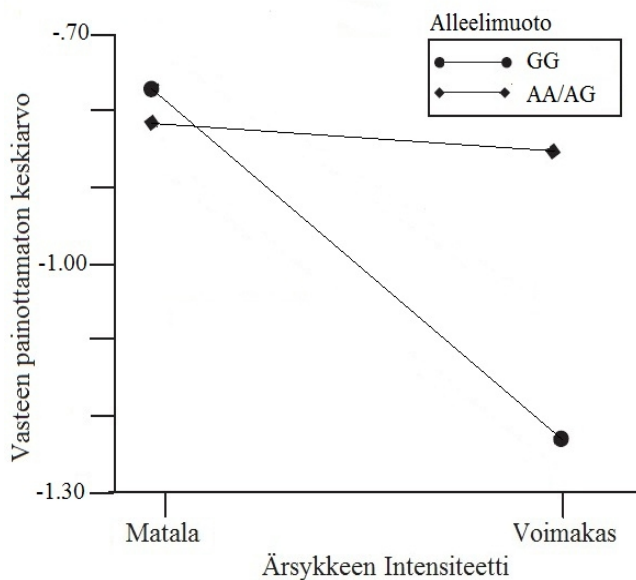
Myöskään vauvaärsykkeiden kohdalla ei havaittu oksitosiinireseptorigeenimuodolla tilastollisesti merkitsevää päävaikutusta, $F(1, 82) = .07, p = .79, n_p^2 = .001$. Kuitenkin OXTR-muodon, äitiyden ja ärsykkeen intensiteetin välillä havaittiin tilastollisesti merkitsevä yhdysvaikutus N170-vasteeseen, $F(1, 82) = 4.56, p = .04, n_p^2 = .05$. Bonferroni-korjatuissa jatkovertailuissa ei havaittu tilastollisesti merkitseviä eroavaisuuksia ($p > .05$), mutta ainoastaan synnyttämättömien A-alleelin omaavien naisten kohdalla N170 kasvoi intensiteetin mukaan lähes tilastollisesti merkitsevästi, $t(22) = 2.68, p = .08$. Ko. interaktion kuitenkin vahvisti toisessa varianssianalyysissä (IIa) saatu yhdysvaikutus oksitosiinireseptorialleelimuodon, ärsykkeen intensiteetin ja ärsykkeen tyyppin välillä, $F(1,82) = 5.04, p = .028, n_p^2 = .06$ (Kaaviot 1B ja 1C). Analyysin jatkovertailut osoittivat, että vauvaärsykkeiden kohdalla tämä tilastollinen vaste-ero intensiteetin mukaan havaittiin ainoastaan A-alleelin omaavilla naisilla ($t(52) = 3.51, p = .01$ (A); $t(32) = .89, p \approx 1$ (GG)). Lisäksi alkuperäisessä analyysissä (Ia) havaittiin tilastollisesti merkitsevä yhdysvaikutus N170-vasteeseen OXTR-muodon,

Taulukko 3. Muuttujien päävaikutukset N170-komponentin vaihteluun sekä tilastollisesti merkitsevät yhdysvaikutukset.

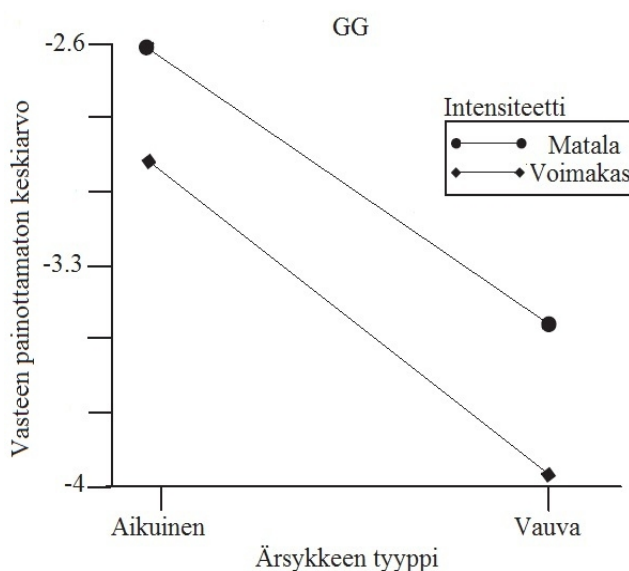
Muuttuja	<i>F</i>	<i>p</i>	n_p^2
Aikuisärsyke			
OXTR	.07	.80	.001
Äitiys	.70	.41	.01
Ärsykkeen valenssi	7.14	.01	.08
Ärsykkeen intensiteetti	9.23	.003	.10
Tarkkaavaisuuden suunta	.65	.42	.01
OXTR*intensiteetti	6.57	.01	.07
Vauvaärsyke			
OXTR	.07	.80	.001
Äitiys	.99	.32	.01
Ärsykkeen valenssi	8.95	.004	.10
Ärsykkeen intensiteetti	9.32	.003	.10
Tarkkaavaisuuden suunta	.81	.37	.01
Intensiteetti*valenssi	5.44	.02	.06
Äitiys*intensiteetti	4.40	.04	.05
OXTR*äitiys*intensit.	5.56	.04	.05
OXTR*äitiys*tarkk.*val.	7.88	.01	.09

äitiyden, tarkkaavaisuuden suunnan ja ärsykkeen valenssin kohdalla, $F(1, 82) = 7.88$, $p = .01$, $n_p^2 = .09$.

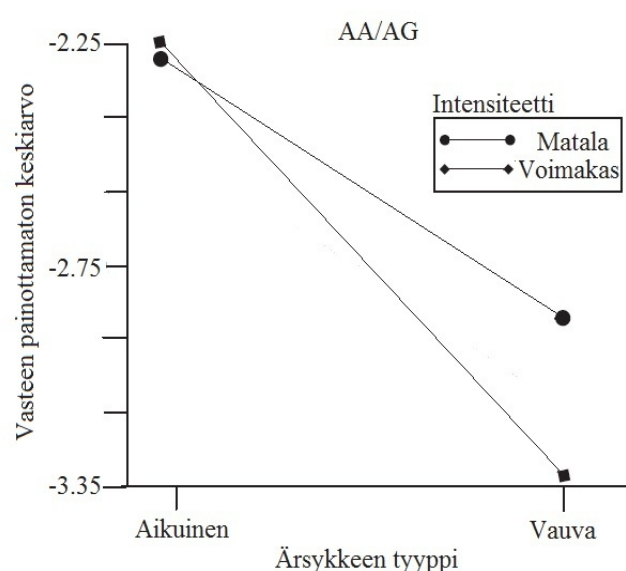
A



B



C



Kaavio 1. A. OXTR-muodon ja ärsykkeen intensiteetin yhdysvaikutus. B. Ärsykkeen tyypin ja intensiteetin yhdysvaikutus GG-alleelin omaavilla henkilöillä. C. Ärsykkeen tyypin ja intensiteetin yhdysvaikutus AA/AG-alleelin omaavilla henkilöillä.

3.2.2. P300

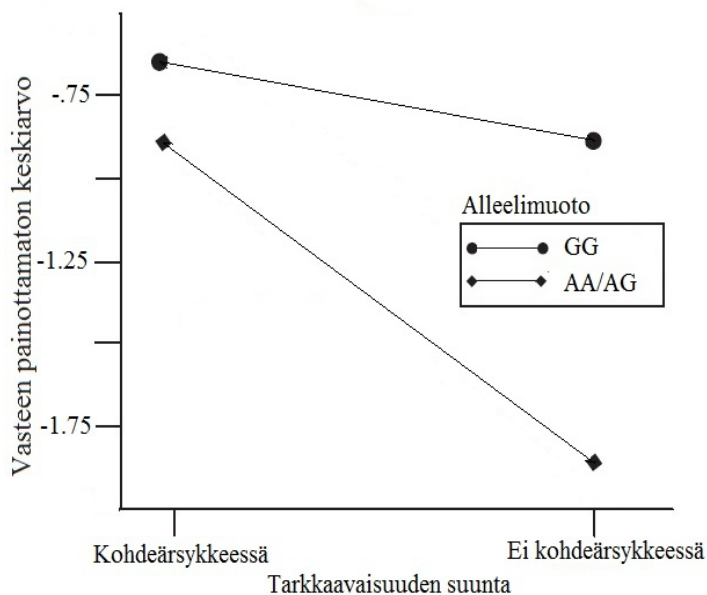
P300-vasteen osalta tulokset analysoitiin 2 (oksitosiiniireseptorialleelin muoto) x 2 (äiti vs. synnyttämätön) x 2 (ärsykkeen intensiteetti) x 2 (ärsykkeen valenssi) x 2 (attentio) -toistettujen mittausten varianssianalyysillä (Ib). Niin ikään P300-vasteen kohdalla analyysit tehtiin erikseen vauva- ja aikuisärsyketilanteille. Analyysin päävaikutuksia ja tilastollisesti merkitseviä yhdysvaikutuksia voi tarkastella taulukosta 4. Myöskin P300-vasteen osalta tehtiin toinen 2 (oksitosiiniireseptorialleelin muoto) x 2 (äiti vs. synnyttämätön) x 2 (ärsykkeen tyyppi) x 2 (ärsykkeen intensiteetti) x 2 (ärsykkeen valenssi) x 2 (attentio) -toistettujen mittausten varianssianalyysi (IIb).

Aikuisärsykkeiden kohdalla oksitosiiniireseptorigeenimuodolla ei havaittu tilastollisesti merkitsevää päävaikutusta P300-vasteeseen, $F(1, 82) = .91, p = .34, n_p^2 = .01$. Sen sijaan OXTR-muodon ja tarkkaavaisuuden suunnan välillä havaittiin lähes tilastollisesti merkitsevä yhdysvaikutus P300-vasteeseen, $F(1, 82) = 3.38, p = .07, n_p^2 = .04$ (Kaavio 2). Tämän tuloksen vahvisti tilastollisesti merkitsevä yhdysvaikutus oksitosiiniireseptorigeenimuodon, ärsykkeen intensiteetin ja tarkkaavaisuuden suunnan välillä, $F(1,82) = 6.06, p = .02, n_p^2 = .07$. Sekä ärsykkeen intensiteetti että tarkkaavaisuuden suunta omasivat myös tilastollisesti merkitsevät päävaikutukset P300-vasteeseen (taulukko 5). Jatkovertailut osoittivat että riippumatta ärsykkeen intensiteetistä, ainoastaan A-alleelin omaavilla koehenkilöillä tilanteet, joissa tarkkaavaisuus oli suunnattu kohdeärsykkeeseen, erosivat tilastollisesti merkitsevästi tilanteista joissa tarkkaavaisuus ei ollut kohdeärsykkeessä ($p't < .02$). Vastaavaa ilmiötä ei havaittu GG-alleelin omaavilla koehenkilöillä ($p't > .05$). Lisäksi toisessa varianssianalyysissä (IIb) oksitosiiniireseptorigeenimuodon, ärsykkeen tyyppin ja ärsykkeen valenssin välillä havaittiin tilastollisesti merkitsevä yhdysvaikutus, $F(1,82) = 4.47, p = .04, n_p^2 = .05$ (Kaavio 3). Jatkovertailujen mukaan ainoastaan A-alleelin omaavilla henkilöillä aikuisärsykkeen tuottamat P300-vasteet erosivat valenssin mukaan siten, että negatiivisen valenssin aikuiskasvo tuotti positiivista aikuiskasvoa suuremman P300-vasteen, $t(52) = 5.03, p < .001$.

