

MIKSI EN KATSO SINUA SILMIIN?

Autististen pikkulasten fysiologiset lähestymis- ja välttämisreaktiot suoraan katseeseen

Jenni Lauttia

Psykologian pro gradu -tutkielma

Yhteiskunta- ja kulttuuritieteiden yksikkö

Tampereen yliopisto

Toukokuu 2016

TAMPEREEN YLIOPISTO

Yhteiskunta- ja kulttuuritieteiden yksikkö

LAUTTIA, JENNI: Miksi en katso sinua silmiin? Autististen pikkulasten fysiologiset lähestymis- ja välttämismotivaatiot suoraan katseeseen

Pro gradu -tutkielma, 38 s.

Ohjaajat: Anneli Kylliäinen ja Jukka Leppänen

Psykologia

Toukokuu 2016

Autismi on kehittyvän keskushermoston häiriö, jossa havaitaan puutteita sosiaalisessa vuorovaikutuksessa ja erityisesti katsekontaktin käytössä. Syitä katsekontaktin käytön vaikeuksille ei vielä täysin tunneta. On ehdotettu, että toisen henkilön suora katse ei olisi autistisille henkilöille niin motivoiva kohde suunnata huomiota kuin tavanomaisesti kehittyneille henkilöille. Oletus on saanut alustavaa tukea tutkimuksesta, jossa autistisilla kouluikäisillä lapsilla ei havaittu suoran katseen yhteydessä lähestymismotivaatioon viittaavaa, voimakkaampaa vasemmanpuoleista frontaalista aivoaktivaatiota. Tutkimalla jo kouluikään ehtineitä lapsia ei kuitenkaan saada tietoa lähestymis- ja välttämismotivaation kehityksestä ja merkityksestä autismin sosiaalisen vuorovaikutuksen taitojen kehittymisessä. Tässä tutkimuksessa haluttiin selvittää, millaista frontaalista asymmetriaa toisen henkilön suora katse saa aikaan kehityksen varhaisemmissa vaiheissa, alle kouluikäisillä 3–7 -vuotiailla lapsilla. Oletuksena oli, että autistisilla lapsilla ei havaittaisi suoran katseen yhteydessä lähestymismotivaatioon viittaavaa vasemmanpuoleista frontaaliasymmetriaa, kun taas tavanomaisesti kehittyneillä ja kehitysviiveisillä lapsilla näin oletetaan tapahtuvan.

Tutkimukseen osallistui 20 autistista lasta, 19 heihin kronologiselta iältään sovitettua tavanomaisesti kehittynyttä lasta sekä 17 autistisiin lapsiin kronologiselta iältään ja kehitystasoltaan sovitettua kehitysviiveistä lasta. Lasten aivosähkökäyrää (elektroenkefalografia, EEG) mitattiin, kun he katsoivat tietokoneen ruudulta kuvia suoraan ja alaspäin katsovista kasvoista. Kontrolliärsykkeinä käytettiin kuvia edestä ja takaa kuvatuista leluautoista. Koekierroksen aikana ärsykekuva oli ensin kaksi sekuntia paikallaan ja liikkui sen jälkeen kolme sekuntia tutkittavaa kohti. Koekierrokset jaettiin kuvien liikkeen mukaisesti kahteen analyysijaksoon. EEG:n alfaaajuisen aktiviteetin asymmetriarvot laskettiin jokaiselle ärsykeluokalle erikseen.

Tulokset olivat osin hypoteesien mukaisia. Päätuloksena oli, että autistiset lapset reagoivat suoraan katseeseen eri tavoin kuin tavanomaisesti kehittyneet ja kehitysviiveiset lapset. Toisen henkilön suora katse ei saanut autistisilla lapsilla aikaan lähestymismotivaatioon viittaavaa vasemmanpuoleista frontaaliaktivaatiota. Tavanomaisesti kehittyneillä lapsilla taas havaittiin, että suora katse aktivoi nimenomaan vasemmanpuoleisia frontaalialueita. Kehitysviiveisten lasten ryhmässä ei havaittu eroja reagoinnissa eri katsesuuntiin. Merkittävät erot eri katsesuuntiin reagoinnissa tulivat kuitenkin esille ainoastaan koekierrosten liikkeessä olevissa osioissa. Tulokset antavat viitteitä myös siitä, että toisen henkilön suora katse saa autistisilla lapsilla aikaan välttämismotivaatioon liitettyä oikeanpuoleista frontaaliaktivaatiota. Tämä välttämistäipumus on havaittavissa pienillä vahvasti autistisilla lapsilla jo varhain kehityksessä.

Asiasanat: autismi, frontaalinen asymmetria, lähestymismotivaatio, välttämismotivaatio, suora katse

Sisällysluettelo

1. JOHDANTO	1
1.1. Autistinen kehityshäiriö	2
1.2. Katsekontaktin puutteellinen käyttö autismissa	4
1.3. Suora katse osana sosiaalista tiedonkäsittelyä.....	6
1.4. Katsekontaktin vaikeuksien tausta	7
1.5. Frontaalinen alfa-asymmetria, lähestymis-välttämismotivaatio ja niiden yhteys eri katesuuntiin.....	9
1.6. Tutkimuskysymykset ja hypoteesit	11
2. METODIT	12
2.1. Tutkimuslapset	13
2.2. Ärsykkeet ja kokeen kulku	15
2.3. EEG:n mittaaminen	18
2.4. Aineiston käsittely.....	18
2.5. Tilastolliset analyysit.....	21
3. TULOKSET.....	21
4. POHDINTA	24
4.1. Suoran katseen merkitys lähestymis- ja välttämisreaktioihin	25
4.2. Kohti liikkuvan ärsykkeen merkitys lähestymis- ja välttämisreaktioihin	27
4.3. Tutkimuksen rajoitukset ja jatkotutkimuksen tarve	28
4.4. Johtopäätökset	29
LÄHTEET	31

1. JOHDANTO

Autismi on kehittyvän keskushermoston häiriö, jossa ilmenee vaikeuksia erityisesti sosiaalisessa vuorovaikutuksessa. Yksi sosiaalisen vuorovaikutuksen merkittävä poikkeavuus autismissa on, että autistinen lapsi katsoo toisen henkilön silmiin vähemmän kuin tavanomaisesti kehittynyt lapsi (ks. esim. katsaus Senju & Johnson, 2009). Kahden ihmisen välisellä katsekontaktilla on merkittävä vaikutus vuorovaikutuksen laatuun ja motivaatioon lähestyä tai välttää toista henkilöä (Kleinke, 1986). Autistisilla lapsilla katsekontaktin on havaittu aiheuttavan voimistunutta autonomisen hermoston reagoitua, joka ilmeisesti koetaan epämiellyttävänä ja saattaa siten johtaa jopa katsekontaktin välttelyyn (esim. Kylliäinen & Hietanen, 2006). Toisaalta syynä vähäiseen katsekontaktiin voi olla myös se, etteivät autistiset lapset koe toisen ihmisen katsetta sosiaalisesti niin merkittävänä ärsykkeenä, että kiinnittäisivät siihen huomiota samassa määrin kuin tavanomaisesti kehittyneet henkilöt (Dawson, Webb, & McPartland, 2005). Vähäinen huomion kiinnittäminen silmiin voisi taas edelleen olla osallisena siihen, etteivät sosiaalisia ärsykejä (kuten katsetta ja kasvoja) käsittelevät aivojen alueet kehittyisi normaalisti (Dawson ym., 2005).

Tavanomaisesti kehittyneillä lapsilla ja aikuisilla on havaittu (Hietanen, Leppänen, Peltola, Linna-aho, & Ruuhiala, 2008; Kylliäinen ym., 2012; Pönkänen, Peltola, & Hietanen, 2011) toisen henkilön suoran katseen saavan vasemman aivopuoliskon frontaalilla alueella aikaan voimakkaampaa aktivaatiota kuin oikeanpuoleisilla frontaalialueilla, mikä on useissa tutkimuksissa liitetty neuraaliseen lähestymiskäyttäytymiseen ja -motivaatioon (Davidson, 2004; Harmon-Jones, 2004). Autistisilla kouluikäisillä (10–14 -vuotiailla) lapsilla sen sijaan ei ole havaittu samanlaista lähestymismotivaatioon viittaavaa vasemmanpuoleista asymmetriaa suoran katseen yhteydessä (Kylliäinen ym., 2012). Tämän tutkimuksen tarkoituksena onkin selvittää, onko toisen henkilön suora katse eri tavoin yhteydessä frontaalisten aivoalueiden asymmetriaan myös kehityksen varhaisemmassa vaiheessa autistisilla, kehitysviiveisillä ja tavanomaisesti kehittyneillä lapsilla. Tutkimalla pieniä, alle kouluikäisiä lapsia saadaan tietoa lähestymis- ja välttämismotivaation kehityksellisyydestä, mikä edelleen voi tulevaisuudessa auttaa esimerkiksi autististen lasten varhaiskuntoutuksen suunnittelussa ja kuntoutuksen vaikuttavuuden arvioinnissa.

1.1. Autistinen kehityshäiriö

Autismi on neurobiologinen keskushermoston kehityshäiriö, joka diagnosoidaan käyttäytymisen perusteella. Nykyisin Suomessa käytössä olevan tautiluokituksen (ICD-10, World Health Organization, 1992) mukaan autismi kuuluu laaja-alaisiin kehityshäiriöihin (F 84). Autistinen käyttäytyminen vaihtelee vaikeusasteeltaan. Vaikein autistisen käyttäytymisen muoto on varhaislapsuuden autismi, jonka diagnostisiin kriteereihin kuuluu huomattavan autistisen käyttäytymisen lisäksi puheenkehityksen viivästymä sekä kehityksellisten vaikeuksien ilmeneminen jo ennen kolmatta ikävuotta (WHO, 1992). Aspergerin oireyhtymä on lievempi autismin muoto, johon ei kuulu varhaislapsuuden autismille tyypillisiä puheen kehityksen tai merkittävää älyllisten taitojen viivästymää (WHO, 1992). Epätyypillinen autismi -diagnoosiin päädytään silloin, kun autistinen käyttäytyminen on selkeästi havaittavissa, mutta jokin yksittäinen varhaislapsuuden autismin diagnostinen kriteeri ei täyty (WHO, 1992).

Uusimmassa tautiluokituksessa (DSM-5, American Psychiatric Association, 2013) otettiin käyttöön niin sanottu jatkumomalli, jossa useista eri diagnoosinimikkeistä on luovuttu, ja tilalle on otettu yksi nimike, autismikirjon häiriö, kuvaamaan yhteisesti kaikkia aiemmassa tautiluokituksessa erillisinä esiintyneitä oirekuvia. Autismi nähdään siis DSM-5:ssa osana jatkumoa, jossa autistisen käyttäytymisen määrä vaihtelee, ja jossa henkilö tarvitsee autistisen käyttäytymisen vaikeusasteen (sekä sosiaalisen kommunikaation ongelmien että toistavien käytösmallien) perusteella eri määrän apua ja tukea päivittäisissä toiminnoissaan. Tässä tutkimuksessa käytetään kuitenkin käsitettä ”autismi” viittaamaan Suomessa vielä käytössä olevaan ICD-10:n (WHO, 1992) mukaiseen oireluokitukseen, jossa autismi nähdään muista laajoista kehityshäiriöistä erillisenä oireyhtymänä.

Autismissa ilmenee vaikeuksia sosiaalisessa vuorovaikutuksessa ja kielellisessä ja ei-kielellisessä kommunikaatiossa sekä esiintyy käyttäytymisessä toistavia, kaavamaisia toimintamalleja (WHO, 1992). Katsekontaktin, ilmeiden ja eleiden käyttö on puutteellista ja tarkkaavuuden suuntaaminen samaan kohteeseen toisen henkilön kanssa eli jaettu tarkkaavuus on vähäistä tai puuttuu kokonaan (WHO, 1992). Vauvaiässä autistisilla lapsilla ei välttämättä esiinny jokeltelua, ja kehityksen edetessä puhuttu kieli puuttuu joko kokonaan tai on poikkeavaa. Kiinnostuksen kohteet ovat usein kapea-alaisia: henkilö saattaa esimerkiksi muistaa yksityiskohtaisesti säätiedotuksia tai junien aikatauluja. Autistisille henkilöille on lisäksi tärkeää, että toiminnassa säilyvät tietyt rutiinit (van Engeland & Buitelaar, 2008). Autismiin liittyy usein myös erilaisia pelkoja, uni- ja syömishäiriöitä, aggressiivisuutta ja itsensä vahingoittamista.

Autismin etiologia on monimutkainen ja heterogeeninen, eikä häiriön tarkasta syntyperästä ole yksimielistä varmuutta. Tutkimusten mukaan geneeillä on merkittävä osuus, ja autismi onkin vahvasti perinnöllinen häiriö (Parellada ym., 2014). Myös ympäristötekijöillä (kuten raskauden-aikaisilla tekijöillä) on vaikutusta häiriön syntyyn erityisesti silloin, jos ympäristön riskitekijät esiintyvät yhdessä geneettisen alttiuden kanssa (Parellada ym., 2014). Autismi on noin kolme-neljä kertaa yleisempää pojilla kuin tytöillä (APA, 2013), ja sen esiintyvyydeksi on viimeisimmissä tutkimuksissa arvioitu noin 0,2 % väestöstä (Fombonne, 2009).

Autismi on elinikäinen häiriö, jonka luonteenomaiset piirteet ovat yksilöllisiä ja muuttavat muotoaan lapsen kasvaessa ja kehittyessä. Autismi diagnosoidaan yleisimmin lapsen ollessa 3–4 -vuotias, joskin esimerkiksi poikkeavuudet sosiaalisessa vuorovaikutuksessa ovat usein havaittavissa jo ensimmäisen vuoden aikana (Baird ym., 2001). Autistista käyttäytymistä voi esiintyä päättelytaidoiltaan kaiken tasoilla henkilöillä. Noin 40 %:lla autistisista lapsista todetaan kuitenkin merkittävä älyllinen kehitysvammaisuus (van Engeland & Buitelaar, 2008). Älyllisen kehitysvammaisuuden lisäksi muita yleisiä rinnakkaisdiagnooseja ovat esimerkiksi tarkkaavaisuushäiriö (ADD/ADHD), eristeiset oppimisvaikeudet, epilepsia ja psykiatriset häiriöt, kuten ahdistuneisuus ja masennus (Levy, Mandell, & Schultz, 2009; Mattila ym., 2010).