Vauvaärsykkeiden kohdalla OXTR-muoto ei omannut tilastollisesti merkitseviä pää- tai yhdysvaikutuksia P300-vasteeseen ($p't > .05$), mutta OXTR-muodon, äitiyden ja ärsykkeen valenssin välillä havaittiin lähes tilastollisesti merkitsevä yhdysvaikutus, $F(1, 82) = 3.46, p = .07, n_p^2 = .04$. Toisessa varianssianalyysissä (IIb) ärsykkeen tyyppin ja valenssin välillä havaittiin yhdysvaikutus, $F(1,82) = 16.07, p < .001, n_p^2 = .16$. Jatkovertailut osoittivat, että vauvaärsykkeet tuottivat valenssista riippumatta suuremman P300-vasteen kuin aikuisärsykkeet, $p't < .001$ (Kaavio 3B ja 3C). Myös kontrolliärsykkeeseen (hattu/lippalakki) verrattuna ainoastaan vauvaärsykkeet tuottivat tilastollisesti suuremman P300-vasteen, $t(85) = 2.04, p = .04$. Kaaviosta 3A voi tarkastella EEG-vasteita alleeleittain valenssin mukaan eroteltuna.

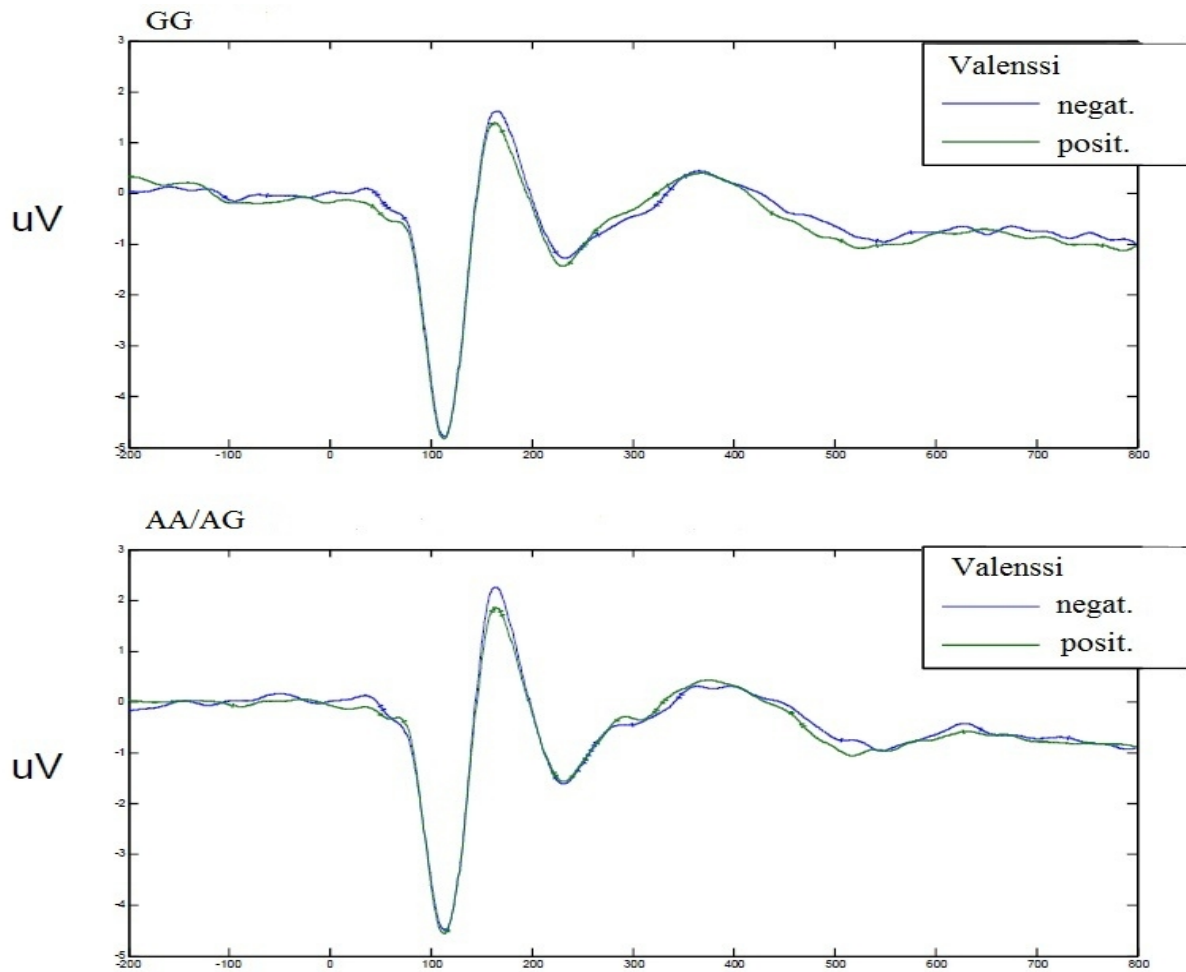
Taulukko 4. Muuttujien päävaikutukset P300-komponentin vaihteluun sekä tilastollisesti merkitsevät yhdysvaikutukset.

Muuttuja	<i>F</i>	<i>p</i>	n_p^2
Aikuisärsyke			
OXTR	.91	.34	.01
Äitiys	.19	.89	<.001
Ärsykkeen valenssi	15.83	<.001	.16
Ärsykkeen intensiteetti	2.97	.09	.04
Tarkkaavaisuuden suunta	10.89	.001	.12
OXTR*attentio*intensit.	6.06	.02	.07
Vauvärsyke			
OXTR	.92	.34	.01
Äitiys	.05	.82	.001
Ärsykkeen valenssi	1.79	.18	.02
Ärsykkeen intensiteetti	20.27	<.001	.20
Tarkkaavaisuuden suunta	18.97	<.001	.19
Intensiteetti*valenssi	7.69	.01	.09

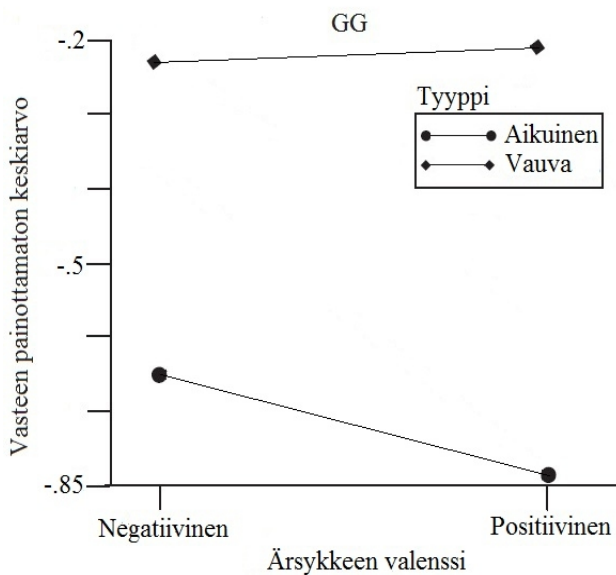


Kaavio 2. OXTR-alleelimuodon ja tarkkaavaisuuden suunnan yhdysvaikutus P300-vasteeseen.

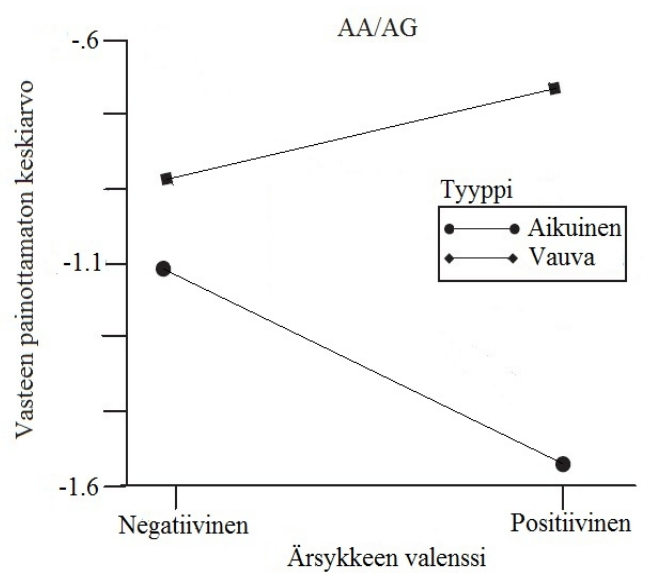
A



B



C

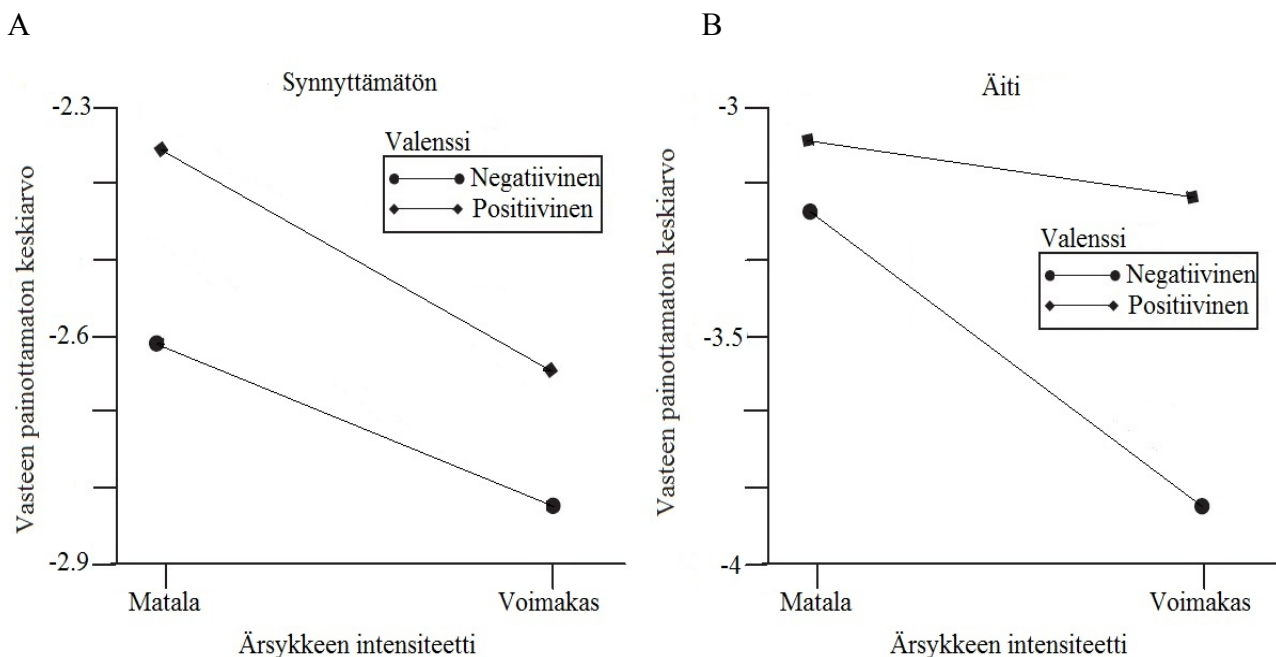


Kaavio 3. ERP-vastekäyrät valenssin mukaan alleeleittain ja valenssin mukaan eroteltuna. B. Ärsyksen tyypin ja valenssi yhdysvaikutus GG-alleelin omaavilla henkilöillä. C. Ärsyksen tyypin ja valenssi yhdysvaikutus AA/AG-alleelin omaavilla henkilöillä.