Vaikka autismiin ei ole parantavaa hoitoa, kuntouttavilla toimenpiteillä voidaan vaikuttaa autistisen henkilön toimintakykyyn. Autismin kuntouttamisen kannalta on toivottavaa, että autistinen käyttäytyminen tunnistettaisiin mahdollisimman varhain ja siten myös kuntoutus voitaisiin aloittaa jo varhaisessa vaiheessa (ks. esim. Corsello, 2005). Kuntoutuksessa keskeistä on sosiaalisen vuorovaikutuksen tukeminen. Katsekontaktin käytön harjoittaminen on kuntoutuksessa yleensä osana laajempaa sosiaalisen vuorovaikutuksen kuntoutusta. Kuntoutus perustuu yksilölliseen kuntoutussuunnitelmaan, jota toteutetaan käytössä olevien resurssien mukaisesti yhdessä perheen ja päiväkodin tai koulun sekä terapeuttien kanssa. Ohjelmaan voi kuulua erilaisia yksilö- ja ryhmämuotoisia terapioita (esim. puhe-, toiminta- tai musiikkiterapiaa), ja usein autistisilla lapsilla on myös päiväkodissa ja koulussa henkilökohtainen avustaja (Koskentausta, Sauna-Aho, & Varkila-Saukkola, 2013). Yhteistyö eri kuntouttavien tahojen välillä on välttämätöntä, jotta kuntoutus olisi mahdollisimman kokonaisvaltaista ja sitä voisi harjoittaa yksittäisten terapiakäyntien lisäksi myös esimerkiksi kotona tai päiväkodissa. Lapsen vanhemmat ovat myös merkittävässä roolissa erityisesti autistisen lapsen varhaiskuntoutuksessa (Green ym., 2010).

1.2. Katsekontaktin puutteellinen käyttö autismissa

Kahden ihmisen välinen katsekontakti on merkittävä osa sosiaalista vuorovaikutusta. Katseen avulla voi esimerkiksi viestiä omista mielenkiinnon kohteistaan ja vaikuttaa vuorovaikutuksen laatuun sekä läheisyyden ja kontrollin tunteeseen (Kleinke, 1986). Jo muutaman päivän ikäiset vauvat katselevat mielellään kasvojen kaltaisia ärsykeitä (esim. Farroni, Csibra, Simon, & Johnson, 2002). Vastasyntyneiden vauvojen on myös havaittu katselevan kauemmin kuvia kasvoista, joissa silmät ovat auki, verrattuna siihen, että silmät kuvissa ovat kiinni (Batki, Baron-Cohen, Wheelwright, Connellan, & Ahluwalia, 2000). Muutaman päivän ikäiset vauvat myös katsovat mielummin ja suuntaavat tarkkaavuutensa useammin kasvokuvaan, joissa henkilöllä on suora katse vauvaa kohden, verrattuna kuvaan, joissa henkilöllä on sivulle suunnattu katse (Farroni ym., 2002; Farroni, Menon, & Johnson, 2006). Näyttää siis siltä, että ihmiset ovat jo syntyessään valmiita suuntaamaan huomionsa toisen henkilön katseeseen, ja erityisesti katsekontakti toisen henkilön kanssa kiinnostaa.

Puutteet katsekontaktissa ovat usein varhaisimpia oireita, jotka herättävät autististen lasten vanhempien huolen, että kaikki ei ole heidän lapsensa kehityksessä kohdallaan. Vanhempien on vaikea tavoittaa lapsensa katsekontaktiin, ja lapsi myös itse ottaa katsekontaktia harvoin. Tutkimusnäyttöä vanhempien havainnolle on saatu tutkimalla myöhemmin autistisiksi diagnosoiduista lapsista kuvattuja kotivideoita. Näissä tutkimuksissa on havaittu, että epätyypillistä katsekäyttäytymistä esiintyy jo ensimmäisen elinvuoden aikana (Baranek, 1999; Maestro ym., 2005; Osterling & Dawson, 1994; Osterling, Dawson, & Munson, 2002; Werner, Dawson, Munson, & Osterling, 2005). Osterling ja Dawson (1994) tutkivat lasten yksivuotissyntymäpäivillä kuvattuja kotivideoita, ja havaitsivat, että lasten katsekäyttäytymisen avulla voidaan ennustaa autismin myöhempi puhkeaminen. Se, kuinka usein lapsi katsoi yksivuotiaana muiden kasvoja, oli paras yksittäinen autismin ennustaja. Kun analyyseissa huomioitiin lisäksi näyttämisen ja osoittamisen määrät sekä vaikeudet reagoida omaan nimeen, saatiin 91 % lapsista tunnistettua oikein autistisiksi. Sen lisäksi, että autistiset lapset voidaan tunnistaa aikaisin, heidät voidaan myös jo yksivuotiaana erottaa kehitysviiveisistä ja tavanomaisesti kehittyvistä lapsista muiden henkilöiden suuntaan katsomisen ja omaan nimeen reagoimisen perusteella (Osterling ym., 2002).

Vähäinen kasvoihin ja silmiin suuntautuminen on todettu yhdeksi merkittäväksi autismin ennustetekijäksi myös tutkimalla autististen lasten pikkusisaruksia, joilla on korostunut riski kehittyä autistisiksi. Zwaigenbaum ym. (2005) esimerkiksi havaitsivat, että autististen lasten pikkusisarukset, jotka saivat myöhemmin autismediagnoosin, voitiin jo 12 kuukauden ikäisinä erottaa muista

sisaruksista sekä alhaisen riskin omaavista kontrollilapsista muun muassa epätyypillisen katsekontaktin perusteella. Autististen lasten pikkusisaruksilla, joilla diagnosoidaan autismi myöhemmin, on tutkimuksissa havaittu myös selkeää toisten ihmisten silmiin katsomisen vähenemistä 2–6 kuukauden iässä verrattuna vertailuryhmän lapsiin, joilla vastaavaa efektiä ei ollut havaittavissa (Klin & Jones, 2013). Näin ollen tulokset tukevat käsitystä, jonka mukaan poikkeava toisen henkilön kasvoihin ja katseeseen reagoiminen olisi yksi varhaisimmista autismitietämisen häiriötä ennakoivista tekijöistä.

Silmänliikekameraa apuna käyttäen on tutkittu, mihin autistinen henkilö katsoo kasvoja ja muita henkilöitä katsellessaan. Jones, Carr ja Klin (2008) esimerkiksi näyttivät leikki-ikäisille lapsille videoita ja tutkivat, kiinnittävätkö lapset katseensa videolla esiintyvän henkilön silmiin, suuhun, vartaloon vai videolla esiintyviin esineisiin. Tutkimuksessa havaittiin, että autistiset lapset kiinnittävät katseensa silmiin vähemmän kuin tavanomaisesti kehittyneet tai kehitysviiveiset lapset. Lisäksi huomattiin, että autistiset lapset katsoivat merkitsevästi enemmän henkilön suun alueelle kuin muiden ryhmien lapset (Jones ym., 2008). Vähäisemmän silmiin katsomisen havaittiin autistisilla lapsilla myös olevan yhteydessä suurempaan sosiaalisen vuorovaikutuksen puutteisiin (Jones ym., 2008). Klin, Jones, Schultz, Volkmar, & Cohen (2002) huomasivat, että myös autistisilla ja tavanomaisesti kehittyneillä nuorilla katseen kohdistaminen silmiin oli paras ennustaja ryhmän suhteen: autistiset nuoret kiinnittivät huomionsa silmien alueeseen kaksi kertaa vähemmän kuin vertailuryhmän nuoret katsellessaan elokuvaa.

On myös tutkimuksia, joiden mukaan autistiset henkilöt eivät eroa tavanomaisesti kehittyneistä henkilöistä kasvokuvien katsomisen suhteen (Gillespie-Smith, Riby, Hancock, & Doherty-Sneddon, 2014; van der Geest, Kemner, Verbaten, & van Engeland, 2002). Falck-Ytterin ja von Hofstenin (2011) mukaan esimerkiksi lasten huomion kiinnittyminen enemmän suun kuin silmien alueelle kuvastaa normatiivista kielenkehityksen vaihetta, eikä olisi siten ainoastaan autistisiin lapsiin liitettävä erityisominaisuus. Senjun (2013) mukaan eriävät tutkimustulokset voisivat osittain johtua siitä, että autistiset henkilöt eivät spontaanisti kiinnitä niin paljon huomiota sosiaalisiin ärsykkeisiin (kuten kasvoihin ja silmiin), mutta pyydettyä ja tehtäviä tehdessään he eivät kuitenkaan eroa tavanomaisesti kehittyneistä henkilöistä kasvojen eri osiin katsomisen suhteen.

1.3. Suora katse osana sosiaalista tiedonkäsittelyä

Toisen henkilön katseen suunnalla, ja erityisesti suoraan havainnoitsijaa kohti suunnatulla katseella, on erityinen merkitys sosiaalisessa tiedonkäsittelyssä. Useissa tutkimuksissa on havaittu, että toisen henkilön suoralla katseella on monessa suhteessa sosiaalista tiedonkäsittelyä tehostava vaikutus tavanomaisesti kehittyneillä lapsilla ja aikuisilla. Hood, Macrae, Cole-Davies ja Dias (2003) esimerkiksi havaitsivat, että suora katse helpottaa kasvojen tunnistamista ja mieleenpalauttamista verrattuna sivulle suunnattuun katseeseen sekä aikuisilla että lapsilla. Myös sukupuolen tunnistuksen on havaittu tehostuvan suoran katseen yhteydessä (Macrae, Hood, Milne, Rowe, & Mason, 2002; Pellicano & Macrae, 2009). Suoran katseen on aikuisilla myös havaittu kiinnostavan tarkkaavuuden tehokkaammin kuin sivulle suunnattu katse tai suljetut silmät (Senju & Hasegawa, 2005).

Autistisilla henkilöillä ei sen sijaan ole havaittu suoran katseen sosiaalista tiedonkäsittelyä tehostavaa vaikutusta. Pellicano ja Macrae (2009) esimerkiksi havaitsivat, että toisen henkilön suora katse nopeuttaa sukupuolen tunnistusta tavanomaisesti kehittyneillä, mutta ei autistisilla lapsilla. Senjun, Yaguchin, Tojon ja Hasegawan (2003) tutkimuksessa tavanomaisesti kehittyneet lapset tunnistivat suoran katseen paremmin kuin sivulle suunnatun, mutta autistisilla lapsilla ei havaittu eroja tunnistuksessa suoran ja sivulle suunnatun katseen välillä. Tavanomaisesti kehittyneiden lasten muistisuoriutumisen on myös havaittu paranevan toisen henkilön katsoessa heitä kohti, kun taas autistisilla lapsilla vastaavaa efektiä ei ole ollut havaittavissa (Falck-Ytter, Carlström, & Johansson, 2015). Suoran katseen prosessointivaikeudet eivät ole rajoittuneet vain behavioraaliin löydöksiin, vaan autistisilla lapsilla on myös todettu poikkeavia neuraalisia vasteita suoraan katseeseen mitattuna aivojen sähkötoiminnassa (Senju, Tojo, Yaguchi, & Hasegawa, 2005) ja sähkömagneettisessa toiminnassa (Kylliäinen, Braeutigam, Hietanen, Swithenby, & Bailey, 2006).

Kaikissa tutkimuksissa ei ole kuitenkaan tullut esille eroja autististen ja tavanomaisesti kehittyneiden lasten toisen henkilön suoran katseen havainnoinnissa. Autististen ja tavanomaisesti kehittyneiden lasten ja nuorten on yhtäläillä huomattu katsovan kasvokuvien silmien aluetta kauemmin silloin, kun kuvissa esiintyy suora katse verrattuna tilanteeseen, jossa kuvassa on sivulle suunnattu katse tai silmät kiinni (Louwerse ym., 2013). Sekä autistiset että tavanomaisesti kehittyneet lapset ovat myös useissa tutkimuksissa tunnistaneet suoran katseen nopeammin kuin sivulle suunnatun katseen (ks. esim. Senju, Hasegawa, & Tojo, 2005; Senju, Kikuchi, Hasegawa, Tojo, & Osanai, 2008).

Erot tutkimusten osittain ristiriitaisissa tuloksissa voivat selittyä esimerkiksi metodologisilla eroilla ärsykkeiden esittämistavoissa. Senjun ym. (2003) tutkimuksessa lapsille esitettiin kasvokuvia erilaisista katsetilanteista yksitellen, ja lasten tuli nappia painamalla erotella usein esiintyvä alaspäin suunnattu katse (nk. kontrollitilanne) harvemmin esiintyvistä suoraan tai sivulle suunnatuista katseista (nk. ärsyketilanteet) tehtäväsarjasta riippuen. Autististen lasten vertailuryhmää huonompi suoriutuminen tehtävässä voi selittyä sillä, että tehtävän suorittaminen vaatii tulkintaa katseen suunnasta. Senjun, Hasegawan ym. (2005) ja Senjun ym. (2008) tutkimuksissa taas lasten tuli etsiä kohdeärsykettä (joko suoraa tai sivulle suunnattua katsetta) kahdeksan muun silmä- tai kasvokuvan joukosta eikä näissä tutkimuksissa tullut eroja eri lapsiryhmien välille. Näin ollen tutkimuksissa, joissa sekä autististen että tavanomaisesti kehittyneiden lasten on havaittu tunnistavan suora katse nopeammin kuin sivulle suunnattu katse, koehenkilöiden on siis täytynyt ainoastaan visuaalisesti erottaa erilainen katseärsyke usean eri kuvan joukosta, eikä tulkintaa katseen suunnasta sinällään ole tarvinnut tehdä. Epäselväksi kuitenkin edelleen jää, mitkä tekijät selittävät autistisilla henkilöillä monissa tutkimuksissa havaittuja poikkeavuuksia katsekontaktin prosessoinnissa.

1.4. Katsekontaktin vaikeuksien tausta

Tutkimusten pohjalta on esitetty erilaisia oletuksia siitä, miksi autistisilla henkilöillä esiintyy taipumusta välttää katsekontaktia, ja mikä selittäisi tavanomaisesta kehityksestä poikkeavia eroavaisuuksia suoran katseen prosessoinnissa osana sosiaalista tiedonkäsittelyä (Dawson ym., 2005; katsaus Senju & Johnson, 2009). Yksi pitkään esillä ollut oletamus on, että katsekontakti aiheuttaa autistisilla lapsilla voimistunutta autonomisen hermoston reagointia, mikä voisi johtaa itse katsekontaktin kokemiseen epämiellyttävänä (Hutt & Ounsted, 1966). Tämän niin kutsutun ylivilirittyneisyysmallin (vrt. Senju & Johnson, 2009) mukaan katsekontaktin välttäminen toimisi siten adaptiivisena keinona suojautua epämiellyttävältä ylivilirittyneisyydeltä. Tutkimusnäyttöä tälle olettamukselle on saatu tutkimuksissa, joissa autististen lasten ja nuorten autonomisen hermoston on havaittu reagoivan ihon sähkönjohtavuudella mitattuna voimakkaammin suoraan kuin sivulle suunnattuun katseeseen (Kylliäinen & Hietanen, 2006; Stagg, Davis, & Heaton, 2013) tai suljettuihin silmiin (Kylliäinen ym., 2012; Stagg ym., 2013). Ihon sähkönjohtavuuden on myös havaittu olevan autistisilla henkilöillä sitä voimakkaampaa, mitä korostuneemmin kasvoärsykkeiden suoraan kohti katsovat silmät ovat olleet auki (Kylliäinen ym., 2012). Osassa tutkimuksista ei ole löytynyt eroja eri

katsetilanteiden välillä, vaikkakin voimistuneet reaktiot suoraan katseeseen ovat olleet yhteydessä sosiaalisiin taitoihin (Kaartinen ym., 2012) tai erityisesti kasvojen tunnistustaitoihin (Joseph, Ehrman, McNally, & Keehn, 2008) autististen lasten ryhmässä. Näissä aiemmissa tutkimuksissa tavanomaisesti kehittyneillä lapsilla ei ole havaittu eroja ihon sähkönjohtavuudessa suhteessa eri katsesuuntiin, mikä tukee teoriaa nimenomaan autististen lasten poikkeavasta reagoinnista eri katsesuuntiin.

Ihon sähkönjohtavuuden lisäksi autonomisen hermoston reaktioita voidaan tutkia myös esimerkiksi mittaamalla pupillin dilataatiota eli laajentumista. Nusken, Vivantin ja Dissanayaken (2015) tutkimuksessa 2–5 -vuotiaat autistiset ja tavanomaisesti kehittyneet lapset eivät eronneet toisistaan reagoinnissa suoraan ja sivulle suunnattuun katseeseen, kun mittarina käytettiin pupillin dilataatiota. Tutkijoiden mukaan autistisiin henkilöihin liitetty hypoteesi autonomisen hermoston voimakkaasta aktivoitumisesta toisen henkilön suoran katseen yhteydessä ei siis saanut tukea, kun tutkittavina olivat pienet, alle kouluikäiset autistiset lapset. Autonomisen hermoston aktivaation mittaaminen ihon sähkönjohtavuudella tai pupillin dilataatiolla ei kuitenkaan kerro siitä, onko reaktio katseeseen valenssiltaan negatiivinen vai positiivinen, vaan ainoastaan reaktion voimakkuudesta.

Kysymykseen, aiheuttaako katsekontakti negatiivista vai positiivista reagointia autistisilla henkilöillä, on koettanut vastata niin kutsuttu motivaatiomalli, jonka mukaan katsekontakti ei olisi autistisille lapsille ja aikuisille sosiaalisesti niin motivoiva ärsyke kuin tavanomaisesti kehittyneille henkilöille (Dawson ym., 2005). Autistiset henkilöt eivät tämän mallin mukaan aktiivisesti välttelisi katsekontaktia, vaan eivät vain kiinnittäisi siihen niin paljon huomiota kuin tavanomaisesti kehittyneet henkilöt. Tämä saattaisi edelleen johtaa siihen, etteivät sosiaalisten ärsykkeiden (kuten toisen henkilön katseen) käsittelyyn erikoistuvat aivoalueet kehittyisi autistisilla henkilöillä normaalilla tavalla (Dawson ym., 2005). Tälle mallille on esitetty alustavaa kokeellista näyttöä tutkimalla lähestymis- ja välttämiskäyttäytymiseen liitettyjä neuraalisia vasteita eli aivojen etuotsalohkojen sähköisen aktivaation jakautumista vasemman ja oikean aivopuoliskon välillä. Autistisilla kouluikäisillä lapsilla ei havaittu lähestymiskäyttäytymiseen liitettyä neuraalista aktivaatiota toisen henkilön suoraan katseeseen kuten tavanomaisesti kehittyneillä lapsilla sen sijaan havaittiin (Kylliäinen ym., 2012).

1.5. Frontaalinen alfa-asymmetria, lähestymis-välttämismotivaatio ja niiden yhteys eri katsesuuntiin

Neuraalisen tason lähestymis-välttämiskäyttäytymistä on perinteisesti tutkittu aivojen sähköistä toimintaa mittaavan elektroenkefalografian (EEG) avulla (Davidson, 2004). Tutkimuksissa on tarkasteltu EEG-signaalin alfataajuisen aktiviteetin (alle kouluikäisillä lapsilla noin 6–10 Hz) määrän suhteellista jakautumista oikean ja vasemman etuotsalohkon välillä eli lyhyesti frontaaliasymmetrian yhteyttä tunteisiin ja motivaatioon. Alfa-aktiviteetti on käänteisesti yhteydessä aivotoimintaan, eli alfataajuisen aktiviteetin vähentyessä paikallinen kortikaalinen aktivaatio lisääntyy (ks. esim. Allen, Coan, & Nazarian, 2004).

Niin kutsutun valenssiteorian mukaan vasemmalle puolelle painottuva frontaaliaktivaatio, joka näkyy alfa-taajuisen aktiviteetin vaimenemisena vasemmanpuoleisilla etuotsalohkoalueilla, liittyy positiivisiin ja miellyttäviin tunteisiin, kun taas voimakkaampi aktivaatio oikeanpuoleisilla etuotsalohkoalueilla liittyy negatiivisiin ja epämiellyttäviin tunteisiin (Davidson, 2004; Harmon-Jones, 2004). Jo varhaisimmissa tutkimuksissaan Davidson ja Fox (1982) havaitsivat 10 kuukauden ikäisillä vauvoilla voimakkaampaa oikeanpuoleista aktivaatiota heidän katsoessaan videota surullisesta ihmisestä. Iloisen ihmisen näkeminen taas sai vauvoilla aikaan voimistunutta aktivaatiota vasemmanpuoleisilla frontaalialueilla, minkä ajateltiin olevan seurausta ilon aikaansaamasta positiivisesta tunnekokemuksesta (Davidson & Fox, 1982). Valenssiteoria ei kuitenkaan yksinään ole riittävä selittämään asymmetria-eroja, sillä esimerkiksi vihan tunteiden on havaittu aiheuttavan voimakkaampaa vasemmalle puolelle painottuvaa (ja siten lähestymismotivaatioon viittaavaa) aktivaatiota, vaikka yleisesti vihan tunteiden ajatellaan olevan negatiivisia valenssiltaan (Harmon-Jones, 2004; Harmon-Jones & Allen, 1998).

Kattavamman selityksen frontaaliselle asymmetriaerolle on antanut niin kutsuttu lähestymis-välttämismotivaatioteoria, jonka mukaan frontaaliasymmetria on tunteen positiivisuuden tai negatiivisuuden sijaan yhteydessä tunteen aiheuttamaan haluun lähestyä tai välttää (Davidson, 2004; Harmon-Jones, 2004). Voimakkaampi frontaaliaktivaatio vasemmalla puolella liittyy teorian mukaan lähestymismotivaatioon, kun taas voimakkaampi oikeanpuoleinen frontaaliaktivaatio viittaa välttämismotivaatioon. Teorian mukaan lähestymismotivaatiota saisi miellyttävän kohteen lisäksi aikaan myös vihan tunteet, joiden avulla pyritään poistamaan uhkia niitä lähestymällä (Harmon-Jones, 2004).

Frontaalista alfataajuista aktiviteettia voidaan mitata perustasolla (baseline/resting state) tai reaktioina erilaisiin ärsykkeisiin tai tehtäviin (response-based). Frontaalisen alfa-asyymetrian perustasolla tarkoitetaan alfataajuisten aktiviteetin määrän jakautumista oikean ja vasemman etuavopuoliskon välillä silloin, kun henkilö on levollisessa, rentoutuneessa tilassa eikä suorita mitään tehtävää. Lasten ja nuorten perustasoa mitattaessa tutkittavia on useimmiten pyydetty pitämään silmiä vuorotellen auki ja kiinni (esim. Burnette ym., 2011; Sutton ym., 2005) tai katsomaan esimerkiksi saippuakuplien puhaltamista (Dawson, Klinger, Panagiotides, Lewy, & Castelloe, 1995; Stroganova ym., 2007; Tierney, Gabard-Durnam, Vogel-Farley, Tager-Flusberg, & Nelson, 2012). Alfa-asyymetriaa reaktiona eri ärsykkeisiin saadaan mitattua esimerkiksi tehtävien teon aikana tai näyttämällä koehenkilöille erilaisia ärsykejä. Autistisilla lapsilla ja nuorilla frontaalisen alfa-asyymetrian tutkiminen on tähän mennessä keskittynyt lähinnä perustason mittaamiseen, eikä aktivaatiosta reaktioina erilaisiin ärsykkeisiin ole vielä juurikaan tutkimusta.

Tutkittaessa frontaalisen asyymetrian perustasoa lapsilla, joilla on joko alhainen tai korkea perinnöllinen riski autismiin, on havaittu, että etuavopuoliskojen aktivoituminen on erilaista riippuen autismiriskistä. Gabard-Durnam, Tierney, Vogel-Farley, Tager-Flusberg ja Nelson (2015) havaitsivat, että kuuden kuukauden ikäisillä lapsilla oli erilaista asyymetriaa siten, että alhaisen riskin lapsilla esiintyi voimakkaampaa oikeanpuoleista aktivaatiota, kun taas korkean riskin lapsilla asyymetria oli painottunut vasemmalle puolelle. Frontaalinen asyymetria myös kehittyi 12 kuukauden seurannassa ryhmissä eri suuntiin: alhaisen riskin lapsilla oikealta vasemmalle ja korkean riskin lapsilla vasemmalta oikealle. Tierney ja kumppanit (2012) havaitsivat myös, että korkean autismiriskin lapsilla alfa-aktiviteetin perustaso on matalampi kuin lapsilla, joilla on alhainen riski kehittyä autistisiksi. Näin ollen näiden tutkimusten perusteella myöhemmin mahdollisesti autistisiksi diagnosoitavat lapset voitaisiin jo muutaman kuukauden ikäisinä erottaa tavanomaisesti kehittyvistä lapsista alfa-asyymetrian perustasossa havaittavien erojen perusteella.

Kun on tutkittu katseärsyksen vaikutusta frontaaliasyymetriaan terveillä aikuisilla, on havaittu, että toisen henkilön suora katse aiheuttaa voimakkaampaa, lähestymismotivaatioon liitettyä vasemmanpuoleista frontaaliaktivaatiota (Hietanen ym., 2008; Pönkänen ym., 2011). Toisen henkilön sivulle suunnatun katseen taas havaittiin aiheuttavan voimakkaampaa välttämismotivaatioon liitettyä oikeanpuoleista aktivaatiota (Hietanen ym., 2008). Erot asyymetriassa olivat kuitenkin merkitseviä ainoastaan silloin, kun koehenkilöt näkivät aitoja ihmisiä, eivätkä ainoastaan kuvia kasvoista. Myös persoonallisuudenpiirteiden on aikuisilla todettu vaikuttavan frontaaliasyymetriaan siten, että neuroottisilla ihmisillä toisen henkilön suora katse saa aikaan välttämismotivaatioon viittaavaa frontaalista aktivaatiota (Uusberg, Allik, & Hietanen, 2015).

Kylliäinen ja kumppanit (2012) tutkivat päättelykyvyiltään hyvätasoisten autististen ja tavanomaisesti kehittyneiden, 10–14 -vuotiaiden kouluikäisten lasten ja nuorten ihon sähkönojohtavuuden vasteita sekä frontaalista alfa-asymmetriaa reaktioina kohti liikkuviin kasvokuvaan, joissa henkilöillä oli silmät kiinni, tavallisesti auki tai liioitellusti auki. Tutkimuksessa havaittiin, että tavanomaisesti kehittyneillä lapsilla ja nuorilla normaalisti auki olevat silmät saivat aikaan voimakkaampaa vasemmanpuoleista frontaalista aktivaatiota kuin muut ärsykkeet, minkä ajateltiin viittaavan lähestymismotivaatioon. Autistisilla lapsilla ja nuorilla taas alfa-asymmetriassa ei havaittu eroja eri kasvokuvien näyttämisen aikana (Kylliäinen ym., 2012). Kouluikäisiä lapsia ja nuoria tutkimalla ei kuitenkaan voida saada selville neuraalisen lähestymis- tai välttämismotivaation kehityksellistä kulkua. On mahdollista, että nuoruusikää lähestyvillä autistisilla lapsilla aiemmassa tutkimuksessa havaittu lähestymismotivaation puute suoran katseen yhteydessä olisi seurausta vähäisestä kokemuksesta toisen henkilön katseesta. Toisaalta voi olla jopa niinkin, että toisen henkilön suoraan katseeseen on autistisilla lapsilla liittynyt varhaisemmissa kehityksen vaiheissa välttämismotivaatioon viittaavaa frontaalista aktivaatiota, joka kuntoutumisen myötä on vuosien saatossa vähentynyt. Tämän tutkimuksen tarkoituksena onkin selvittää, millaista frontaalista alfa-asymmetriaa ja siten neuraalista lähestymis- tai välttämiskäyttäytymistä toisen henkilön suora katse saa aikaan alle kouluikäisillä, 3–7 -vuotiailla vahvasti autistisilla, tavanomaisesti kehittyneillä ja kehitysviiveisillä lapsilla.