3.3. Äitiyden vaikutus tunnelmaisujen prosessointiin

3.3.1 N170

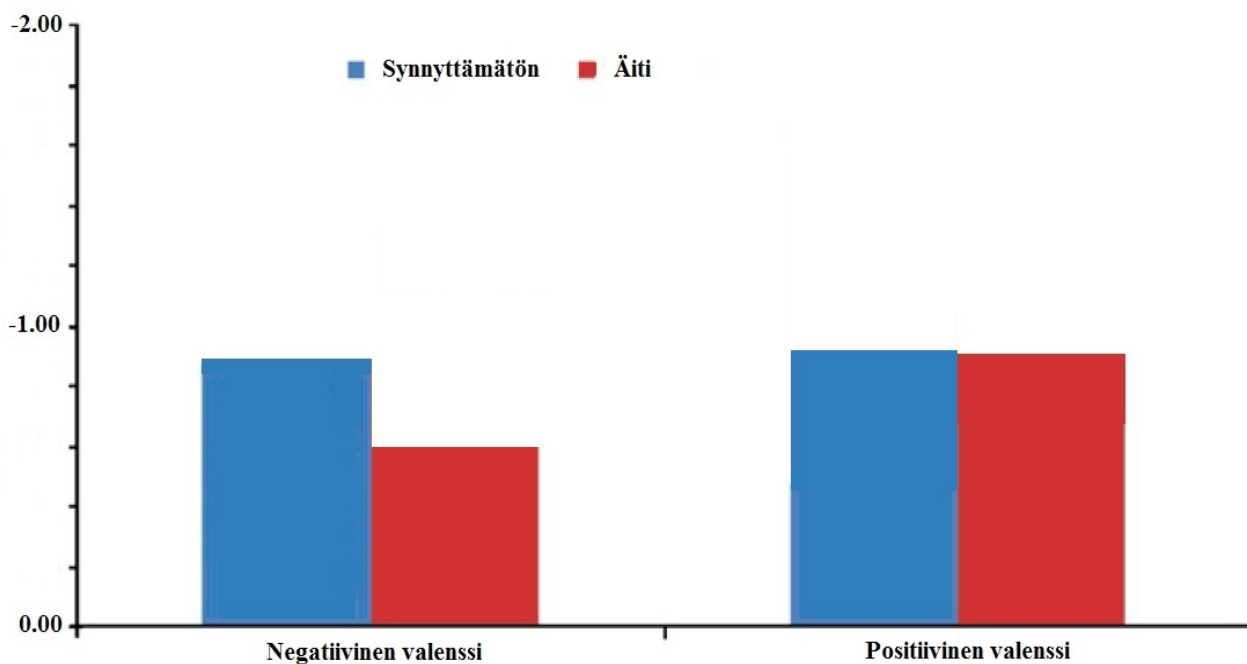
Vaikka koehenkilön äitiydellä ei havaittu tilastollisesti merkitsevää päävaikutusta aikuisärsykkeiden kohdalla ($F(1, 82) = .70, p = .41, n_p^2 = .01$), äitiyden ja ärsykkeen intensiteetin välillä havaittiin tilastollisesti lähes merkitsevä yhdysvaikutus ($F(1, 82) = 3.73, p = .06, n_p^2 = .04$). Vauvaärsykkeiden kohdalla äitiyden ja ärsykkeen intensiteetin välillä sen sijaan havaittiin tilastollisesti merkitsevä yhdysvaikutus ($F(1, 82) = 4.40, p = .04, n_p^2 = .05$). Jatkovertailut osoittivat, että ainoastaan äideillä N170-vaste kasvoi ärsykkeen intensiteetin mukaan, $t(42) = 3.28, p = .01$. Vastaavaa ilmiötä ei havaittu synnyttämättömien naisten kohdalla, $t(42) = .81, p = 1$. Tulos vahvistettiin toisessa varianssi-analysissa (IIa), jossa äitiyden, ärsykkeen valenssin ja ärsykkeen intensiteetin välillä havaittiin tilastollisesti merkitsevä yhdysvaikutus, $F(1, 82) = 8.56, p = .004, n_p^2 = .10$ (Kaaviot 4A ja 4B). Jatkovertailujen mukaan ainoastaan äideillä negatiivisen valenssin voimakas intensiteettinen ärsyke tuotti muita tilanteita suuremman N170-vasteen ($p't < .01$). Tätä ilmiötä ei havaittu synnyttämättömien naisten kohdalla ($p't > .19$).



Kaavio 4. A. Ärsykkeen intensiteetin ja valenssin yhdysvaikutus synnyttämättömillä naisilla. C. Ärsykkeen intensiteetin ja valenssin yhdysvaikutus äideillä.

3.3.2. P300

P300-vasteessa äitiydellä ei havaittu tilastollisesti merkitsevää päävaikutusta aikuisärsyketilanteessa, $F(1, 82) = .02, p = .89, n_p^2 < .001$. Kuitenkin äitiyden ja ärsykkeen valenssin välillä havaittiin lähes merkitsevä yhdysvaikutus, $F(1,82) = 3.37, p = .07, n_p^2 = .04$. Bonferroni-korjattujen jatkovertailujen mukaan negatiiviset tunneilmaisut tuottivat suuremman P300-vasteen äideillä, $t(42) = 4.71, p < .001$ (Kaavio 5). Synnyttämättömien naisten ryhmässä P300-vaste ei eronnut ärsykkeen valenssin mukaan tilastollisesti merkitsevästi ($t(42) = 1.71, p = .57$). Myöskään vauvaärsyketilanteessa ei havaittu äitiydellä tilastollisesti merkitsevää päävaikutusta ($F(1, 82) = .05, p = .82, n_p^2 = .001$), mutta OXTR-muodon, äitiyden ja ärsykkeen valenssin välillä sen sijaan havaittiin lähes merkitsevä yhdysvaikutus, $F(1, 82) = 3.46, p = .07, n_p^2 = .04$.



Kaavio 5. P300-amplitudissa havaitut erot synnyttämättömien naisten ja äitien välillä.

3.4. Oksitosiinireseptorigeenin ja äitiyden yhdysvaikutus tunneilmaisujen prosessoinnissa

Oksitosiinireseptorigeenimuunnelman ja äitiyden välillä ei havaittu tilastollisesti merkitsevää yhdysvaikutusta N170-vasteen tai P300-vasteen osalta. Kuitenkin N170-vasteen kohdalla erikseen vauvaärsyketilanteille tehty analyysi osoitti tilastollisesti merkitsevän yhdysvaikutuksen OXTR-muodon, äitiyden ja ärsykkeen intensiteetin välillä, $F(1,82) = 4.56, p = .04, n_p^2 = .05$. Bonferroni-

korjatuissa jatkovertailuissa ei havaittu tilastollisesti merkitseviä eroavaisuuksia ($p > .05$), mutta ainoastaan synnyttämättömien A-alleelin omaavien naisten kohdalla N170 kasvoi intensiteetin mukaan lähes tilastollisesti merkitsevästi, $t(22) = 2.68, p = .08$. Lisäksi havaittiin tilastollisesti merkitsevä yhdysvaikutus N170-vasteeseen OXTR-muodon, äitiyden, tarkkaavaisuuden suunnan ja äräsykkeen valenssin kohdalla, $F(1, 82) = 7.88, p = .01, \eta_p^2 = .09$. Myöskin P300-vasteen osalta ainoastaan vauvaäräsykkeen kohdalla havaittiin lähes merkitsevä yhdysvaikutus OXTR-muodon, äitiyden ja äräsykkeen valenssin välillä, $F(1, 82) = 3.46, p = .07, \eta_p^2 = .04$. Jatkovertailut osoittivat, että ainoastaan A-alleelin omaavien äitien P300-vaste oli tilastollisesti suurempi negatiivisen valenssin vauvaäräsykkeitä prosessoitaessa, $t(29) = 4.07, p < .001$. Vastaavaa ilmiötä ei havaittu synnyttämättömien naisten tai GG-alleelin omaavien äitien kohdalla, $p \approx 1$.

4. POHDINTA

Tämän pro gradu -tutkimuksen tarkoitus oli selvittää, miten oksitosiinireseptorigeenin rs53576-alleelimuoto vaikuttaa kasvoilla esitettyjen tunneilmaisujen prosessointiin äideillä ja synnyttämättömillä naisilla. Kasvoäräsykkeiden prosessoinnin elektrofysiologisia korrelaatteja tutkittiin kahden tapahtumasidonnan herätevastekomponentin avulla. Tämä tapahtui mittaamalla N170- ja P300-ERP-vasteita koehenkilöiden katsellessa valenssiltaan ja intensiteetiltään erilaisia tunneilmaisuja esittäviä aikuisten ja vauvojen kasvokuvia. Lisäksi kiinnostuksen kohteena olivat tämän prosessoinnin eroavaisuudet äideillä sekä synnyttämättömillä naisilla. Aiempia tutkimuksia oksitosiinireseptorigeenin rs53576:n alleelimuunnelmien ERP-korrelaateista ei ole. Myöskään oksitosiinin kokeellisen lisäämisen korrelaatteja N170- tai P300-vasteisiin ei ole laisinkaan vielä tutkittu. Siksi tämä tutkimus voi tarjota uutta informaatiota oksitosiinin ja oksitosiinireseptorigeenin vaikutuksesta tunneilmaisujen prosessointiin.

4.1. Oksitosiinireseptorigeenin vaikutus tunneilmaisujen prosessointiin

Oksitosiinireseptorigeenin rs53576-alleelimuoto vaikutti varhaiseen tunneilmaisujen prosessointiin. Karkeasti tarkastellen OXTR rs53576:n GG-alleelin omaavilla henkilöillä olivat suuremmat N170- sekä P300-vasteet, mutta ero ei ollut tässä otoksessa tilastollisesti merkitsevä. Vaikka oksitosiinireseptorigeenin GG-alleelimuoto ei ollut suoraan yhteydessä suurempiin N170- ja P300-ERP-vasteisiin, havaittiin analyysissä mielenkiintoisia yhdysvaikutuksia.

4.1.1. N170

Tutkitun otoksen mukaan OXTR rs53576-alleelimuodolla oli vaikutusta N170-komponenttiin. Kasvospesifin N170-ERP-komponentin ajatellaan heijastavan kasvojen prosessoinnin varhaisia havaitsemisprosesseja (Bentin, Allison, Puce, Perez & McCarthy, 1996; Eimer, 2000a; Eimer, 2000b; Rossion ym., 1999; Vuilleumier & Pourtois, 2007), jotka tapahtuvat aivojen fusiformisessa poimussa, ylemmässä ohimourteessa ja okkipitaalisella kasvoalueella (Minnebusch & Daum, 2009; Kuva 3). N170-analyyseihin mukaan GG-homotsygooteilla vauvaärsyke tuotti aikuisärsykettä suuremman N170-vasteen tunneilmaisun intensiteetistä riippumatta. Vauvaärsyke tuotti aikuisärsykettä suuremman N170-vasteen myös OXTR-alleelimuodosta riippumatta. Lisäksi GG-alleeliparin omaavien henkilöiden N170-vaste vaihteli aikuisärsyksen intensiteetin mukaan siten, että voimakas intensiteettinen tunneilmaisuus tuotti suuremman N170-vasteen. A-alleeli oli yhteydessä siihen, ettei aikuisärsyksiä prosessoitu eri tavoin intensiteetin mukaan. Sen sijaan OXTR rs53576A-alleelin omaavilla henkilöillä vauvaärsyksen tunneilmaisun intensiteetti vaikutti N170-vasteeseen siten, ärsyksen voimakas intensiteetti kasvatti myös vastetta kun koehenkilö oli synnyttämätön nainen.

OXTR-alleelimuoto siis vaikutti tunneilmaisujen varhaiseen prosessointiin, vaihdellen ärsyksen tyyppin ja intensiteetin mukaan. Tutkimuksen N170-tulokset tulkittiin siten, että OXTR rs53576A-kantajilla tunneilmaisuprosessointi vaatii enemmän vihjeitä verrattuna GG-homotsygooteihin. A-kantajille vauvaärsyksen voimakas intensiteetti toimi riittävänä lisäviheenä. Sen sijaan GG-alleelin omaaville pelkkä vauvaärsyke oli riittävä ärsyke. Täten reseptorigeenin GG-alleelimuoto oli yhteydessä N170-komponenttien herkempään reaktiivisuuteen. Samoin muun muassa Schulzen ym. (2011) tutkimuksessa intranasaalinen oksitosiiniannos paransi tunneilmaisujen tunnistamista juurikin jo visuaalisten havaitsemisprosessien varhaisvaiheissa säädellen näin tarkkaavaisuuden suuntautumista kohti sosiaalisesti merkitsevää emotionaalista informaatiota ympäristössä.