1.6. Tutkimuskysymykset ja hypoteesit

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, aiheuttaako toisen henkilön suora katse pienillä vahvasti autistisilla lapsilla erilaista frontaalista alfa-asymmetriaa kuin tavanomaisesti kehittyneillä ja kehitysviiveisillä lapsilla. Aiemmassa alfa-asymmetriaa autistisilla henkilöillä selvittäneessä tutkimuksessa koehenkilöt olivat kognitiivisesti hyvätasoisia ja iältään 10–14 -vuotiaita nuoruusikää lähestyviä lapsia (Kylliäinen ym., 2012), eikä vastaavanlaista tutkimusta alfa-asymmetriasta reaktioina erilaisiin kasvokuvaan ole tehty alle kouluikäisillä, vaikeasti autistisilla lapsilla. On hyvinkin mahdollista, että tutkittavien ikä ja kognitiivinen taso vaikuttavat tuloksiin: kognitiivisesti hyvätasoisilla autistisilla nuoruusikää lähestyvillä lapsilla poikkeavuudet suoran katseen prosessoinnissa eivät välttämättä näyttäytyä niin voimakkaina, mitä ne pienillä autistisilla lapsilla

saattavat olla. Pieniä lapsia tutkimalla saadaan siten uutta tietoa toisen henkilön suoraan katseeseen liittyvän lähestymis- tai välttämismotivaation kehityksestä.

Tässä tutkimuksessa tutkittaviksi lapsiksi valittiin 3–7 -vuotiaita autistisia lapsia ja heidän kanssaan kronologiselta iältään samankaltaistettuja tavanomaisesti kehittyneitä lapsia sekä kehitysiältään samankaltaistettuja kehitysviiveisiä lapsia, joilla ei ole merkittävää autistista käyttäytymistä. Kehitysviiveisten lasten ottaminen mukaan tutkimukseen mahdollistaa sen selvittämisen, ovatko mahdolliset tavanomaisesta kehityksestä poikkeavat erot alfa-asymmetriassa spesifejä nimenomaan autismille, vai liittyvätkö mahdollisesti havaitut erot kokonaiskehityksen viivästymään. Lasten aivosähkökäyrää (EEG) mitataan, kun tutkittaville näytetään kuvia suoraan ja alas katsovista kasvoista. Kontrolliärsykkeenä käytetään kuvia leluautoista. Koekierrosten aikana kuvat ovat aluksi paikallaan ja sitten näyttävät liikkuvan tutkittavaa kohti - näin saadaan kontrolloitua liikkeen vaikutus frontaaliasymmetriaan. Kuvien liikkeen vaikutuksesta frontaaliasymmetriaan ei kuitenkaan aiemman tutkimuksen puuttuessa haluta tehdä olettamuksia.

Tutkimuksen päähypoteesina on, että normatiivisesta kehityksestä poikkeava lähestymismotivaation puute toisen henkilön suoran katseen yhteydessä olisi autistisilla lapsilla havaittavissa jo näissä kehityksen varhaisemmissa vaiheissa. Aiemman tutkimuksen perusteella oletetaan, että autistisilla lapsilla ei olisi havaittavissa lähestymismotivaatioon viittaavaa voimistunutta frontaaliaktivaatiota vasemmanpuoleisessa etuotsalohkossa suoran katseen yhteydessä (Kylliäinen ym., 2012). Tavanomaisesti kehittyneiden ja kehitysviiveisten lasten osalta taas oletetaan, että suora katse aktivoisi nimenomaan vasemmanpuoleisia etuotsalohkoalueita, mikä näkyisi alfataajuisen aktiviteetin vaimenemisena vasemmanpuoleisilla frontaalialueilla (Hietanen ym., 2008; Kylliäinen ym., 2012; Pönkänen ym., 2011).

2. METODIT

Tutkimus on osa Tampereen yliopiston Autismi ja Katse -pitkittäistutkimusta, jossa seurataan pienten autististen, kehitysviiveisten sekä tavanomaisesti kehittyneiden lasten katsekontaktin kehittymistä ja vahvistamista. Tutkimukselle hankittiin Tampereen yliopistollisen sairaalan erityisvastuualueen alueellisen eettisen toimikunnan puoltava lausunto (ETL R12098) sekä tutkimusluvut Tampereen yliopistollisen sairaalan Lastentautien ja Kehitysvammahuollon vastuualueilta sekä Tampereen kaupungin sivistyspalveluilta. Kaikkien tutkittavien lasten vanhemmat allekirjoittivat

suostumuksensa tutkimukseen osallistumisesta saatuaan tutkimuksesta sekä kirjallista että suullista tietoa.

2.1. Tutkimuslapset

Tutkimukseen osallistui 20 autistista lasta, 17 kehitysviiveistä lasta, joilla ei ollut merkittävää autistista käyttäytymistä, ja 19 tavanomaisesti kehittynyttä lasta. Autistiset lapset rekrytoitiin tutkimukseen Tampereen yliopistollisen sairaalan Lastenneurologian yksiköstä. Tutkimukseen osallistumisen sisäänottokriteerinä oli ICD-10 -järjestelmän mukainen varhaislapsuuden autismi -diagnoosi tai selkeästi havaittu autistinen käyttäytyminen, vaikka autismidiagnoosiin ei lapsen nuoren iän vuoksi (< 3 vuotta) oltu vielä päädyttykään. Tutkimukseen osallistumisen poissulkukriteerinä oli todettu epilepsia. Tutkimukseen osallistuneiden lasten autismidiagnoosi vahvistettiin käyttämällä kansainvälisesti hyväksytyjä autismin diagnostisia menetelmiä Autism Diagnostic Observation Schedule 2 (ADOS-2: Lord ym., 2012) lapsen havainnointiin ja Autism Diagnostic Interview - Revised (ADI-R: Le Couteur, Lord, & Rutter, 2003; Rutter, Le Couteur, & Lord, 2003) vanhempien haastatteluun. Tutkimukseen osallistuneiden lasten ADOS 2 -havainnoinnin ja vanhempien ADI-R -haastattelun mukaan lasten autistinen käyttäytyminen oli selkeää ja diagnoosi tältä osin vahvistui (ks. taulukko 1, lopullinen otos).

Kehitysviiveiset lapset rekrytoitiin tutkimukseen Tampereen yliopistollisen sairaalan Lastenneurologian yksiköstä ja Kehitysvammapoliklinikalta. Sisäänottokriteerinä oli ICD-10 -järjestelmän mukainen kehitysvammadiagnoosi tai todettu selkeä kehitysviivästyminen ilman merkittävää autistista käyttäytymistä, liikunta- tai aistivammaa. Poissulkukriteereinä pidettiin autismiin vahvasti liittyviä kromosomipoikkeavuuksia (kuten Fragile X -oireyhtymää), epilepsiaa ja etenevää neurologista sairautta. Aineistossa oli ainoastaan yksi lapsi, jolla oli todettu kromosomipoikkeavuus (Downin syndrooma). Kehitysviiveisten lasten ryhmä samankaltaistettiin autististen lasten kanssa heidän kronologisen ikänsä, kehitystasonsa sekä sukupuolensa perusteella.

Tavanomaisesti kehittyneet lapset rekrytoitiin lähialueen päiväkodeista, eikä heillä ollut vanhempien raportoimana todettu lastenpsykiatrisia tai -neurologisia häiriöitä tai sairauksia eikä merkittäviä kehityksellisiä vaikeuksia. Heidät samankaltaistettiin autististen lasten kanssa kronologisen iän ja sukupuolen mukaan. Autistisen käyttäytymisen vähäisyys vertailuryhmissä varmistettiin vanhemmille suunnatulla kyselyllä (Social Communication Questionnaire, SCQ: Rutter,

Taulukko 1. Analyyseissa mukana olleiden tutkimuslasten taustatiedot.

	Autistiset	Tavanomaisesti kehittyneet	Kehitysviiveiset
n (poikia)	12 (11)	12 (9)	10 (9)
Kronologinen ikä			
keskiarvo (hajonta)	4v 4kk (11kk)	4v 7 kk (10kk)	5v 1kk (1v 1kk)
vaihteluväli	2v 10kk–5v 10kk	2v 9kk–5v 10kk	3v 11kk–7v 2kk
Kehitystaso			
keskiarvo (hajonta)	65 (16)		57 (13)
vaihteluväli	47–88		42–79
SCQ-kysely ¹			
keskiarvo (hajonta)		3.25 (2.22)	9.11 (5.11)
vaihteluväli		0–7	4–18
ADOS-2 ²			
sosiaalinen vaikutelma	14 (3.6)		
rajoittunut ja toistava käyttäytyminen	4 (1.3)		
kokonaispisteet (hajonta)	19 (4.2)		
ADI-R ³			
vastavuoroinen sos. vuorovaikutus	18 (6.3)		
kommunikaatio	12 (4.2)		
rajoittunut, toistava käyttäytyminen	7 (3.1)		

¹ Social Communication Questionnaire. Yhdeltä kehitysviiveiseltä lapselta puuttui SCQ-kysely.

² Autism Diagnostic Observation Schedule 2.

³ Autism Diagnostic Interview - Revised. Kahdelta autistiselta lapselta puuttui haastattelu.

Bailey, & Lord, 2003). SCQ-kyselyssä yli 15 pisteen pistemäärää pidetään rajana autistisen käyttäytymisen mahdollisuudelle ja jatkotutkimuksen tarpeelle. Vertailuryhmien kehitysviiveiset (ka = 9.11) ja tavanomaisesti kehittyneet lapset (ka = 3.25) jäivät pääosin tämän pistemäärän alle (ks. taulukko 1, lopullinen otos). Kahdella kehitysviiveisellä lapsella autistista käyttäytymistä oli vanhemman arvioimana yli seulontarajan sekä yhdeltä lapselta puuttui SCQ-kysely kokonaan. Pistemäärän ylitys liittyi kuitenkin pääosin kommunikaation vaikeuksiin sosiaalisen vuorovaikutuksen vaikeuksien pistemäärän jäädessä vähäiseksi. Kehitysvammapoliklinikan asiantuntija-arvioissa ei myöskään tullut esille merkittävää autistista käyttäytymistä kenenkään näiden lasten osalta.

Yksi autistinen lapsi jouduttiin jättämään aineistosta pois, koska hän ei suostunut pitämään EEG-verkkoa päässään. Lisäksi seitsemän autistista, seitsemän tavanomaisesti kehittynyttä sekä seitsemän kehitysviiveistä lasta jätettiin lopullisista analyyseista pois, koska heiltä ei saatu mitattua tai analysoitua tarpeeksi hyväksytyjä koekierroksia (≥ 2 /ärsyketilanne). Näin ollen analyyseihin jäi 12 autistista lasta, 10 kehitysviiveistä lasta ja 12 tavanomaisesti kehittynyttä lasta. Analyyseista pudonneet eivät eronneet analyyseissa mukana olleista iän [$t(54) = -1.029, p > .10$] tai kehitystason [$t(35) = 1.079, p > .10$] suhteen. Lopulliseen analysoitavaan aineistoon mukaan tulleiden lasten taustatiedot on esitetty taulukossa 1. Ryhmät eivät eronneet toisistaan tilastollisesti merkitsevästi iän suhteen [$F(2, 31) = 1.829, p > .10$]. Autististen lasten ryhmä ei myöskään eronnut kehitystason osalta kehitysviiveisten lasten ryhmästä [$t(20) = 1.342, p > .10$]. Autististen ja kehitysviiveisten lasten ryhmissä oli yksi tyttö ja tavanomaisesti kehittyneiden lasten ryhmässä kolme tyttöä. Kaikilla tutkittavilla oli normaali tai normaaliksi korjattu näkö.

2.2. Ärsykkeet ja kokeen kulku

Tutkimuksessa käytetty tehtävä on osa yhden mittauskerran tehtäväsarjaa, jossa lapsi teki viisi lyhyttä tehtävää jaksamisensa ja keskittymiskykynsä mukaan. Tutkimukset tehtiin Infant Cognition Laboratoriossa Tampereen yliopiston Lääketieteen yksikössä aikavälillä 5/2013–8/2015. Muista tehtävistä, niiden toteutuksesta ja tuloksista ei raportoida tässä.