4.1.2. P300

OXTR rs53576-alleelimuodolla oli vaikutusta myös myöhäisempää visuaalista prosessointia heijastavaan P300-vasteeseen. P300-komponentti liitetään mediaalisilla aivoalueilla (esim. Olofsson, Nordin, Segueira & Polich, 2008; Kuva 3) tapahtuviin tarkkaavaisuusresursseihin ja ärsyksen subjektiiviseen arviointiin (Andreassi, 2000). Vaste on yhteydessä erityisesti motivationaalisesti ja emotionaalisesti merkitsevään ärsykeeseen suunnatun tarkkaavaisuuteen säätelyyn (Cuthbert, Schupp, Bradley, Birbaumer & Lang, 2000; Eimer & Holmes, 2002, 2007; Vuilleumier & Pourtois, 2007). P300-analyyseihin osoittivat, että GG-alleelikombinaatio oli yhteydessä siihen, että vauvaärsykkeet tuottivat suuremman P300-vasteen verrattuna aikuisärsyksiin riippumatta ärsyksen valens-

sista. Sen sijaan A-alleelin omaavilla henkilöillä ärsykkeen tyyppi ei niinkään ollut erottelva tekijä, vaan enemmänkin valenssin ja ärsykkeen tyyppin yhdysvaikutus. A-alleelin omaavilla suurimman P300-vasteen tuotti vauvan positiivinen ilmaisu. Negatiivisvalenssiset tunneilmaisuärsykkeet eivät eronneet toisistaan tilastollisesti merkitsevästi tyypeittäin. Täten samoin siis P300-komponentin kohdalla rs53576A-muoto oli yhteydessä siihen, että vauvan tunneilmaisuksen prosessointi edellytti enemmän vihjeitä kuin GG-muodon omaavilla muun muassa Bakermans-Kranenburgin ja van IJzendoornin (2008) ja Riemin, Pieperin, Outin, Bakermans-Kranenburgin ja van IJzendoornin (2011) tuloksia mukailleen. P300-vasteeseen kuitenkin vaikutti myös tarkkaavaisuusprosessit, ja analyysien tuloksissa havaittiin, että ainoastaan A-alleelin omaavilla naisilla kohdeärsykkeeseen suunnattu tarkkaavaisuus ja ärsykkeen voimakkaampi intensiteetti kasvattivat myös P300-vastetta.

4.1.3. Oksitosiinireseptorigeenimuodolla oli vaikutusta tunneilmaisuksen prosessointiin

Oksitosiinireseptorigeenin rs53576GG-alleelimuoto oli siis samansuuntaisesti Rodriguesin, Saslowin, Garcian, Johnin ja Keltnerin (2009) sekä Tostin ym. (2010) tutkimusten kanssa yhteydessä voimakkaampaan reagointiin kasvoilla esitettyihin tunneilmaisuksiin. Oksitosiininhan on havaittu tehostavan muun muassa mahdolliseen uhkaan liittyvien tunneilmaisuksen prosessointia (Evans, Shergill & Averbeck, 2010; Fischer-Shofty, Shamay-Tsoory, Harari & Levkovitz, 2010) sekä tunneilmaisuksen tunnistamista yleisemminkin (Domes, Heinrichs, Michel, Berger & Herpertz, 2007). Mikä voisi olla tämän tunneilmaisuksen prosessoinnin tehostumisen mahdollinen funktionaalinen merkitys? Heinrichs, Dawans ja Domes (2009) ja Rodrigues ym. (2009) ajattelivat tämän prosessin edesauttavan lähestymiskäyttäytymistä ja sosiaalista liittymistä. Oksitosiinireseptorit ovat hajautuneet stressin ja ahdistuksen ja sosiaalisen käyttäytymisen hermostolliseen säätelyyn liittyville aivoalueille (Landgraf & Neumann, 2004) vähentäen psykososiaalista stressiä ja ahdistusta sekä neuroendokriinisiä reaktioita sosiaalisissa vuorovaikutustilanteissa (Bale, Davis, Auger, Dorsa & McCarthy, 2001; Windle, Shanks, Lightman, & Ingram, 1997). Lisäksi intranasaalisen oksitosiiniannoksen on havaittu lisäävän muun muassa luottamusta, (Kosfeld, Heinrichs, Zak, Fischbacher & Fehr, 2005), läheisten sosiaalisten suhteiden myönteisempää arviointia (Bartz ym., 2010), prososiaalisuus- (Insel & Young, 2001) ja anteliaisuuskäyttäytymistä (Zak, Stanton & Ahmadi, 2007) sekä empatiaa (Bartz ym., 2012). Täten oksitosiinireseptorigeenin alleelinen vaihtelu on selvästi yhteydessä lajinsäilymistä edesauttaviin sosiaalisiin ja sosiaalisen kognition prosesseihin, tässä tapauksessa tunneilmaisuksen varhaiseen prosessointiin.

Lisäksi OXTR rs53576GG-muoto oli yhteydessä vauvan tunneilmaisuärsykkeiden prosessoinnin tehostumiseen siten, että A-alleelin omaavilla henkilöillä prosessointi edellytti enemmän vihjeitä kuin GG-homotsygooteilla. GG-alleelipari oli siis yhteydessä vauvan signaalien herkem-

pään prosessointiin. Samansuuntaisesti Riem, Pieper, Out, Bakermans-Kranenburg ja van IJzendoorn (2011) havaitsivat GG-alleelin omaavien naisten reagoivan A-alleelin omaavia naisia korkeammin sykereaktioon vauvan voimakasintensiteettiseen tunneilmaisuun (itkuun). Samoin Bakermans-Kranenburg ja van IJzendoorn (2008) havaitsivat, että tehottomampi oksitoneroginen systeemi (A-alleeli) oli yhteydessä erityisesti äitien vähäisempään herkkyyteen vauvan signaaleja kohtaan. Oletettavasti oksitosiinireseptorigeenin alleelisella muodolla on siis vaikutusta herkkyyteen havaita ja tunnistaa vauvan signaaleja. Riem ym. (2011) ajattelivat tämän tapahtuvan siten, että oksitosiini lisää herkkyyttä vauvan itkuun vähentämällä aktiivisuutta ahdistukseen liittyvillä hermo verkoilla ja lisäämällä aktiivisuutta empatiaan liittyvillä aivoalueilla. Oksitosiinin onkin esitetty vaikuttavan juurikin amygdaloidisiin reaktioihin (esim. Domes ym., 2007), ja A-alleelin on havaittu olevan yhteydessä muun muassa aktiivisempiin amygdalan ja hypotalamuksen välisiin yhteyksiin (Tost ym., 2010). Sen sijaan vähentynyt amygdalan aktiivisuus rauhoittaa aikuista emotionaalisesti ahdistavassa tilanteessa ja myös näin lisää herkkyyttä vauvan signaaleille eli empaattisiksi oletettuja reaktioita. Del Vecchio, Walter ja O'Leary (2009) esittivät mielenkiintoisen näkemyksen, jonka mukaan juurikin vauvan itkun aikuisessa aiheuttama autonomisen hermoston kiihtyneisyystila saa aikuisen reagoimaan nopeasti päästäkseen eroon tästä epämiellyttävästä tilasta.

Yhteenvedona voidaan sanoa, että oksitosiinireseptorigeenimuunnelmalla oli vaikutusta tunneilmaisujen prosessointiin siten, että vastinkromosomikombinaatio rs53576:n GG-alleelipari oli yhteydessä reaktiivisempaan tunneilmaisujen prosessointiin ERP-menetelmällä mitattaessa. Lisäksi oksitonerogisen systeemi selitti osaltaan yksilöiden välisen hoivakäyttäytymisen eroja, sillä GG-alleelipari oli yhteydessä myös vauvan tunneilmaisusignaalien herkempään prosessointiin verrattuna A-alleelin omaaviin henkilöihin. Tämän tutkimuksen uutuusarvo verrattuna aikaisempiin tutkimukseen liittyy tutkimuksessa käytettyjen mittavälineiden ajalliseen tarkkuuteen. Tässä tutkimuksessa pystyttiin osoittamaan, että GG-alleeli tehostaa tunneilmaisujen havaitsemista jo varhaisten tiedonkäsittelyvaiheiden aikana. Koska oksitosiinigenotyypin vaikutus vaikuttaa myös vauvojen kasvojen havaitsemiseen, kiinnostuksen kohteeksi muodostui myös se, miten tämä ilmenee äitien ja synnyttämättömien naisten välillä.

4.2. Äitiyden vaikutus tunneilmaisujen prosessointiin

Tutkimuksen mielenkiinnon kohteena oli myös se, miten äitiys vaikuttaa tunneilmaisujen prosessointiin. Aiempien tutkimusten mukaan etenkin vauvan hätää ilmaisevien tunneilmaisusignaalien on havaittu tehostavan tunneilmaisujen prosessointia äideillä (Doi & Shinohara, 2012; Purhonen, Valkonen-Korhonen & Lehtonen, 2008; Riem ym., 2011; Wiesenfeld & Klorman, 1978). Samoin nyt tehdyn tutkimuksen tulosten mukaan äidit reagoivat voimakkaammin negatiivisen valenssin voima-

kasintesiteettiseen ärsyккеeseen mitattaessa N170-vasteella. Ilmiö korostui erityisesti vauvaärsyketä prosessoitaessa. Lisäksi äideillä havaittiin herkempi P300-erottelevuus ärsyккеen valenssin mukaan.

Äitien ajatellaan olevan hyvin herkkiä lasten signaaleille ja tunneilmaisuille (Bartels & Zeki, 2004; Giardiano, Gonzalez, Steiner & Fleming, 2008; Preston & deWaal, 2002; Proverbio, Brignone, Matarazzo, DelZotto & Zani, 2006). Tämä on heijastunut muun muassa äitien suurempina N170-vasteina vauvan hätää ilmaisevia tunneilmaisuja prosessoidessa (Doi & Shinohara, 2012; Purhonen, Valkonen-Korhonen & Lehtonen, 2008). Kuitenkin nyt tehdyssä tutkimuksessa synnyttämättömillä naisilla havaittiin karkeasti (mutta ei tilastollisesti) tarkastellen suuremmat N170-vasteet. Sen sijaan ainoastaan äidit reagoivat voimakkaammin negatiivisen valenssin voimakasintesiteettiseen ärsyккеeseen mitattaessa N170-vasteella. Synnyttämättömien naisten oireellisesti suurempi N170-vaste heijastanee äitien habituoitumista vauvaärsyккеeseen. Oletettavasti raskaus-, synnytys- ja hoivakokemukset muuntavat vauvaärsyккеen tuottamia N170-vasteita, ja täten äideillä vaikutti olevan tehokkaampi prosessointitapa siten, että ainoastaan voimakasintensiteetinen negatiivinen ärsyкке valikoitui tehokkaamman prosessoinnin kohteeksi. Voimakasintensiteetinen negatiivinen tunneilmaisuhan on tärkeä signaali, jonka tehokas prosessointi edesauttaa suvunjatkumista ja lajinsäilymistä. Synnyttämättömille naisillehan vauvaärsyкке heijasti uutta ärsyккеkategoriaa. Täten suurempi N170-amplitudi näyttäisi heijastavan suurempaa prosessointikapasiteetin tarvetta ja sitä, että prosessointi edellytti suurempaa tarkkaavaisuusresurssien hyödyntämistä. Doin ja Shinoharan (2012) tutkimuksessa äitien N170 tehostui riippumatta vauvaärsyккеen tuttuudesta. Täten tämän ajateltiin heijastavan yleisempää jälkikasvun hätäsignaaleihin kohdistuvaa vietinomaista hoivakäyttäytymisen tehostumista.