Lapsen ohjauksessa käytettiin erityislapsille soveltuvia ohjaamistapoja (Kylliäinen, Jones, Gomot, Warreyn, & Falck-Ytter, 2014). Lapsen saavuttua laboratorioon tutkija selitti lapselle kokeen kulun kuvakorttien avulla, ja lapsen päänympäryys mitattiin oikean kokoisen EEG-verkon valintaa varten. Sen jälkeen lapsen rintakehän molemmin puolin kiinnitettiin sykettä mittaavat märkägeelitarraelektrodit (Kendall 40 mm) ja hänen päähänsä laitettiin EEG-aktivaatiota mittaava, 128-kanavainen EGI HydroCel Geodesic Sensor Net -verkko (Electrical Geodesics, Inc.). Lapsi oli saanut tutustua verkkoon ja kokeilla sitä päähänsä jo aiemmalla tutkimuskäynnillä, jolloin verkkoa ei vielä käytetty tehtävien aikana. Tehtävien ajaksi tutkimuhuoneen valoja vähennettiin, ja huone pyrittiin pitämään mahdollisimman hiljaisena. Tehtävien tekoa varten lasta ohjattiin katsomaan kuvaruutua, istumaan rauhassa paikallaan ja olemaan puhumatta. Tehtävän aikana lapsi istui tuolilla noin 60 senttimetrin päässä tietokoneruudusta pöydän ääressä. Tämän tehtävän aikana analyyseissa mukana olleista lapsista neljä autistista lasta ei suostunut istumaan tuolilla yksin, joten he istuivat vanhemman

sylissä. Lasta ohjaava tutkija seiso i tai istui lapsen takana, ja antoi tarvittaessa lisäohjeita lapselle. Vanhempi/vanhemmat ja muut tutkijat olivat huoneen toisella puolen väliseinän takana lapsen näkymättömissä ja pystyivät seuraamaan lapsen suorituksia videokameran ja silmänliikekameran monitorointikuvan (Tobii Studion Live Viewer) avulla.

Tehtävä esitettiin Windows PC-koneella E-Prime 2 Professional -ohjelmalla. Tobii-TX 300 -silmänliikekamera tietokoneruudun alaosassa tallensi lapsen silmänliikkeet ja Canon ZR960 -videokamera tietokoneruudun yläreunassa kuvasi lapsen toimintaa tehtävien aikana. Video tallennettiin ja expotoitiin iMovie 9.0.4 -ohjelmalla (Apple, Inc.). Lapsen toiminnasta (liikehdintä, puhe) tehtiin videokuvan välityksellä muistiinpanoja tutkimuksen aikana, ja tutkimuksen jälkeen samat analyysit tehtiin myös videotallenteista.

Tehtävän aluksi lapsi sai eteensä kaksi tietokoneen hiireen kytkettyä erityislasten käyttöön tarkoitettua painiketta. Lasta ohjaava tutkija huolehti siitä, että lapsen huomio ei suuntautunut liikaa painikkeisiin eikä hän esimerkiksi voinut painaa painikkeita toistuvasti. Tutkija esti tämän joko pitämällä painikkeita koekierroksen aikana itsellään tai peittämällä ne omilla käsillään. Tehtävässä lapset katsoivat kuvia kasvoista, joissa oli joko suora tai alaspäin suunnattu katse. Kontrolliärsyksenä oli kuvia leluautoista, jotka oli kuvattu edestä tai takaa päin. Kasvokuvissa esiintyi kolme eri naista, ja erilaisia leluautoja esiintyi tehtävässä myös kolme. Esimerkkikuvat eri ärsyketilanteista (siltoin kun ne ensimmäistä kertaa ilmestyvät ruudulle) on esitetty kuvassa 1.

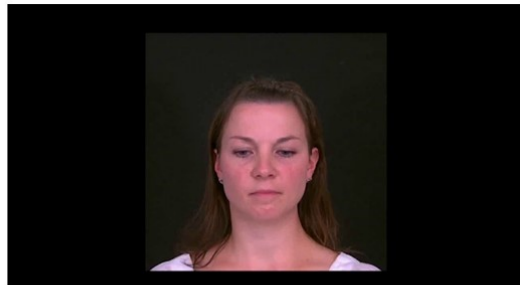
Koekierros alkoi värikkäällä kohdistusärsykkeellä, josta kuului myös huomion kiinnittämiseen tarkoitettu äänimelodia. Kun tietokoneruutuja monitoroiva tutkija näki videokameran välityksellä, että lapsen huomio oli keskellä kuvaruutua, hän käynnisti koekierroksen manuaalisesti. Kohdistusärsyksen jälkeen näytölle ilmestyi kuva joko kasvoista tai lelusta. Kuva pysyi liikkumatta kaksi sekuntia, jonka jälkeen kasvokuva liikkui tutkittavaa kohti suurentamalla. Autokuvissa puolestaan käynnistyi video, jossa auto lähti liikkumaan tutkittavaa kohti (joko eteenpäin, jos auto oli kuvattu edestäpäin, tai peruuttamaan, jos auto oli kuvattu takaa päin). Sekä kasvo- että autokuvissa kuvan liikkuminen kesti kolme sekuntia. Koekierroksen aluksi kasvokuva vastasi noin 10 ja lopuksi 17 näkökulma-astetta. Autokuvat puolestaan vastasivat koekierroksen aluksi noin seitsemää ja lopuksi 13 näkökulma-astetta. Kuvaärsyksen liu'uttua lähemmäksi se poistui ruudulta, ja tätä seurasi valokuva punaisesta tai vihreästä painikkeesta. Painikkeen kuva toimi lapselle merkinä siitä, että hän saa painaa painiketta. Painikkeen painaminen toimi tehtävässä lapsen viihdykkeenä eikä sillä ollut analyysien kannalta muuta merkitystä. Lapsen painettua painiketta näytölle ilmestyi sekunnin



Kasvot, suora katse



Leluauto, edestä kuvattu



Kasvot, alaspäin suunnattu katse



Leluauto, takaa kuvattu

Kuva 1. Esimerkkikuvat tehtävässä käytetyistä ärsykkeistä.

kestävä, liikkuva ja äänitelevä animaatio, joka päätti koekierroksen. Koekierrokset esitettiin keskimäärin 4–6 sekunnin välein.

Tehtävässä oli kaikkina 24 koekierrosta. Suoraan ja alas katsovia kasvoja sekä edestä- ja takaapäin kuvattuja autoja esitettiin kutakin kuusi koekierrosta siten, että kuvat kaikista kolmista kasvoista sekä kolmesta lelusta esiintyivät kaksi kertaa. Satunnaisjärjestys oli varmistettu vielä niin, että sama ärsyketilanne saattoi esiintyä korkeintaan kolme kertaa peräkkäin. Koekierrosten esittämisen välillä saatettiin pitää lyhyitä virkistystaukoja. Jos lapsi ei enää jaksanut keskittyä tai alkoi muuten osoittaa väsymisen merkkejä, tehtävä voitiin keskeyttää ennen kuin kaikki koekierrokset oli esitetty. Lapsista noin puolet teki tehtävän koko tutkimuskäyntikerran lopuksi ja noin puolet tutkimuskerran toisena tehtävänä. Kaikille analyyseissa mukana olleille lapsille näytettiin kaikki 24 koekierrosta.

2.3. EEG:n mittaaminen

Jatkuvan EEG-signaalin rekisteröintiin ja digitalisointiin käytettiin Electrical Geodesicin 128-kanavaista Hydrocel-elektrodiverkkoa, Netamps 400 -vahvistinta, Mac Pro -tietokonetta ja Netstation 4.5.1 -ohjelmaa (Electrical Geodesics, Inc.). Elektrodiin impedanssit tarkistettiin (alle 100 k Ω) ja tallennettiin erillisiin tiedostoihin. EEG-signaalin näytteenottotaajuus oli 250 Hz. Signaali tallennettiin Mac Pro-tietokoneen kovalevyllä analyyseja varten.

EEG nauhoitettiin elektrodeilla koko pään alueelta, mutta analyyseihin otettiin mukaan ainoastaan valitut elektrodit frontaalisilta alueilta. Jokaiselta lapselta valittiin yksilöllisesti kolme elektrodia sekä oikean- että vasemmanpuoleisilta frontaalialueilta verkon tarkasta sijainnista riippuen. Analysoitavaksi valittujen elektrodien katsottiin vastaavan aiemmin käytössä olleen 10–20 -järjestelmän frontaalielektrodien F3 ja F4 paikkoja (ks. esim. Yang, Perfetti, & Schmalhofer, 2007). Lasten ohjaamisen vaikeuden takia verkkoa ei aina saatu asetettua oikeaan kohtaan, vaan verkko saattoi olla hieman vinossa tai liian ylhäällä. Elektrodien valinnassa hyödynnettiin videokuvaa siitä, oliko verkon keskilinja ollut nolla, yksi vai kaksi senttimetriä vinossa jompaankumpaan suuntaan, ja vastaavasti nolla, yksi, kaksi vai jopa kolme senttimetriä liian korkealla. Oikean puolen kolme elektrodia valittiin elektrodeista 2, 3, 8, 9, 10, 14, 117, 123, 124 ja vasemman puolen kolme elektrodia elektrodeista 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 32. Yleisin oikean puolen elektrodikolmikko oli 2, 3, 9 (n = 12) ja yleisimmät vasemman puolen elektrodikolmikot olivat 23, 26, 27 ja 24, 27, 28 (kumpiakin n = 10).

2.4. Aineiston käsittely

Analyyseja varten videomateriaali jaksotettiin Matlab R2014a -ohjelman (The Mathworks, Inc.) EEGToolPreprocess-työkalulla jokaisen koekierroksen osalta kahteen kaksi sekuntia (2000 millisekuntia) kestävään analyysijaksoon (Kaatiala, Yrttiaho, Forssman, Perdue, & Leppänen, 2013). Ensimmäinen jakso oli 0–2000 ms ärsyksen ilmestymisestä (eli alkaen siitä, kun ärsyke ilmestyy ruudulle ja päättyen siihen, kun ärsyke aloittaa liikkumisen). Toinen analyysijakso oli 2000–4000 ms ärsyksen ilmestymisestä (eli ensimmäiset kaksi sekuntia, kun kuva on liikkeessä). Tällä pyrittiin maksimoimaan hyväksyttävien jaksosten määrä, koska erilaisia häiriöitä esiintyi aineistossa paljon.

Lisäksi koekierrosten jaksottaminen mahdollisti sen selvittämisen, eroavatko EEG-vasteet toisistaan silloin, kun ärsykekuva vaikuttaa liikkuvan tutkittavaa kohti verrattuna tilanteeseen, jossa ärsykekuva on paikallaan. Näin ollen erilaisia ärsyketilanteita oli kahdeksan: suora katse pysähdyksissä (SKP), suora katse liikkeessä (SKL), alaspäin suunnattu katse pysähdyksissä (AKP), alaspäin suunnattu katse liikkeessä (AKL), edestä kuvattu lelu pysähdyksissä (ELP), edestä kuvattu lelu liikkeessä (ELL), takaa kuvattu lelu pysähdyksissä (TLP) ja takaa kuvattu lelu liikkeessä (TLL).

Videoanalyysit tehtiin Matlab R2014a -ohjelman EEGToolPreprocess-työkalulla (Kaatiala ym., 2013). Jokainen analyysijakso analysoitiin erikseen. Analyysijaksoista hylättiin videoanalyysissa ensisijaisesti ne, joissa lapsi kosketti EEG-verkkoa tai ei katsonut kuvaruudulle. Niiden lisäksi hylättiin jaksot, joissa lapsella oli motorista liikehdintää (esimerkiksi käsien heiluttelua tai pään liikkeitä) tai suun liikkeitä (esimerkiksi ilmeilyä tai puhetta). Yksittäisten lapsen sanomien sanojen ei katsottu haittaavan, jos sanat liittyivät tehtävään ja lapsi vaikutti keskittyvän siihen, mitä ruudulla tapahtui. Yksittäinen analyysijakso poistettiin myös, jos tutkija joutui sen aikana merkittävästi ohjaamaan lasta.

Ennen EEG:n lopullista jaksottamista analyysijaksojen mukaisiin osioihin koko tehtävän ajalta mitattu aivosähkökäyrä jaettiin kolmen sekunnin segmentteihin koekierroksen alusta ja lopusta (ensimmäinen segmentti alkoi yksi sekunti ennen ärsykkeen ilmestymistä ja toinen segmentti yksi sekunti ennen kuin ärsyke alkoi liikkumaan). Näille segmenteille tehtiin alustava artefakta- ja silmänliikekorjaus. Tässä vaiheessa EEG-kanavat, joiden amplitudi ylitti 500 mikrovoltin maksimirajan, poistettiin analyysista ja interpoloitiin Spherical spline -interpolaatiotoiminnon avulla (Kaatiala ym., 2013), ja jokaiselle EEG-kanavalle laskettiin uusi referenssi käyttäen kaikkien kanavien keskiarvoa. Segmenteille tehtiin myös perustason korjaus vähentämällä koko segmentin EEG:n keskiarvo kustakin mitatusta pisteestä, ja silmänliikkeet ja -räpäytykset korjattiin ICA (Independent Component Analysis) -analyysillä (Delorme & Makeig, 2004). ICA-analyysin jälkeen EEG jaksotettiin edelleen videoanalyysin mukaisiin kahden sekunnin pituisiin analyysijaksoihin, ja EEG:stä poistettiin ne jaksot, jotka oli hylätty videoanalyysissa. EEG:lle tehdyt korjaukset kuitenkin vähensivät aineiston määrää kahden sekunnin pituisten analyysijaksojen suhteen huomattavasti, joten jatkoanalyysihin päätettiin lopulta ottaa kahden sekunnin pituisten analyysijaksojen sijasta yhden sekunnin pituiset analyysijaksot yksittäisen ärsyketilanteen alusta (paikallaan oleva ärsyke 0–1000 ms, liikkeessä oleva ärsyke 2000–3000 ms).

Jäljelle jääneille onnistuneille ärsyketilanteille tehtiin vielä 150 μV :n artefaktakorjaus ja FFT (Fast Fourier Transform) -muunnos, jolla EEG-signaali muutettiin aikatasosta taajuustasoon. Taajuustasoon muunnetusta signaalista laskettiin alfa-aktiviteetin tehon (μV^2) keskiarvo

elektrodeittain eri ärsyketilanteille. Alfa-aktiiviteetin kaistaksi valittiin 6–10 Hz, koska sitä on aiemmissa tutkimuksissa käytetty 3–5 -vuotiaiden lasten alfataajuuden määrittämiseen (Marshall, Bar-Haim, & Fox, 2002).