Ainoastaan äideillä havaittiin myös merkitsevä P300-erottelevuus valenssin mukaan siten, negatiivinen ärsyкке tuotti positiivista ärsyckettä suuremman P300-vasteen. Doin ja Shinoharan (2012) tutkimuksessa P300-komponentti oli suurempi oman lapsen kuvaa katsottaessa. P300-vaste yleensä liitetäänkin emotionaalisesti ja motivationaalisesti merkitsevän ärsyккеen prosessointiin. Täten tässä tutkimuksessa havaittu P300-erottelu heijastanee äideille evolutiivisesti merkitsevän ärsyккеen tehostettua prosessointia. Äitien tarkemman erottelukyvyn voidaan ajatella heijastavan vanhemmuuskokemusten kautta ja vuorovaikutuksessa vauvan kanssa tapahtunutta harjaantumista vauvan emotionaalisesti ja motivationaalisesti merkitsevien signaalien havaitsemisissa. Niin ikään Giardianon, Gonzalesin, Steinerin ja Flemingin (2007) tutkimuksessa kokeneilla äideillä havaittiin juurikin synnyttämättömiä naisia ja teiniäitejä suuremmat autonomisen hermoston reaktiot vauvan signaloidessa hätää. Vauvan itku tarjoaa tärkeää informaatiota vauvan fyysisestä ja psyykkisestä tilasta, ja tämän signaalin tehokas prosessointi on lajinsäilymisen kannalta olennaista.

Summaten N170- ja P300-tulokset voitaisiin tulkita siten, että äidit olivat harjaantuneet ha-

vaitseminaan evolutiivisesti tärkeitä signaaleja, ja he omasivat tehokkaamman toimintavalmiuden vauvan hätäsignaaleihin. Adaptiivisessa ja tehokkaassa hoivakäyttäytymisessä onkin tärkeää, että juurikin lajinsäilymisen kannalta olennaiset signaalit tulevat prosessoitua mahdollisimman nopeasti ja tehokkaasti (Nummenmaa, 2010), ja täten vanhemman empaattinen reagointi ja johdonmukainen hoivakäyttäytyminen lisäävät jälkikasvun terveyttä ja suvun jatkumisen todennäköisyyttä. Epäonnistuminen reagoimaan sensitiivisesti vauvan signaaleihin on yhteydessä muun muassa lapsen myöhästyneeseen sosioemotionaaliseen ja kognitiiviseen kehitykseen (Murray & Cooper, 1997).

4.3. Oksitosiinireseptorigeenin ja äitiyden interaktio tunneilmaisujen prosessoinnissa

OXTR rs53576:n alleelisella muodolla sekä sillä, oliko henkilö äiti vai synnyttämätön, oli siis vaikutusta tunneilmaisujen prosessointiin. Täten luonnollisesti mielenkiinnon kohteena oli myös se, miten oksitosiinireseptorigeenimuunnelma vaikuttaa tunneilmaisujen prosessointiin eri tavoin äideillä ja synnyttämättömillä naisilla. Muun muassa Bakermans-Kranenburgin ja van IJzendoornin (2008) tutkimuksen mukaan rs53576GG-alleeli oli yhteydessä äitien sensitiivisempään hoivakäyttäytymiseen. Nyt tehdyssä tutkimuksessa ainoastaan A-alleelin omaavien synnyttämättömien naisten kohdalla vauvaärsyksen voimakas intensiteetti kasvatti myös N170-vastetta. Myös tämä tulos heijastanee synnyttämättömien naisten reagoimista uuteen ärsykeluokkaan. Tutkimuksessa silti havaittiin vauvaärsykkeiden kohdalla tilastollisesti merkitsevä yhdysvaikutus OXTR-alleelin, äitiyden, tarkkaavaisuuden suunnan ja ärsyksen valenssin välillä N170-vasteessa. Niin ikään näiden tulosten ajateltiin heijastavan aiempien tutkimusten suuntaisia eroja alleelikombinaatioiden välillä, eli äitien tehokkaampaa prosessointityyliä erityisesti vauvaärsyksen kohdalla.

4.4. Tutkimuksen merkitys ja kliiniset implikaatiot

Tunneilmaisujen prosessoinnin tehokkuus siis vaihteli oksitosiinireseptorin geneettisen muunnelman mukaan, ja OXTR:n GG-alleelimuoto oli yhteydessä lajinsäilymisen kannalta tehokkaampaan sosiaalisten ärsykkeiden prosessointiin. Oksitosiinin ja tämän geneettisen alleelimuodon tehostama sosiaalinen havaitseminen on edellytys tehokkaalle vuorovaikutukselle sosiaalisen ympäristön kanssa. Voidaankin sanoa, että ihmiset ovat sosiaalisia eläimiä, ja evolutiivisesti merkittävien havaitsemis- ja tarkkaavaisuusprosessien tehostumisen voisi täten ajatella olevan yhteydessä jopa psyykkistä ja fyysistä hyvinvointia edistäviin tekijöihin. Myös aiempien tutkimusten mukaan tehokkaamman sosiaalisen havaitsemisen ja tunneilmaisujen tunnistamisen tarkkuuden on havaittu olevan yhteydessä muun muassa sosiaaliseen kyvykkyyteen (Leppänen, 2001), prososiaalisiin taitoihin (Eisenberg, 2000; Eisenberg ym., 1989) sekä nonverbaalisiin taitoihin (Broman, 2009). Näiden tai-

tojen jäädessä kehittymättä tavataan sosiaalisia ongelmia (McCown, Johnson & Austin, 1986), kuten sosiaalista vetäytymistä, masennusta ja yksinäisyyttä (Izard ym., 2001). Toisaalta yleisemminkin sosiaalisen käyttäytymisen vaikeudet ovat yhteydessä elämänlaadun heikkenemiseen ja jopa psykopatologisiin tiloihin (Heinrichs & Domes, 2008).

Lisäksi oksitosiinisysteemin tehottomuuden on havaittu olevan yhteydessä useisiin neuropsykiatriisiin häiriöihin tai näiden piirteisiin. Oksitosiinireseptorigeenin riskimuoto (A-alleeli) ja oksitosiinin alhainen taso ovat yhteydessä esimerkiksi autismin kirjon häiriöihin (Wu ym., 2005), ja onkin havaittu, että oksitosiiniannos vähentää näitä oireita ja toimii luottamusta lisäävästi ja perseveratiivista käyttäytymistä vähentävästi. Lisäksi skitsofreniapotilailla on havaittu verrokkeja alhaisemmat oksitosiinitasot (Beckman, Lang & Gattaz, 1985), ja oksitosiiniannoksen on havaittu vähentävän skitsofrenian negatiivisia sekä positiivisia oireita ja täten omaavan antipsykoottisiakin ominaisuuksia (Feifel ym., 2010). Esimerkiksi psykoosien hoidossa käytetty neurolepti, Klotsapiini vaikuttaa juurikin muun muassa oksitosiinitasoa kohottavasti (Levy & Vandekaar, 1992). Niin ikään oksitosiinireseptorin rs53576-alleelisen muodon on havaittu olevan yhteydessä emootioiden säätelyn vaikeuksiin, negatiivisiin affekteihin (Lucht ym., 2009), masennukseen (Costa ym., 2009) ja fysiologisiin stressireaktioihin (Rodrigues ym., 2009), ja muun muassa vaikea-asteisesta masennuksesta kärsivien henkilöiden oksitosiinitasot on havaittu olevan verrokkeja alhaisemmat (Frasch, Zetsche, Steiger Jirikowski, 1995). Eläinmallien mukaan oksitosiiniannos onkin toiminut potentiaalisena antidepressanttina (Arletti & Bertolini, 1987), ja esimerkiksi SSRI-lääkkeiden eräänä vaikuttimena pidetään lisääntyntä oksitosiinin erityistä (Uvnas-Moberg, 1999).

Oksitosiiniannoksella on siis havaittu olevan myönteinen vaikutus edellä mainittuihin neuropsykiatriisiin ja psykiatriisiin tiloihin, ja oksitosiinin on havaittu omaavan tärkeän roolin hyvinvoinnin edistäjänä ja lisäävän muun muassa subjektiivista hyvänolon tunnetta (Uvnas-Moberg & Petersson, 2005). Täten oksitosiinisysteemi voisi toimia yhtenä farmakologisten hoitomuotojen kohteena. Erityisesti oksitosiiniannostuksen ja psykoterapeuttisten menetelmien yhdistelmä voisi tarjota parempiakin hoitotuloksia kuin jompikumpi yksinään tai muut nykyiset lääketieteelliset menetelmät. Muun muassa sosiaalinen ahdistuneisuushäiriö, autismin kirjon häiriöt, epävakaa persoonallisuushäiriö ja skitsofrenia ovat hyvin vaikeahoitoisia, joten on suuri tarve uusille tehokkaille hoitomuodoille. Meyer-Lindenberg, Domes, Kirsch ja Heinrichs (2011) esittivätkin eräänlaista psykobiologista terapiamallia esimerkiksi tästä. Toisaalta ennaltaehkäisevänä hoitomallina voisi toimia riskiryhmien varhainen tunnistaminen ja tarpeenmukainen interventio. Oletettavasti interventiot olisivat tehokkaimpia kaikkein haavoittuvimmille (Bradley ym., 2011), ja ohjelma, jolla tunnistaa nämä sekä biologisen että sosiaalisen riskin omaavat henkilöt, olisi todennäköisesti hyödyllisin menettely. Koska oksitosiinireseptorigeenillä havaittiin olevan vaikutusta myös herkkyyteen prosessoida vauvan signaaleja (myös Bakermans-Kranenburg & IJzendoorn, 2008), mahdollisen intervention

kohteena voisi olla toimenpide, jolla voitaisiin tukea sekä biologisen että sosiaalisen riskin omaavia äitejä toimimaan tehokkaammin lapsen tunnetiloja kuunnellen.

4.5. Tutkimuksen rajoituksia

On kuitenkin oltava varovainen tulkitessa tutkimuksen tuloksia, sillä tehty tutkimus omaa joitain rajoituksia. Ensinnäkin yhtä geneettistä muunnelmaa koskeva paradigma on hyvin rajoittunut tapa selittää sosiaalisen käyttäytymisen vaihtelua, koska sosiaalisen kognition prosesseihin vaikuttavat lukuisat geneettiset ja epigeneettiset tekijät. Geenien katsotaan lähinnä vuorovaikuttavan ympäristön kanssa (Caspi & Moffitt, 2006) ja täten ihmisen ominaisuuksia ei voi määritellä määrittelemättä ympäristöä, jossa hän elää (Portin, 2006). Kuitenkin aiempia tutkimustuloksia ja nyt saatu tulos summaten voidaan sanoa, että OXTR rs53576 vaikuttaa tunneilmaisujen prosessointiin, mutta se ei todellakaan ole ainoa geneettinen muunnelma, joka tähän vaikuttaa. Toiseksi otoskoko oli suhteellisen pieni. Genetiikkaa koskeva tutkimus edellyttää suuren otoksen, jotta tulos olisi validisti ja luotettavasti yleistettävissä populaatioon. Yleensä kyseeseen tulevatkin populaatiopohjaiset haplotyyppipaustutkimukset. Lisäksi otoskoon vuoksi kysymykseksi heräävät myös aineiston normaalijakautuneisuuteen liittyvät tilastollisten menetelmien reliabiliteetti ja validiteetti sekä mahdollisten epäparametristen menetelmien tulosten yleistettävyys. Nyt kuitenkin päädyttiin käyttämään parametrisia tilastollisia menetelmiä aineiston lievästä vinoudesta huolimatta. Metodologisena ongelmana voidaan pitää myös sitä, että melkein puolet ERP-mittauksista tehtiin 21-kanavaisella elektrodipäähineellä ja loput 64-kanavaisella. Kahden eri elektrodipäähineen tuottamien tulosten vertailu voi olla ongelmallista muun muassa mittauksien tarkkuuden vuoksi. Kuitenkin keskiarvoistetun tuloksen oletettiin olevan riittävän luotettava.

4.6. Yhteenveto ja tulevaisuuden haasteet

Tämä oli ensimmäinen tutkimus, jossa oksitosiinireseptorigeenin yhteyttä aivojen aktiivisuuteen mitattiin tunneilmaisujen prosessointitehtävän aikana, sekä ensimmäinen tutkimus, jossa tarkasteltiin oksitosiinireseptorigeenin tapahtumasidonnaisia herätevastekorrelaatioita. ERP-mittauksen tulokset osoittivat oksitosiinireseptorigeenin vaikuttavan kortikaaliseen tunneilmaisujen prosessointiin varhaisen prosessoinnin eri vaiheissa. Tutkimuksessa havaittiin, että oksitosiinireseptorigeenin rs53576GG-alleelimuoto oli yhteydessä herkempään reaktiivisuuteen mitattuna sekä varhaisia havaitsemisprosesseja heijastavalla N170-komponentilla että myöhempiä tarkkaavaisuusprosesseja heijastavalla P300-komponentilla. Varsinkin vauvan tunneilmaisu, joka on evolutiivisesti hyvin tärkeä ärsykeluokka, prosessoitiin eri tavoin riippuen alleelisesta muodosta siten, että GG-alleelimuoto

oli yhteydessä lajinsäilymisen kannalta tehokkaampaan prosessointiin. Sen sijaan A-alleeli oli yhteydessä siihen, että vauvan tunneilmaisujen prosessointi edellytti enemmän ja voimakkaampia vihteitä. Niin ikään äitien havaittiin prosessoivan synnyttämättömiä naisia tehokkaammin vauvan tunneilmaisusignaaleita. Vaikka synnyttämättömät naiset reagoivat voimakkaammin tunneilmaisuarisyyksiin, oli äitien ERP-reaktio voimakkaampi vauvan hätää ilmaisevien ärsykkeiden kohdalla, eli lajinsäilymisen kannalta olennaisten ärsykkeiden kohdalla. Täten tulokset olivat yhdenmukaisia aiempien tutkimustulosten kanssa, joissa GG-alleelin havaittiin olevan yhteydessä muun muassa voimakkaampiin reaktioihin vauvan hätäsignaaleihin (Riem, Pieper, Out, Bakermans-Kranenburg ja Ijzendoorn, 2011) ja sensitiivisempään vanhemmuuskäyttäytymiseen (Bakermans-Kranenburg & Ijzendoorn, 2008).

Koska oksitosiinireseptorigeenin ERP-korrelaateista ei ole julkaistu aiemmin vielä yhtäkään tutkimusta, tutkimuksen tulokset tarjosivat uutta informaatiota oksitosiinireseptorin rs53576-muodon vaikutuksesta varhaiseen tunneilmaisujen prosessointiin. Täten tulokset ovat askel eteenpäin jotta ymmärrettäisiin sosiaalisen kognition ja psyykkisen hyvinvoinnin geneettistä perustaa, mutta tarvitaan silti lisää tutkimusta että ymmärrettäisiin tämän spesifin OXTR:n roolia psykologisissa prosesseissa. Lisäksi oksitosiinin kliinisistä implikaatioista kaivataan lisää tutkimustietoa, sillä kyseinen hormoni on aiempien tutkimusten perusteella osoittautunut potentiaalisesti farmakologiseksi hoitomuodoksi. Täten myös reseptorimekanismien tutkimus ja reseptorigeenitutkimus saavat uuden tärkeän lisämerkityksen.

5. LÄHTEET

- Acebo, C., & Thoman, E.B. (1992). Crying as social behavior. *Infant Mental Health Journal*, 13, 63-78.
- Adolphs, R. (2002). Neural Mechanisms for Recognizing Emotion. *Current Opinion in Neurobiology*, 12, 169–178.
- Adolphs, R. (2003). Cognitive neuroscience of human social behavior. *Nature Reviews Neuroscience*, 4, 165–178.
- Adolphs, R. (2005). Could a robot have emotions? Theoretical perspectives from social cognitive neuroscience. Teoksessa: J. M. Fellous, & M. A. Arbib (toim.). *Who Needs Emotions? The Brain Meets the Robot*. Oxford: Oxford University Press.
- Adolphs, R. (2008). Fear, faces, and the human amygdala. *Current Opinion in Neurobiology*, 18, 166–172.
- Adolphs, R., Tranel, D., Damasio, H., & Damasio, A. (1994). Impaired recognition of emotion in

facial expressions following bilateral damage to the human amygdala. *Nature*, 372, 669–672.

- Ainsworth, A. D. S., Blehar, M. C., Waters, E., & Wall, S. (1978). *Patterns of Attachment. A psychological study of the strange situation*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum.
- Allison, T., Ginter, H., McCarthy, G., Nobre, A., Puce, A., Luby, M., & Spencer, D. D. (1994). Face recognition in human extrastriate cortex. *Journal of Neurophysiology*, 71, 821–825.
- Andreassi, J. L. (2000). *Psychophysiology: Human behavior & physiological response*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.
- Arletti, R., & Bertolini, A. (1987). Oxytocin as an antidepressant in two animal models of depression. *Life Sciences*, 41, 1725–1730.
- Armony, J. L. & LeDoux, J. E. (2000). How danger is encoded: toward a systems, cellular, and computational understanding of cognitive-emotional interactions in fear. Teoksessa: M. S. Gazzaniga (toim.). *The new cognitive neurosciences*. Cambridge: MIT.
- Bakermans-Kranenburg, M. J., & van IJzendoorn, M. H. (2008). Oxytocin receptor (OXTR) and serotonin transporter (5-HTT) genes associated with observed parenting. *SCAN*, 3, 128–134.
- Bale, T. L., Davis, A. M., Auger, A. P., Dorsa, D. M., & McCarthy, M. M. (2001). CNS regionspecific oxytocin receptor expression: importance in regulation of anxiety and sex behavior. *Journal of Neuroscience*, 21, 2546–2552.
- Bartels, A., & Zeki, S. (2004). The neural correlates of maternal and romantic love. *NeuroImage*, 21, 1155–1166.
- Bartz, J. A., & Hollander, E. (2006). The neuroscience of affiliation: forging links between basic and clinical research on neuropeptides and social behavior. *Hormones and Behavior*, 50, 518–528.
- Bartz, J. A., Zaki, J., Bolger, N., Hollander, E., Ludwig, N. N., Kolevzon, A., & Ochsner, K. N. (2012). Oxytocin selectively improves empathic accuracy. *Psychological Science*, 21, 1426–1428.
- Bartz, J. A., Zaki, J., Ochsner, K. N., Kolevzon, N. L., & Lydon, J. E. (2010). Effects of oxytocin on recollections of maternal care and closeness. *PNAS*, 107, 21371–21375.
- Batty M., & Taylor M. J. (2003). Early processing of the six basic facial emotional expressions. *Brain Research: Cognitive Brain Research*, 17, 613–620.
- Baumgartner, T., Heinrichs, M., Vonlanthen, A., Fischbacher, U., & Fehr, E. (2008). Oxytocin shapes the neural circuitry of trust and trust adaptation in humans. *Neuron*, 58, 639–650.
- Becker, D. V., Kenrick, D. T., Neuberg, S. L., Blackwell, K. C., & Smith, D. M. (2007). The confounded nature of angry men and happy women. *Journal of Personality and Social Psychology*, 92, 179–190.

- Beckman, H., Lang, R. E., & Gattaz, W. F. (1985). Vasopressin–oxytocin in cerebrospinal fluid of schizophrenic patients and normal controls. *Psychoneuroendocrinology*, *10*, 187–191.
- Bentin, A., Allison, T., Puce, A., Perez, E., & McCarthy, G. (1996). Electrophysiological studies of face perception in humans. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *8*, 551–565.
- Blakemore, S. J. (2008). The social brain in adolescence. *Nature Reviews Neuroscience*, *9*, 267–277.
- Bradley, B., Westen, D., Mercer, K. B., Binder, E. B., Jovanovic, T., Crain, D., Wingo, A., & Heim, C. (2011). Association between childhood maltreatment and adult emotional dysregulation in a low-income, urban, African American sample: Moderation by oxytocin receptor gene. *Development and Psychopathology*, *23*, 439–452.
- Breiter, H. C., Etcoff, N. L., Whalen, P. J., Kennedy, W. A., Rauch, S. L., Buckner, R. L., Strauss, M. M., Hyman, S. E., & Rosen, B. R. (1996). Response and habituation of the human amygdala during visual processing of facial expression. *Neuron*, *17*, 875–887.
- Broman, S. (2009). Ennustaako tunneilmaisujen tunnistamistarkkuus nonverbaalista käyttäyty mistä? Julkaisematon opinnäytetyö, Tampereen yliopisto, YKY.
- Bruce, V., & Young, A. (1986). Understanding face recognition. *British Journal of Psychology*, *77*, 305–327.
- Burgoon, J. K., Buller, D. B., & Woodall, W. G. (1996). *Nonverbal Communication: The Unspoken Dialogue*. New York: McGraw-Hill.
- Caharel, S., Courta, N., Bernard, C., Lalonde, R., & Rebaï, M. (2005). Familiarity and emotional expression influence an early stage of face processing: an electrophysiological study. *Brain and Cognition*, *59*, 96–100.
- Calvo, M. G., & Nummenmaa, L. (2008). Detection of emotional faces: Salient physical features guide effective visual search. *Journal of Experimental Psychology*, *137*, 471–494.
- Carter, C. S. (1998). Neuroendocrine perspectives on social attachment and love, *Psychoneuroendocrinology*, *23*, 779–818.
- Carter, C. S., & Altemus, M. (1997). Integrative functions of lactational hormones in social behavior and stress management. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *807*, 164–174.
- Carter, C. S., Grippo, A. J., Pournajafi-Nazarloo, H., Ruscio, M. G., & Porges S. W. (2008). Oxytocin, vasopressin and sociality. *Progress in Brain Research*, *170*, 331–336.
- Carter, R. (2009). *Aivot*. Lontoo: Dorling Kindersley.
- Caspi, A., McClay, J., Moffitt, T. E., Mill, J., Martin, J., Craig, I., & Poulton, R. (2002). Role of genotype in the cycle of violence in maltreated children. *Science*, *297*, 851–854.
- Caspi, A., & Moffitt, T. E. (2006). Gene-environment interactions in psychiatry: Joining forces with