Kun jokaiselle tutkittavalle oli laskettu alfa-aktiiviteetin tehon (μV^2) keskiarvo elektrodeittain eri ärsyketilanteista, laskettiin arvoista keskiarvot sekä oikean- että vasemmanpuoleisesta analysoitavaksi valitusta elektrodikolmikosta ärsyketilanteittain. Jakaumat normalisoitiin suorittamalla valituista elektrodikolmikoista lasketuille keskiarvoille luonnollinen logaritmi -muunnos. Tämän jälkeen laskettiin asymmetria-arvot ärsyketilanteittain (SKP, SKL, AKP, AKL, ELP, ELL, TLP, TLL) vähentämällä oikean puolen ln-muutetusta keskiarvosta vasemman puolen vastaava arvo. Näin saaduilla luvuilla positiiviset arvot viittaavat alfa-taajuisen aktiiviteetin vaimenemiseen vasemmalla puolella, mikä taas edelleen näkyy suhteellisesti voimakkaampana vasemmanpuoleisena frontaaliaktiivina. Vasemmanpuoleinen frontaaliaktiivatio on aiemmissa tutkimuksissa liitetty lähestymismotivaatioon (Allen ym., 2004). Negatiiviset arvot taas viittaavat alfataajuisen aktiiviteetin vaimenemiseen oikealla puolella, mikä edelleen viittaa suhteellisesti voimakkaampaan oikeanpuoleiseen frontaaliaktiivatioon ja välttämismotivaatioon (Allen ym., 2004).

Tutkittava otettiin mukaan analyysiin, jos hänelle jäi videoanalyysipoistojen sekä aivosähkökäyrälle tehtyjen korjausten jälkeen vähintään kaksi hyväksyttyä analyysijaksoa kustakin kahdeksasta eri ärsyketilanteesta (SKP, SKL, AKP, AKL, ELP, ELL, TLP, TLL). Autististen lasten ryhmässä hyväksyttiin yhteensä keskimäärin 35 analyysijaksoa (vaihteluväli oli 23–48), joista keskimäärin 18 oli paikallaan olevista ärsyketilanteista ja 17 liikkeessä olevista ärsyketilanteista. Tavanomaisesti kehittyneiden lasten ryhmässä hyväksyttiin keskimäärin 33 analyysijaksoa (vaihteluväli 23–42), joista paikallaan olevia oli 17 ja liikkeessä olevia 16. Kehitysviiveisten lasten ryhmässä hyväksyttiin keskimäärin 32 analyysijaksoa (vaihteluväli 20–42), joista puolet (16) oli paikallaan olevia ja puolet (16) liikkeessä olevia analyysijaksoja. Ryhmät eivät eronneet hyväksyttyjen jaksoiden kokonaismäärässä toisistaan [$F(2, 31) = 0.549, p > .10$]. Ryhmien välillä ei ollut eroja myöskään hyväksyttyjen paikallaan [$F(2, 31) = 0.433, p > .10$] tai liikkeessä [$F(2, 31) = 0.639, p > .10$] olevien analyysijaksoiden määrien suhteen.

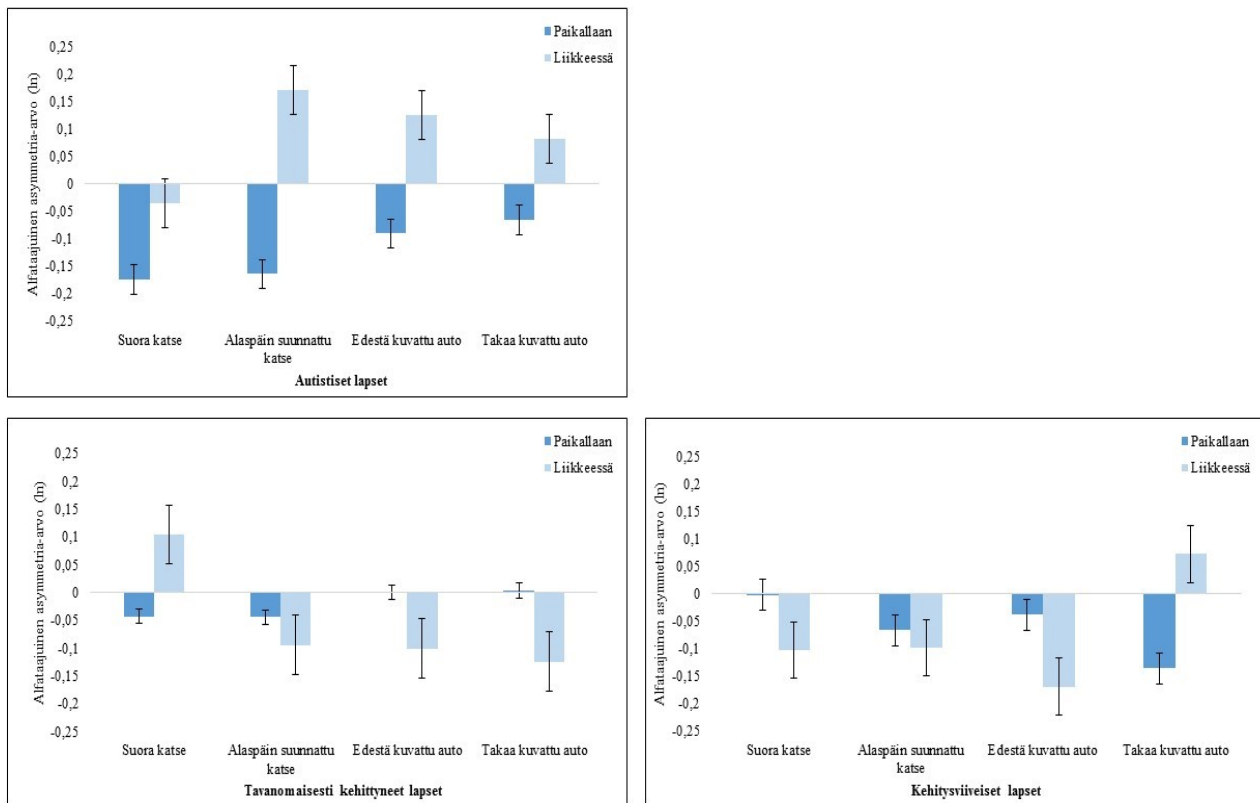
2.5. Tilastolliset analyysit

Tilastolliset analyysit tehtiin IBM SPSS 21 -ohjelmistolla (Statistical Package for the Social Sciences) käyttäen 3 x 2 x 2 x 2 toistettujen mittausten varianssianalyysia. Ryhmien välisenä tekijänä oli ryhmä: autistiset, tavanomaisesti kehittyneet ja kehitysviiveiset lapset. Ryhmien sisäiset tekijät taas olivat stimulus (kasvo- ja lelu kuva), suunta (suora katse/edestäpäin kuvattu auto ja alaspäin suunnattu katse/takaapäin kuvattu auto) sekä liike (ei liikettä ja liikkuu).

Ryhmittäin tarkasteltuna kehitysviiveisten lasten ryhmässä kaikki tutkittavat analyysijaksot olivat normaalisti jakautuneita (Shapiro-Wilk $p > .05$). Autististen ja tavanomaisesti kehittyneiden lasten ryhmissä paikallaan oleva suora katse ei ollut normaalisti jakautunut (autistisilla Shapiro-Wilk $p = .026$, tavanomaisesti kehittyneillä $p = .036$), mutta muut muuttujat olivat normaalisti jakautuneita. Jakaumien visuaalisen tarkastelun perusteella tavanomaisesti kehittyneiden lasten osalta paikallaan oleva suora katse ei eronnut normaalijakaumasta. Autististen lasten osalta paikallaan olevassa suorassa katseessa oli yksi poikkeava arvo, joka vinoutti jakaumaa. Arvon poistaminen ei kuitenkaan muuttanut tuloksia, joten tutkimuksessa päädyttiin käyttämään parametrisia menetelmiä. Tuloksissa on käytetty Greenhouse-Geisser -korjattuja arvoja, ja vapausasteet on pyöristetty lähimpään kokonaislukuun. Suunnitelluissa parittaisissa vertailuissa keskityttiin ryhmien sisällä, eri ärsyketilanteiden välillä, havaittaviin eroihin, koska ärsyketilanteiden suhteelliset erot eri ryhmissä ovat helpommin tulkittavissa kuin mahdolliset ryhmien väliset erot yksittäisten tai useampien ärsyketilanteiden asymmetriassa, johon heijastuvat erot asymmetrian perustasossa.

3. TULOKSET

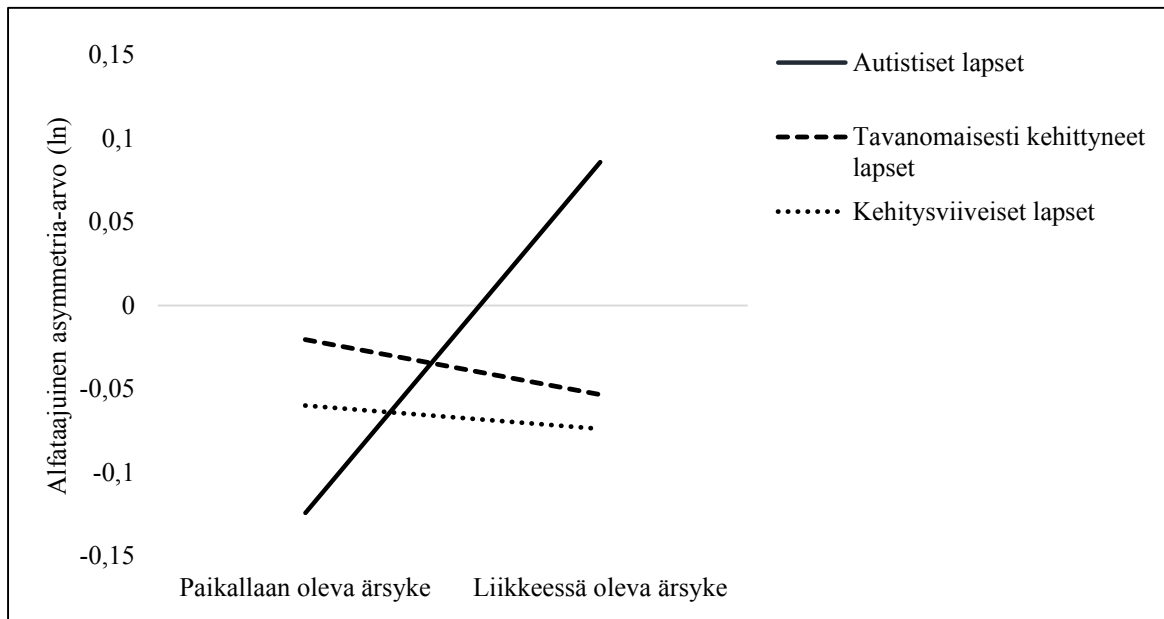
Keskimääräiset asymmetria-arvot ja niiden keskivirheet eri ärsyketilanteissa on esitetty ryhmittäin kuvassa 2. Nelisuuntaisessa (ryhmä x stimulus x suunta x liike) toistettujen mittausten varianssianalyysissa saatiin vahvasti suuntaa-antava ryhmän, stimuluksen, suunnan ja liikkeen välinen yhdysvaikutus, $F(2, 31) = 3.264, p = .052$. Tarkastelussa havaittiin lisäksi ryhmän, suunnan ja liikkeen välinen yhdysvaikutus [$F(2, 31) = 3.526, p = .042$] sekä ryhmän ja liikkeen yhdysvaikutus [$F(2, 31) = 3.813, p = .033$]. Muut pää- tai yhdysvaikutukset eivät olleet merkitseviä (kaikki p -arvot $> .10$).



Kuva 2. Keskimääräiset alfataajuiset (6–10 Hz) asymmetria-arvot (\ln oikean puolen arvo - \ln vasemman puolen arvo) ja niiden keskivirheet eri ryhmissä kussakin ärsyketilanteessa. Kuvion positiiviset arvot viittaavat lähestymismotivaatioon ja negatiiviset arvot välttämismotivaatioon.

Toistettujen mittausten varianssianalyyseissa esille tullutta ryhmän ja liikkeen yhdysvaikutusta tarkasteltiin parittaisvertailuilla. Asymmetria-arvoista laskettiin keskiarvot erikseen paikallaan (SKP, AKP, ELP, TLP) ja liikkeessä (SKL, AKL, ELL, TLL) oleville ärsyketilanteille. Autististen lasten osalta havaittiin, että liikkeellä on vaikutusta frontaalisen alfataajuisen aktiviteetin asymmetriaan, $t(11) = 2.262, p = .045$. Heillä liike sai aikaan alfa-aktiviteetin vaimenemista vasemmalla puolella, mikä viittaa lähestymismotivaatioon (ks. kuva 3). Tavanomaisesti kehittyneiden lasten [$t(11) = -0.898, p > .10$] ja kehitysviiveisten lasten [$t(9) = -0.204, p > .10$] ryhmissä ei havaittu merkitseviä eroja alfa-aktiviteetin asymmetriassa liikkeessä ja paikallaan olevien ärsykekuvienvälillä. Näissä ryhmissä frontaalinen aktivaatio oli painottunut oikealle puolelle (ja antoi siten viitteitä välttämismotivaatiosta) riippumatta siitä, olivatko ärsykekuvat liikkeessä vai eivät (ks. kuva 3).

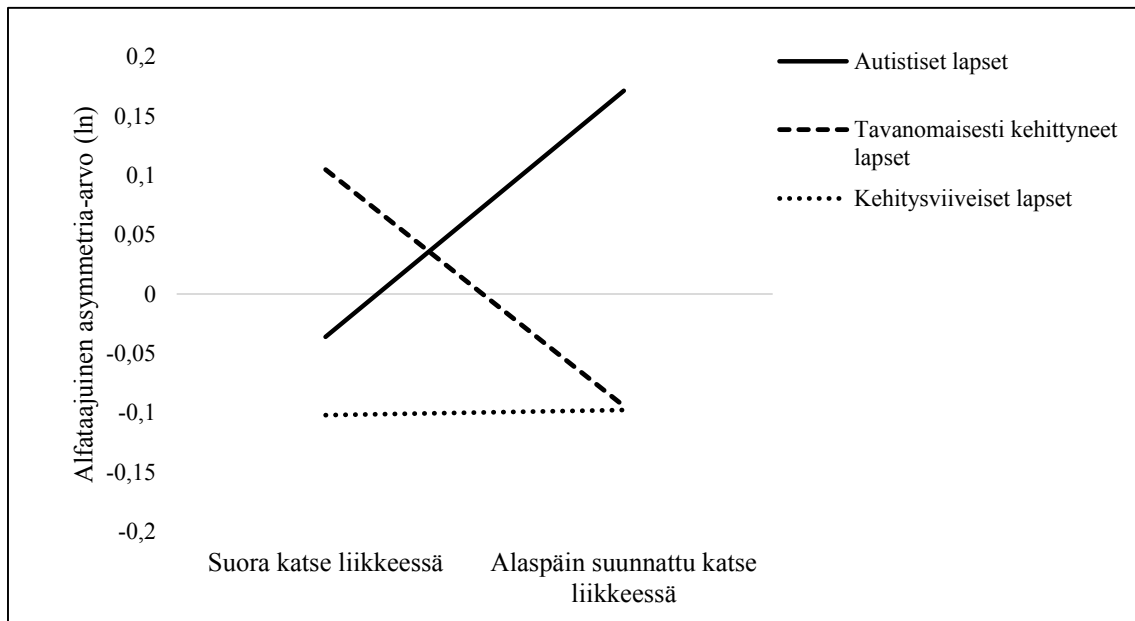
Jatkotarkasteluissa liikkuvat ja paikallaan pysyvät ärsyketilanteet erotettiin toisistaan. Paikallaan olevien ärsyketilanteiden suhteen kolmisuuntaisessa (ryhmä x stimulus x suunta) toistettujen mittausten varianssianalyyseissa ei havaittu merkitseviä pää- tai yhdysvaikutuksia (kaikki



Kuva 3. Alfataajuisten (6-10 Hz) asymmetria-arvojen (\ln oikean puolen arvo - \ln vasemman puolen arvo) keskiarvot ryhmittäin kaikille paikallaan ja kaikille liikkeessä oleville ärsykkeille. Kuvion positiiviset arvot viittaavat lähestymismotivaatioon ja negatiiviset arvot välttämismotivaatioon.

p -arvot $> .10$). Sen sijaan vastaavassa analyysissä liikkeessä olevien ärsyketilanteiden suhteen havaittiin merkitsevä ryhmän, stimuluksen ja suunnan välinen yhdysvaikutus, $F(2, 31) = 6.099$, $p = .006$. Myös ryhmän ja suunnan välinen yhdysvaikutus frontaalisen aivoaktivaation asymmetriaan oli merkitsevä [$F(2, 31) = 3.959$, $p = .029$]. Ryhmittäin tarkasteltuna autistisilla lapsilla havaittiin stimuluksen ja suunnan välinen yhdysvaikutus, $F(1, 11) = 6.712$, $p = .025$.

Kun analyysija jatkettiin erikseen liikkeessä olevien kasvo- ja leluärsykkeiden suhteen, ei leluärsykkeiden osalta havaittu ryhmän [$F(2, 31) = 2.861$, $p > .05$] tai suunnan [$F(1, 31) = 1.216$, $p > .10$] päävaikutusta tai ryhmän ja suunnan yhdysvaikutusta [$F(2, 31) = 2.842$, $p > .05$]. Sen sijaan kasvoärsykkeiden osalta havaittiin merkitsevä yhdysvaikutus ryhmän ja suunnan välillä, $F(2, 31) = 7.961$, $p = .002$. Ryhmän [$F(2, 31) = 2.135$, $p > .10$] tai suunnan [$F(1, 31) = 0.010$, $p > .10$] päävaikutukset eivät olleet merkitseviä. Parivertailuissa havaittiin, että autististen lasten ryhmässä frontaalisen alfataajuisten aktiviteetin asymmetria erosi tilastollisesti merkitsevästi liikkeessä olevan suoran katseen ja liikkeessä olevan alaspäin suunnatun katseen osalta [$t(11) = -5.006$, $p < .0001$] siten, että alaspäin suunnattu katse sai aikaan alfa-aktiviteetin vaimenemista vasemmalla puolella. Näin ollen frontaaliaktivaatio oli voimakkaampaa vasemmalla etuaivopuoliskolla, mikä on liitetty lähestymismotivaatioon. Suora katse sai puolestaan aikaan voimakkaampaa oikeanpuoleista frontaaliaktivaatiota, joka on liitetty välttämismotivaatioon (ks. kuva 4). Tavanomaisesti



Kuva 4. Keskimääräinen alfataajuinen (6–10 Hz) asymmetria-arvo (\ln oikean puolen arvo - \ln vasemman puolen arvo) ryhmittäin liikkeessä oleville katseärsykkeille. Kuvion positiiviset arvot viittaavat lähestymismotivaatioon ja negatiiviset arvot välttämismotivaatioon.

kehittyneiden lasten ryhmässä havaittiin niin ikään merkitsevä ero liikkeessä olevan suoran katseen ja liikkeessä olevan alaspäin suunnatun katseen välillä, $t(11) = 2.890$, $p = .015$, joka oli täysin päinvastainen suhteessa autististen lasten ryhmään. Heillä liikkeessä oleva suora katse sai aikaan enemmän vasemmanpuoleista asymmetriaa verrattuna liikkeessä olevaan alaspäin suunnattuun katseeseen, joka sai aikaan enemmän oikeanpuoleista asymmetriaa. Kehitysviiveisten lasten ryhmässä ei eroa liikkuvien eri kasvoärsykkeiden välillä ollut havaittavissa, $t(9) = -0.040$, $p > .10$.

4. POHDINTA

Tässä tutkimuksessa selvitettiin, aiheuttaako toisen henkilön suora katse erilaista lähestymiseen tai välttämiseen liittyvää neuraalista aktivaatiota pienillä alle kouluikäisillä autistisilla, tavanomaisesti kehittyneillä ja kehitysviiveisillä lapsilla. Neuraalista lähestymis-välttämismotivaatioon liitettyä aivoaktivaatiota tutkittiin mittaamalla frontaalisen alfataajuisen (6–10 Hz) aktiviteetin eroja eri aivopuoliskojen välillä samalla, kun lapsille näytettiin kuvia sekä naiskasvoista (joilla oli joko suora tai alaspäin suunnattu katse) että leluautoista (jotka oli kuvattu joko edestä tai takaa). Katsesuunnan

vaikutuksen lisäksi tarkasteltiin, eroaako frontaalinen alfa-asymmetria eri ärsykkeiden välillä ryhmien sisällä silloin, kun ärsykekuva vaikuttaa liikkuvan tutkittavaa kohti verrattuna tilanteeseen, jossa ärsykekuva on paikallaan.

Tutkimustulokset tukevat asetettuja hypoteeseja osittain. Päätuloksena on, että autistiset lapset reagoivat toisen henkilön katseeseen eri tavoin kuin tavanomaisesti kehittyneet ja kehitysviiveiset lapset. Autististen lasten osalta näyttää odotetusti siltä, ettei toisen henkilön suora katse saa heillä aikaan voimakkaampaa, lähestymismotivaatioon viittaavaa (Davidson, 2004; Harmon-Jones, 2004) vasemmanpuoleista frontaaliaktivaatiota. Oletusten mukaisesti tavanomaisesti kehittyneillä lapsilla toisen henkilön suora katse saa aikaan voimakkaampaa, lähestymismotivaatioon liitettyä vasemmanpuoleista frontaaliaktivaatiota, kun taas alaspäin suunnattu katse aiheuttaa voimakkaampaa, välttämismotivaatioon liitettyä oikeanpuoleista frontaaliaktivaatiota. Kehitysviiveisten lasten ryhmässä taas ei ollut havaittavissa eroja reagoinnissa suoraan ja alaspäin suunnattuun katseeseen, kun kasvot liikkuvat heitä kohti: heillä sekä suoraan että alaspäin suunnattuun katseeseen reagointi antavat viitteitä välttämismotivaatioon liitetystä voimakkaammasta oikeanpuoleisesta frontaaliaktivaatiosta. Tulos on ristiriidassa hypoteesien kanssa, sillä myös kehitysviiveisten lasten osalta odotettiin suoran katseen saavan aikaan voimakkaampaa vasemmanpuoleista frontaaliaktivaatiota.

4.1. Suoran katseen merkitys lähestymis- ja välttämisreaktioihin

Autistisilla lapsilla ei havaittu tutkimuksessa voimakkaampaa vasemmanpuoleista frontaaliaktivaatiota suoran katseen yhteydessä. Sen sijaan tulokset antavat viitteitä voimakkaammasta, välttämismotivaatioon viittaavasta (Davidson, 2004; Harmon-Jones, 2004) oikeanpuoleisesta frontaaliaktivaatiosta toisen henkilön suoraan katseeseen. Tätä tulosta ei osattu aiemman tutkimuksen (Kylliäinen ym., 2012) perusteella odottaa, sillä aiemmassa tutkimuksessa autistisilla lapsilla ei havaittu välttämismotivaatioon viittaavaa frontaaliaktivaatiota toisen henkilön suoran katseen yhteydessä (Kylliäinen ym., 2012). Aiemmassa tutkimuksessa tutkittavat olivat kuitenkin kognitiivisesti hyvätasoisia, kouluikäisiä 10–14 -vuotiaita lapsia ja nuoria (Kylliäinen ym., 2012), eikä vastaavaa tutkimusta pienten ja vahvasti autististen lasten kanssa ole vielä aiemmin tehty. Tämä tutkimus antaa kuitenkin uutta tietoa katsekontaktin vaikutuksesta frontaaliaktivaatioon kehityksen varhaisemmissa vaiheissa ja autistisessa käyttäytymisessä, joka on vaikea-asteista ja

johon liittyy kokonaiskehityksen viivästyminen. On mahdollista, että juuri näillä pienillä, vaikeasti autistisilla lapsilla tulee esille neuraalista välttämismotivaatiota toisen henkilön suoran katseen yhteydessä. Tämä selittäisi klinisiä ja vanhempien havaintoja siitä, että pieniä autistisia lapsia on vaikea saada katsekontaktiin, ja että he saattavat jopa kääntää päänsä pois katsekontaktista.

Voi olla myös niin, että kuntoutuksen ja kokemuksen myötä autistisilla lapsilla suoraan katseeseen mahdollisesti aiemmin liittynyt epämiellyttävyys ja siten tarve välttää katsetta vähenee lapsen varttuessa. Tämä voisi osaltaan johtaa siihen, ettei kouluikäisillä autistisilla lapsilla pystytä enää havaitsemaan välttämismotivaatioon liitettyä oikeanpuoleista frontaaliaktivaatiota suoraan katseeseen. Ajatus suoran katseen epämiellyttävydestä kehityksen varhaisvaiheissa ei kuitenkaan ole saanut tutkimuksista yksiselitteistä tukea. Esimerkiksi Nusken ym. (2015) tutkimuksessa autistisilla ja tavanomaisesti kehittyneillä 2–5 -vuotiailla pikkulapsilla ei havaittu eroja reagoinnissa suoraan katseeseen silloin, kun autonomisen hermoston reaktioiden mittarina käytettiin pupillin dilataatiota eli laajenemista. Autonomisen hermoston poikkeava virittyneisyys suoraan katseeseen olisi tulkittu merkiksi epämiellyttävydestä, eikä tutkijoiden mukaan hypoteesi autististen lasten välttämismotivaatiosta toisen henkilön suoran katseen yhteydessä siten saanut tukea. Pupillin dilataatio on aiemmissa tutkimuksissa yhdistetty muun muassa muutoksiin mielentiloissa ja tarkkaavuuden suuntaamisessa (Laeng, Sirois, & Gredebäck, 2012), mutta on mahdollista, että se ei kuitenkaan ole riittävä välttämismotivaatioiden osoittaja. Toisaalta myös tutkittavien lasten autistisen käyttäytymisen laatu ja kehitystaso saattavat vaikuttaa siihen, että katseen prosessoinnin poikkeavuudet näyttäytyvät voimakkaammin tämän tutkimuksen vahvasti autistisilla lapsilla verrattuna Nusken ym. (2015) tutkimukseen osallistuneisiin vaihtelevan tasoisiin autistisiin pikkulapsiin tai Kylliäisen ym. (2012) tutkimukseen osallistuneisiin kognitiivisesti hyvätasoisiiin nuoruusikä lähestyviin autistisiin lapsiin. On mahdollista, että mitä voimakkaammin autistiset piirteet tulevat lapsilla esille, sitä selkeämmin näillä lapsilla myös erottuu tavanomaisesta kehityksestä poikkeava katseen prosessointi.

Tavanomaisesti kehittyneiden lasten osalta tämän tutkimuksen tulokset ovat yhteneväisiä aiempien tutkimusten kanssa. Kylliäinen ja kumppanit (2012) esimerkiksi havaitsivat, että toisen henkilön normaalisti auki olevat silmät saavat tavanomaisesti kehittyneillä kouluikäisillä lapsilla aikaan voimakkaampaa, lähestymismotivaatioon viittaavaa vasemmanpuoleista aktivaatiota. Aikuisilla toisen henkilön suoran katseen on myös havaittu aiheuttavan voimakkaampaa vasemmanpuoleista frontaaliaktivaatiota kuin käännetyn katseen (Hietanen ym., 2008; Pönkänen ym., 2011), joskin aikuisilla erot ovat olleet merkitseviä ainoastaan aitoja ihmisiä katsottaessa verrattuna tietokoneelta esitettyihin kasvokuviin. Tämän tutkimuksen perusteella voisikin siis todeta,

että tavanomaiselle kehitykselle tyypillinen neuraalisesti havaittavissa oleva motivaatio lähestymiseen toisen henkilön suoran katseen yhteydessä tulee ilmi jo kehityksen varhaisessa vaiheessa ja jopa vain tietokoneelta esitettyä lähestyvää kasvokuvaa katsellessa.