- neuroscience. *Nature Reviews Neuroscience*, 7, 583–590.
- Chen, F. S., Kumsta, R., von Dawans, B., Monakhov, M., Ebstein, R. P., & Heinrichs, M. (2011). Common oxytocin receptor gene (OXTR) polymorphism and social support interact to reduce stress in humans. *PNAS*, 108, 19937–19942.
- Costa, B., Pini, S., Gabelloni, P., Abelli, M., Lari, L., Cardini, A., Muti, M., Gesi, C., Landi, S., Galderisi, S., Mucci, A., Lucacchini, A., Cassano, G. B., & Martini, C. (2009). Oxytocin receptor polymorphisms and adult attachment style in patients with depression. *Psychoneuroendocrinology*, 34, 1506–1514.
- Cuthbert, B. N., Schupp, H. T., Bradley, M. M., Birbaumer, N., & Lang, P. J. (2000). Brain potentials in affective picture processing: Covariation with autonomic arousal and affective report. *Biological Psychology*, 52, 95–111.
- Damasio, A. (1994). *Descartes error: Emotion, reason and the human brain*. New York: Avon Books.
- Damasio, A. R. (1999). *The feeling of what happens: Body and emotion in the making of consciousness*. New York: Harcourt Brace.
- Darwin, C. (1872/1965). *The expression of emotions in man and animals*. Chicago: University of Chicago Press.
- Darwin, C. (1872/2009). *Tunteiden ilmeneminen ihmisissä ja eläimissä*. Helsinki: Terra Cognita.
- Del Vecchio, T., Walter, A., & O'Leary, S. G. (2009). Affective and physiological factors predicting maternal response to infant crying. *Infant Behavior & Development*, 32, 117–122.
- DeRenzi E. (1997). Prosopagnosia. Teoksessa: T. E. Feinberg, & M. J. Farah (toim.), *Behavioural neurology and neuropsychology*. New York: McGraw-Hill.
- Di Simplicio, M., Massey-Chase, R., Cowen, P. J., & Harmer, C. J. (2009). Oxytocin enhances processing of positive versus negative emotional information in healthy male volunteers. *Journal of Psychopharmacology*, 23, 241–248.
- Doi, H., Sawada, R., & Masataka, N. (2007). The effects of eye and face inversion on the early stages of gaze direction perception – An ERP study. *Brain Research*, 1183, 83–90.
- Doi, H., & Shinohara, K. (2012). Event-related potentials elicited in mothers by their own and unfamiliar infants' faces with crying and smiling expression. *Neuropsychologia*, 50, 1297–1307.
- Domes, G., Heinrichs, M., Glascher, J., Buchel, C., Braus, D. F., & Herpertz, S. C. (2007). Oxytocin attenuates amygdala responses to emotional faces regardless of valence. *Biological Psychiatry*, 62, 1187–1190.
- Domes, G., Heinrichs, M., Michel, A., Berger, C., & Herpertz, S. C. (2007). Oxytocin improves "mind-reading" in humans. *Biological Psychiatry*, 61, 731–733.

- Domes, G., Lischke, A., Berger, C., Grossmann, A., Hauenstein, K., Heinrichs, M., & Herpertz, S. C. (2010). Effects of intranasal oxytocin on emotional face processing in women. *Psychoneuroendocrinology*, *35*, 83–93.
- Donaldson, Z. R., & Young, L. J. (2008). Oxytocin vasopressin and the neurogenetics of sociality. *Science*, *322*, 900–904.
- Eimer, M. (2000a). Event-related potentials distinguish processing stages involved in face perception and recognition. *Clinical Neurophysiology*, *111*, 694–705.
- Eimer, M. (2000b). Effects of face inversion on the structural encoding and recognition of faces – Evidence from event-related brain potentials. *Cognitive Brain Research*, *10*, 145–158.
- Eimer, M., & Holmes, A. (2002). An ERP study on the time course of emotional face processing. *Neuroreport*, *13*, 427–431.
- Eimer, M. & Holmes, A. (2007). Event-related potential correlates of emotional face processing. *Neuropsychologia*, *45*, 15–31.
- Eisenberg, N. (2000). Empathy and sympathy. Teoksessa Lewin, M., & Haviland-Jones, J. M. (toim.), *Handbook of Emotions*, 2. painos, (s. 677–691). New York: Guilford.
- Eisenberg, N., Fabes, R. A., Miller, P. A., Fultz, J., Shell, R., Mathy, R. M., & Reno, R. R. (1989). Relation of sympathy and personal distress to prosocial behavior: A multimethod study. *Journal of Personality and Social Psychology*, *57*, 55–66.
- Ekman, P. (1993). Facial expression and emotion. *American Psychologist*, *48*, 384–392.
- Ekman, P., & Friesen, W. V. (1976). *Pictures of Facial Affect*. Palo Alto: Consulting Psychologists.
- Evans, S., Shergill, S. S., & Averbeck, B. B. (2010). Oxytocin decreases aversion to angry faces in a decision making task, *Neuropsychopharmacology* *35*, 2502–2509.
- Facchinetti, L. D., Imbiriba, L. A., Azevedo, T. M., Vargas, C. D., & Volchan, E. (2006). Postural modulation induced by pictures depicting prosocial or dangerous contexts. *Neuroscience Letters*, *410*, 52–56.
- Feifel, D, MacDonald, K., Nguyen, A., Cobb, P., Warlan, H., Galangue, B., Minassian, A., Becker, O., Cooper, J., Perry, W., Lefebvre, M., Gonzales, J., & Hadley, A. (2010). Adjunctive intranasal oxytocin reduces symptoms in schizophrenia patients. *Biological Psychiatry*, *68*, 678–680.
- Feldman, R., Weller, A., Zagoory-Sharon, O., & Levine, A. (2007). Evidence for a neuroendocrinological foundation of human affiliation: Plasma oxytocin levels across pregnancy and the postpartum period predict mother-infant bonding. *Psychological Science*, *18*, 965–970.
- Fischer-Shofty, M., Shamay-Tsoory, S. G., Harari, H., & Levkovitz, Y. (2010). The effect of intranasal administration of oxytocin on fear recognition. *Neuropsychologia*, *48*, 179–184.

- Frasch, A., Zetsche, T., Steiger, A., & Jirikowski, G. F. (1995). Reduction of plasma oxytocin level in patients suffering from major depression. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 395, 257–258.
- Frijda, N. H. (1986). *The emotions*. London: Cambridge University Press.
- Giardino, J., Gonzalez, A., Steiner, M., & Fleming, A. S. (2008). Effects of motherhood on physiological and subjective responses to infant cries in teenage mothers: a comparison with non-mothers and adult mothers. *Hormones and Behavior*, 53, 149–158.
- Gimpl, G., & Fahrenholz, F. (2001). The oxytocin receptor system: Structure, function, and regulation. *Physiological Reviews*, 81, 629–683.
- Gimpl, G., Wiegand, V., Burger, K., & Fahrenholz F. (2002). Cholesterol and steroid hormones: modulators of oxytocin receptor function. *Progress in Brain Research*, 139, 43 – 55.
- Green, A. E., Munafò, M. R., DeYoung, C. G., Fossella, J. A., Fan, J., & Gray, J. R. (2008). Using genetic data in cognitive neuroscience: from growing pains to genuine insights. *Nature Reviews Neuroscience*, 9, 710–720.
- Green, M. J., & Phillips, M. L. (2004). Social threat perception and the evolution of paranoia. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 28, 333–342.
- Guastella, A. J., Carson, D. S., Dadds, M. R., Mitchell, P. B., & Cox, R. E. (2009). Does oxytocin influence the early detection of angry and happy faces? *Psychoneuroendocrinology*, 34, 220–225.
- Guastella, A. J., Mitchell, P. B., & Dadds, M. R. (2008). Oxytocin increases gaze to the eye region of human faces. *Biological Psychiatry*, 63, 3–5.
- Guastella, A. J., Mitchell, P. B., & Mathews, F. (2008). Oxytocin enhances the encoding of positive social memories in humans. *Biological Psychiatry*, 64, 256–258.
- Halit, H., Csibra, G., Volein, A., & Johnson, M. H. (2004). Face-sensitive cortical processing in early infancy. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 45, 1228–1234.
- 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.
- Heinrichs, M., Baumgartner, T., Kirschbaum, C., & Ehlert, U. (2003). Social support and oxytocin interact to suppress cortisol and subjective responses to psychosocial stress. *Biological Psychiatry*, 54, 1389–1398.
- Heinrichs, M., Dawans, B., & Domes, G. (2009). Oxytocin, vasopressin, and human social behavior. *Frontiers in Neuroendocrinology*, 30, 548–557.
- Heinrichs, M., & Domes, G., (2008). Neuropeptides and social behaviour: effects of oxytocin and vasopressin in humans. *Progress in Brain Research*, 170, 337–350.
- Hess, U., Blairy, S., & Kleck, R. E. (2000). The influence of facial emotion displays, gender and

- ethnicity on judgments of dominance and affiliation. *Journal of Nonverbal Behavior*, *24*, 265–283.
- Hoffman, E., & Haxby, J. (2000). Distinct representations of eye gaze and identity in the distributed human neural system for face perception. *Nature Reviews Neuroscience*, *3*, 80–84.
- Holmes, A., Vuilleumier, P., & Eimer, M. (2003). The processing of emotional facial expression is gated by spatial attention: evidence from event-related brain potentials. *Cognitive Brain Research*, *16*, 174–184.
- Huber, D., Veinante, P., & Stoop, R. (2005). Vasopressin and oxytocin excite distinct neuronal populations in the central amygdala. *Science*, *308*, 245–248.
- Hughdal, K. (1995), *Psychophysiology: The mind-body perspective*. Cambridge: Harvard University Press.
- Inoue, T., Kimura, T., Azuma, C., Inazawas, J., Takemura, M., Kikuchi, T., Kubota, Y., Ogita, K., & Saji, F. (1994). Structural organization of the human oxytocin receptor gene. *The Journal of Biological Chemistry*, *269*, 32451–32456.
- Insel, T. R. (1997). A neurobiological basis of social attachment. *The American Journal of Psychiatry*, *154*, 726–735 .
- Insel, T. R., & Young, L. J. (2001). The neurobiology of attachment. *Nature Reviews Neuroscience*, *2*, 129–136.
- Izard, C., Fine, S., Schultz, D., Mostow, A., Ackerman, B., & Youngstrom, E. (2001). Emotion knowledge as a predictor of social behavior and academic competence in children at risk. *Psychological Science*, *12*, 18–23.
- Jasper, H. (1958). Report of the committee on methods of clinical examination in electroencephalography. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, *10*, 370–375.
- Kanwisher, N., McDermott, J., & Chun, M. M. (1997). The fusiform face area: a module in human extrastriate cortex specialized for face perception. *The Journal of Neuroscience*, *17*, 4302–4311.
- Kirsch, P., Esslinger, C., Chen, Q., Mier, D., Lis, S., Siddhanti, S., Gruppe, H., Mattay, V. S., Gallhofer, B., & Meyer-Lindenberg, A. (2005). Oxytocin modulates neural circuitry for social cognition and fear in humans. *The Journal of neuroscience*, *25*, 11489–11493.
- Knox, S. S., & Uvnas-Moberg, K. (1998). Social isolation and cardiovascular disease: An atherosclerotic pathway? *Psychoneuroendocrinology*, *23*, 877–890.
- Kosfeld, M., Heinrichs, M., Zak, P. J., Fischbacher, U., & Fehr, E. (2005). Oxytocin increases trust in humans. *Nature*, *435*, 673–676.
- Kramer, K. M., Cushing, B. S., Carter, C. S., Wu, J., & Ottinger, M. A. (2004). Sex and species

- differences in plasma oxytocin using an enzyme immunoassay. *Canadian Journal of Zoology*, 82, 1194-1200.
- Kääriäinen, H. (2002). *Sinun geenit ja minun. Perinnöllisyystietoa perhettä suunnitteleville*. Helsinki: WSOY.
- Landgraf, R., & Neumann, I. D. (2004). Vasopressin and oxytocin release within the brain a dynamic concept of multiple and variable modes of neuropeptide communication. *Frontiers in Neuroendocrinology*, 25, 150–176.
- LeDoux J. E. (1992). Brain mechanisms of emotion and emotional learning. *Current Opinion in Neurobiology*, 2, 191–197.
- LeDoux, J. (1996). *The Emotional Brain*. New York: Simon & Schuster.
- LeDoux, J. E. (2000). Emotion Circuits in the Brain. *Annual Review of Neuroscience*, 23, 155–184.
- Lee, H., Macbeth, A. H., Pagani, J. H., Young, W. S. (2009). Oxytocin: The great facilitator of life. *Progress in Neurobiology*, 88, 127–151.
- Leppänen, J. M. (2001). Ennustaako tunneilmaisujen tunnistamistarkkuus lasten sosiaalista kyvykkyyttä? *Psykologia*, 36, 429–438.
- Leppänen, J. M., & Hietanen J. K. (2004a). Kasvonilmeiden havaitseminen, emootio ja kognitio. *Psykologia*, 39, 8–18.
- Leppänen, J. M., & Hietanen, J. K. (2004b). Positive facial expressions are recognized faster than negative facial expressions, but why? *Psychological Research*, 69, 22–29.
- Leppänen, J. M., Kauppinen, P., Peltola, M. J., & Hietanen, J. K. (2007). Differential electrocortical responses to increasing intensities of fearful and happy emotional expressions. *Brain Research*, 1166, 103–109.
- Leppänen, J. M., Moulson, M. C., Vogel-Farley, V. K., & Nelson, C. A. (2007). An ERP study of emotional face processing in the adult and infant brain. *Child Development*, 78, 232–245.
- Levy, A. D., & Vandekaar, L. D. (1992). Endocrine and receptor pharmacology of serotonergic anxiolytics, antipsychotics and antidepressants. *Life Sciences*, 51, 83–94.
- Lucht, M. J., Barnow, S., Sonnenfeld, C., Rosenberger, A., Grabe, H. J., Schroeder, W., Völzke, H., Freyberger, H. J., Herrmann, F. H., Kroemer, H., & Roskopf, D. (2009). Associations between the oxytocin receptor gene (OXTR) and affect, loneliness and intelligence in normal subjects. *Progress in Neuro-psychopharmacology & Biological Psychiatry*, 33, 860–866.
- Marsh, A. A., Yu, H. H., Pine, D. S., & Blair, R. J. R. (2010). Oxytocin improves specific recognition of positive facial expressions. *Psychopharmacology*, 209, 225–232.
- McCown, W., Johnson, J., & Austin, S. (1986). Inability of delinquents to recognize facial affects. *Journal of Social Behavior and Personality*, 1, 489–496.

- Meadows, J. C. (1974). Anatomical basis of prosopagnosia. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 37, 489–501.
- Meyer-Lindenberg, A., Domes, G., Kirsch, P., & Heinrichs, M. (2011). Oxytocin and vasopressin in the human brain: social neuropeptides for translational medicine. *Nature Reviews Neuroscience*, 12, 524–538.
- Minnebusch, D. A., & Daum, I. (2009). Neuropsychological mechanisms of visual face and body perception. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 33, 1133–1144.
- Murray, L., & Cooper, P. (1997). *Postpartum Depression and Child Development*. New York: Guilford Press.
- Neumann, I. D. (2002). Involvement of the brain oxytocin system in stress coping: interactions with the hypothalamo-pituitary-adrenal axis. *Progress in Brain Research*, 139, 147–162.
- Nummenmaa, L. (2010). *Tunteiden psykologia*. Helsinki: Tammi.
- Ojemann, J. G., Ojemann, G. A., & Lettich, E. (1992). Neuronal activity related to faces and matching in human right nondominant temporal cortex. *Brain*, 115, 1–13.
- Olofsson, J. K., Nordin, S., Segueira, H., & Polich, J. (2008). Affective picture processing: An integrative review of ERP findings. *Biological Psychology*, 77, 247–265.
- Oosterhof, N. N., & Todorov, A. (2009). Shared perceptual basis of emotional expressions and trustworthiness impressions from faces. *Emotion*, 9, 128–133.
- Partanen, J., Falck, B., Hasan, J., Jääntti, V., Salmi, T., & Tolonen, U. (2006). *Kliininen neurofysiologia*. Helsinki: Duodecim.
- Porges, S. W. (2003). Social engagement and attachment. A phylogenetic perspective. *Annals of the New York Academy of Science*, 1008, 31–47.
- Portin, P. (2006). Ihmisten erilaisuuden geneettinen perusta. *Tieteessä tapahtuu*, 3, 23–27.
- Preston, S. D., & de Waal, F. B. M. (2002). Empathy: its ultimate and proximate bases. *Behavioral and Brain Sciences*, 25, 1–72.
- Proverbio, A. M., Brignone, V., Matarazzo, S., Del Zotto, M., & Zani, A. (2006). Gender and parental status affect the visual cortical response to infant facial expression. *Neuropsychologia*, 44, 2987–2999.
- Purhonen, M., Valkonen-Korhonen, M., & Lehtonen, J. (2008). The impact of stimulus type and early motherhood on attentional processing. *Developmental Psychobiology*, 50, 600–607.
- Repetti, R. L., Taylor, S. E., & Seeman, T. E. (2002). Risk families: family social environments and the mental and physical health of offspring. *Psychological Bulletin*, 128, 330–366.
- Riem, M. M. E., Bakermans-Kranenburg, M. J., Pieper, S., Tops, M., Boksem, M. A. S., Vermeiren, R. R. J. M., van Ijzendoorn, M. H., & Rombouts, S. A. R. B. (2011). Oxytocin modulates amygdala, insula, and inferior frontal gyrus responses to infant crying: A randomized

- controlled trial. *Biological Psychiatry*, *70*, 291–297.
- Riem, M. M. E., Pieper, S., Out, d., Bakermans-Kranenburg, M. J., & van Ijzendoorn, M. H. (2011). Oxytocin receptor gene and depressive symptoms associated with physiological reactivity to infant crying. *SCAN*, *6*, 294–300.
- Rodrigues, S. M., Saslow, L. R., Garcia, N., John, O. P., & Keltner, D. (2009). Oxytocin receptor genetic variation relates to empathy and stress reactivity in humans. *PNAS*, *106*, 21437–21441.
- Ross, H. E., & Young, L. J. (2009). Oxytocin and the neural mechanisms regulating social cognition and affiliative behavior. *Frontiers in Neuroendocrinology*, *30*, 534–547.
- Rossion, B., Delvenne, J., Debatisse, D., Goffaux, V., Bruyer, R., Crommelinck, M. ym. (1999). Spatio-temporal localization of the face inversion effect: An event-related potentials study. *Biological Psychology*, *50*, 173–189.
- Russell, J. A., & Fernandez-Dolz, J. M. (1997). What does a facial expression mean? Teoksessa Russell, J. A., & Fernandez-Dolz, J. M. (toim.), *The Psychology of Facial Expression*, (s. 3–30). Edinburgh: Cambridge.
- Saphire-Bernstein, S., Way, B. M., Kim, H. S., Sherman, D. K., & Taylor, S. E. (2011). Oxytocin receptor gene (OXTR) is related to psychological resources. *PNAS*, *108*, 15118–15122.
- Savaskan, E., Ehrhardt, R., Schulz, A., Walter, M., & Schächinger, H. (2008). Post-learning intranasal oxytocin modulates human memory for facial identity. *Psychoneuroendocrinology*, *33*, 368–374.
- Schulze, L., Lischke, A., Greif, J., Herpertz, S. C., Heinrichs, M., & Domes, G. (2011). Oxytocin increases recognition of masked emotional faces. *Psychoneuroendocrinology*, *36*, 1378 – 1382.
- Schupp, H. T., Junghofer, M., Weike, A. I., & Hamm, A. O. (2004). The selective processing of briefly presented affective pictures: An ERP analysis. *Psychophysiology*, *41*, 441–449.
- Schupp, H. T., Öhman, A., Junghöfer, M., Weike, A. I., Stockburger, J., & Hamm, A. O. (2004). The facilitated processing of threatening faces: an ERP analysis. *Emotion*, *4*, 189–200.
- Semlitsch, H. V., Anderer, P., Schuster, P. and Presslich, O. (1986). A Solution for Reliable and Valid Reduction of Ocular Artifacts, Applied to the P300 ERP. *Psychophysiology*, *23*, 695–703.
- Sprengelmeyer, R., & Jentzsch, I. (2006). Event related potentials and the perception of intensity in facial expressions. *Neuropsychologia*, *44*, 2899–2906.
- Stekelenburg, J. J., & de Gelder, B. (2004). The neural correlates of perceiving human bodies: An ERP study on the body-inversion effect. *Neuroreport*, *15*, 777–780.
- Tilastokeskus (2011). *Syntyneet 2010*.

- Todorov, A. (2008). Evaluating faces on trustworthiness: An extension of systems for recognition of emotions signaling approach/ avoidance behaviors. Teoksessa: A. Kingstone, & M. Miller (toim.), *The Year in Cognitive Neuroscience 2008, Annals of the New York Academy of Sciences, 1124*, 208–224.
- Tost, H., Kolachana, B., Hakimi, S., Lemaitre, H., Verchinski, B. A., Mattay, V. S., Weinberger, D. R., & Meyer-Lindenberg, A. (2010). A common allele in the oxytocin receptor gene (OXTR) impacts prosocial temperament and human hypothalamic-limbic structure and function. *PNAS, 107*, 13936–13941.
- Tottenham, N., Tanaka, J. W., Leon, A. C., McCarry, T., Nurse, M., Hare, T. A., Marcus, D. J., Westerlund, A., Casey, B. J., & Nelson, C. (2009). The NimStim set of facial expressions: Judgments from untrained research participants. *Psychiatry Research, 168*, 242–249.
- Ulmanen, I., Tenhunen, J., & Yläne, J. (2004). *Biologia: Geeni ja biotekniikka*. Helsinki: WSOY.
- Uvnas-Moberg, K. (1999). Oxytocin may mediate the benefits of positive social interaction and emotions. *Psychoneuroendocrinology, 23*, 819–835.
- Uvnas-Moberg, K., & Petersson, M., 2005. Oxytocin, a mediator of anti-stress, well-being, social interaction, growth and healing. *Zeitschrift für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie, 51*, 57–80.
- Vuilleumier, P. (2005). How brains beware: neural mechanisms of emotional attention. *Trends in Cognitive Sciences, 9*, 585–594.
- Vuilleumier, P., Armony, J. L., Driver, J., & Dolan, R.J. (2003). Distinct spatial frequency sensitivities for processing faces and emotional expressions. *Nature Neuroscience, 6*, 624–631.
- Vuilleumier, P., & Pourtois, G. (2007). Distributed and interactive brain mechanisms during emotion face perception: Evidence from functional neuroimaging. *Neuropsychologia, 45*, 174–194.
- Wiesenfeld, A. R., & Klorman, R. (1978). The mother's psychophysiological reactions to contrasting affective expressions by her own and an unfamiliar infant. *Developmental Psychology, 14*, 294–304.
- Williams, L. M., Liddell, B. J., Kemp, A. H., Bryant, R. A., Meares, R. A., & Peduto, A. S. (2006). Amygdala-prefrontal dissociation of subliminal and supraliminal fear. *Human Brain Mapping, 27*, 652–661.
- Williams, L. M., Palmer, D., Liddell, B. J., Song, L., & Gordon, E. (2006). The 'when' and 'where' of perceiving signals of threat versus non-threat. *Neuroimage, 31*, 458–467.
- Windle, R. J., Shanks, N., Lightman, S. L., & Ingram, C. D. (1997). Central oxytocin administration reduces stress-induced corticosterone release and anxiety behavior in rats. *Endocrinology*,

138, 2829–2834.

Wu, S., Jia, M., Ruan, Y., Liu, J., Guo, Y., Shuang, M., Gong, X., Zhang, Y., Yang, X., & Zhang, D., (2005). Positive association of the oxytocin receptor gene (OXTR) with autism in the chinese Han population. *Biological Psychiatry*, 58, 74–77.

Zak, P. J., Stanton, A. A., & Ahmadi, S. (2007). Oxytocin Increases Generosity in Humans. *PLoS ONE*, 11, 1–5.