Kehitysviiveisten lasten frontaaliaktivaatiossa toisen henkilön suoraan ja alaspäin suunnattuun katseeseen ei havaittu tilastollisesti merkitseviä eroja. Tulokset antavatkin viitteitä siitä, että sekä liikkeessä ollut suora että liikkeessä ollut alaspäin suunnattu katse saavat heillä aikaan välttämismotivaation viittaavaa oikeanpuoleista frontaaliaktivaatiota, mikä näkyy alfataajuisten aktiiviteetin vaimenemisena oikeanpuoleisilla etuotsalohkoalueilla. Tulos on yllättävä, sillä hypoteeseissa oletettiin samoin kuin tavanomaisesti kehittyneillä lapsilla suoran katseen saavan aikaan lähestymismotivaation viittaavaa aktivaatiota vasemmalla etuotsalohkolla. Kehitysviiveisillä lapsilla liike sinällään sai aikaan välttämismotivaation viittaavaa aktivaatiota (ks. kuva 3), ja voi olla, että kohti liikkuva ärsyke oli heille merkittävämpi tekijä kuin katsesuunta. Katsojaa kohti liikkuvan ärsykkeen on ajateltu olevan vihjaus mahdollisesta uhasta (Schiff, Caviness, & Gibson, 1962), ja aikaisemmissa tutkimuksissa liikkuvan ärsykkeen onkin havaittu saavan aikaan välttämiskäytökseen liittyviä behavioraalisia toimintoja (pään työntäminen kauemmas ärsykkeestä, käsien nostaminen suulle) jo 2–11 viikon ikäisillä vauvoilla (Ball & Tronick, 1971), mikä kertoo liikkeen tärkeästä merkityksestä ympäristön prosessoinnissa. Voi olla, että heikkotasoisilla kehitysviiveisillä lapsilla huomio kiinnittyikin ensisijaisesti liikkeeseen katsesuunnan sijaan, ja tämä vaikuttaisi siihen, ettei prosessoinnissa havaittu eroja eri katsetilanteiden välillä. Kehitysviiveisten lasten ryhmä oli pieni ja kehitysvamman etiologia kullakin lapsella oletettavasti erilainen, joten tästä ryhmästä ei siten voida tehdä kovin pitkälle vietyjä johtopäätöksiä.

4.2. Kohti liikkuvan ärsykkeen merkitys lähestymis- ja välttämisreaktioihin

Erot autististen ja tavanomaisesti kehittyneiden lasten reagoititavoissa eri katsesuuntiin tulivat esille ainoastaan liikkuvien ärsykekuvien kohdalla. Näin voimakasta liikkeen vaikutusta tuloksiin ei aiemman tutkimustiedon puuttuessa osattu tässä tutkimuksessa odottaa: missään ryhmässä ei havaittu tilastollisesti merkitseviä eroja reagoinnissa eri ärsykkeisiin silloin, kun ärsykekuvat olivat paikallaan. Analyyseissa hyväksytyjen paikallaan ja liikkeessä olevien ärsykkeiden määrät eivät eronneet merkitsevästi toisistaan, joten prosessoinnissa havaitut erot eivät selity myöskään eri ärsykkeiden määrän epätasaisella jakautumisella aineistossa. Myöskään kontrolliärsykkeinä

käytettyihin autokuviin reagoinnissa ei havaittu eroja missään ryhmässä, mikä tukee nimenomaan katsesuunnan erilaista vaikutusta frontaalisen aivoaktivaation asymmetriaan eri lapsiryhmissä. Autististen lasten osalta tuloksen tekee erityisen mielenkiintoiseksi saatu havainto, jonka mukaan liike sinällään (kun kaikkien liikkuvien ärsykkeiden asymmetria-arvot oli keskiarvoistettu yhteen) sai heillä aikaan lähestymismotivaatioon viittaavaa aktivaatiota vasemmalla etuotsalohkolla (ks. kuva 3). Kun liikkuvien ärsykkeiden aikaansaamia asymmetria-arvoja tarkasteltiin erillisinä, ja ärsykkeenä oli lasta kohti liikkuva suora katse, aktivaatio painottuikin oikealle puolelle antaen siten viitteitä välttämismotivaatiosta (ks. kuva 2). Näin ollen ajatus autististen lasten mahdollisesta välttämistäipumuksesta toisen henkilön suoran katseen yhteydessä saa vielä vahvempaa tukea. Autistisilla lapsilla havaittu välttämismotivaatio suoraan katseeseen ei selity myöskään kokonaiskehityksen viiveellä, sillä kehitysviiveiset lapset reagoivat liikkeeseen eri tavoin kuin autistiset lapset.

4.3. Tutkimuksen rajoitukset ja jatkotutkimuksen tarve

Aineistolle tehtiin huolellinen videoanalyysi, jossa poistettiin kaikki sellaiset analyysijaksot, joiden aikana lapsi ei katsonut ruudulle tai teki muuten jotakin mittauksen kannalta häiritsevää, kuten liikehti paljon. Videoanalyysin lisäksi joitakin jaksoja jouduttiin hylkäämään myös aivosähkökäyrälle tehtyjen korjausten takia. Poistettujen analyysijaksojen määrä vaikutti suoraan siihen, että tutkimuksen aineisto jäi verrattain pieneksi koehenkilömäärän suhteen, mikä tulee ottaa huomioon tuloksia yleistettäessä. Pieni otoskoko saattaa vaikuttaa myös siihen, että tilastollisesti merkitseviä eroja eri ärsyketilanteiden välillä ryhmissä havaittiin suhteellisen vähän. Toisaalta kaikilta analyyseissa mukana olleilta tutkittavilta saatiin analyyseihin mukaan keskimäärin yli 30 hyväksyttyä analyysijaksoa, kun hyväksyttyjen analyysijaksojen enimmäismäärä olisi ollut 48. Näin ollen voisi olettaa, että analyyseissa mukana olleet lapset ovat edustava otos siinä mielessä, että he tekivät tehtävän rauhassa, ja että heidän mitattu frontaaliaktivaationsa kuvastaa sitä, mitä tutkimuksessa haluttiinkin mitata.

Kylliäisen ym. (2012) tutkimuksessa ärsykeinä käytettiin samoin kuin tässä tutkimuksessa tietokoneelta esitettyjä lähestyviä kuvia, ja tavanomaisesti kehittyneillä lapsilla ja nuorilla havaittiin neuraaliseen lähestymiskäyttäytymiseen viittaavaa voimakkaampaa vasemmanpuoleista aktivaatiota kuviin, joissa henkilön silmät olivat auki. Kylliäisen ym. (2012) tutkimuksessa ärsykkeet kuitenkin

liikkuivat ja olivat esillä pidemmän aikaa, viisi sekuntia, kun taas tässä tutkimuksessa analysoitaviksi valituissa jaksoissa liikettä kesti ainoastaan yhden sekunnin ajan. On mielenkiintoista, että jo näin lyhyellä, yhden sekunnin ärsykkeiden esittämisaikalla saadaan tilastollisesti merkitseviä eroja esille, ja tulokset ovat samansuuntaisia kuin aiemmassa tutkimuksessa. Pieniä vaikeasti autistisia lapsia oli ajoittain hankalaa saada kiinnostumaan kasvokuvista edes muutamaksi sekunniksi. Koekierrosten rakentaminen siten, että kasvo- ja autokuvat olivat ensin paikallaan ja lähtivät sitten liikkeelle, oli hyvä valinta, sillä se auttoi lapsia kiinnittämään huomionsa tietokoneruudun kuvaan. Tätä todistaa se, että hyväksyttäviä analyysijaksoja saatiin eniten heti koekierroksen käynnistyttyä kohdistusärsykkeen jälkeen ja heti ärsykkeen lähdettyä liikkeelle. Paikallaan ja liikkeessä olevat ärsykkeet olivat siten samassa koekierroksessa ja tulivat ruudulle aina samassa järjestyksessä. Liikkeen vaikutusta asymmetriaan onkin jatkossa tutkittava lisää asetelmalla, jossa tilanteet eivät ole osana samaa koekierrosta. Näin liikkeen vaikutus tuloksiin saataisiin tarkemmin kontrolloitua, ja mahdollinen suoraan katseeseen liittyvä lähestymis- tai välttämismotivaatio tulisi kenties vielä selkeämmin esille. Jatkotutkimuksissa voisi myös hyödyntää pitkittäistutkimusasetelmaa, jolloin saataisiin vielä tarkempaa tietoa toisen henkilön katseeseen mahdollisesti liittyvistä lähestymis- ja välttämistäipumuksista ja niiden kehityksestä näissä lapsiryhmissä.

4.4. Johtopäätökset

Tutkimuksen ehdottomana vahvuutena voidaan pitää pienten, kognitiivisesti heikkotasoisien autististen lasten tutkimista, sillä vastaavaa tutkimusta näin pienillä ja heikkotasoisilla lapsilla ei ole aiemmin tehty. Tulokset antavat täten uutta tutkimustietoa pienten autististen, tavanomaisesti kehittyneiden ja kehitysviiveisten lasten frontaaliaktivaatiosta ja siihen liitetystä motivaatiosta välttää tai lähestyä silloin, kun toinen henkilö katsoo suoraan heitä kohti. Pienille autistisille lapsille toisen henkilön suora katse vaikuttaisi olevan jopa välttämismotivaatiota aikaansaava ärsyke. Tutkimuksen tuloksia voisi jatkossa hyödyntää esimerkiksi autististen lasten varhaiskuntoutuksessa ja kuntouksen suunnittelussa. Seuraamalla suoran katseen aikaansaamia reaktioita lapsen kehityksen kuluessa voisi myös saada tietoa katsekuntoutuksen vaikuttavuudesta ja suunnata kuntoutusta. Lasten vanhempia ja perheiden kanssa työskenteleviä ammattilaisia hyödyttää varmasti tämä tutkimustieto siitä, mitkä tekijät saattavat olla autistisilla lapsilla usein havaittavan poikkeavan katsekäyttäytymisen taustalla.

Toisen henkilön suora katse ei neuraalisella tasolla motivoi autistisia lapsia lähestymään, vaan jopa välttämään sitä.

LÄHTEET

Allen, J., Coan, J., & Nazarian, M. (2004). Issues and assumptions on the road from raw signals to metrics of frontal EEG asymmetry in emotion. *Biological Psychology*, *67*, 183–218.

American Psychiatric Association (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*. 5. painos. Arlington, VA: American Psychiatric Association.

Baird, G., Charman, T., Cox, A., Baron-Cohen, S., Swettenham, J., Wheelwright, S., & Drew, A. (2001). Screening and surveillance for autism and pervasive developmental disorders. *Archives of Disease in Childhood*, *84*, 468–475.

Ball, W., & Tronick, E. (1971). Infant responses to impending collision: Optical and real. *Science*, *171*, 818–820.

Baranek, G. (1999). Autism during infancy: A retrospective video analysis of sensory-motor and social behaviors at 9–12 months of age. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *29*, 213–224.

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

Burnette, C., Henderson, H., Inge, A., Zahka, N., Schwartz, C., & Mundy, P. (2011). Anterior EEG asymmetry and the Modifier Model of Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *41*, 1113–1124.

Corsello, C. (2005). Early intervention in autism. *Infants & Young Children*, *18*, 74–85.

Davidson, R. (2004). What does the prefrontal cortex “do” in affect: perspectives on frontal EEG asymmetry research. *Biological Psychology*, *67*, 219–233.

Davidson, R., & Fox, N. (1982). Asymmetrical brain activity discriminates between positive and negative affective stimuli in human infants. *Science*, *218*, 1235–1237.

- Dawson, G., Klinger, L., Panagiotides, H., Lewy, A., & Castelloe, P. (1995). Subgroups of autistic children based on social behavior display distinct patterns of brain activity. *Journal of Abnormal Child Psychology*, *23*, 569–583.
- Dawson, G., Webb, S., & McPartland, J. (2005). Understanding the nature of face processing impairment in autism: insights from behavioral and electrophysiological studies. *Developmental neuropsychology*, *27*, 403–424.
- Delorme, A., & Makeig, S. (2004). EEGLAB: an open source toolbox for analysis of single-trial EEG dynamics including independent component analysis. *Journal of Neuroscience Methods*, *134*, 9–21.
- Falck-Ytter, T., Carlström, C., & Johansson, M. (2015). Eye contact modulates cognitive processing differently in children with autism. *Child Development*, *86*, 37–47.
- Falck-Ytter, T., & von Hofsten, C. (2011). How special is looking in ASD: A review. Teoksessa Braddick, O., Atkinson, J., & Innocenti, G. (toim.). *Progress in brain research*, vol. 189 (s. 209–222). Burlington: Academic Press.
- Farroni, T., Csibra, G., Simon, F., & Johnson, M. (2002). Eye contact detection in humans from birth. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *99*, 9602–9605.
- Farroni, T., Menon, E., & Johnson, M. (2006). Factors influencing newborns' preference for faces with eye contact. *Journal of Experimental Child Psychology*, *95*, 298–308.
- Fombonne, E. (2009). Epidemiology of pervasive developmental disorders. *Pediatric Research*, *65* (6), 591–598.
- Gabard-Durnam, L., Tierney, A., Vogel-Farley V., Tager-Flusberg, H., & Nelson, C. (2015). Alpha asymmetry in infants at risk for autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *45*, 473–480.

Gillespie-Smith, K., Riby, D., Hancock, P. & Doherty-Sneddon, G. (2014). Children with autism spectrum disorder (ASD) attend typically to faces and objects presented within their picture communication systems. *Journal of Intellectual Disability Research*, 58, 459–470.

Green, J., Charman, T., McConachie, H., Aldred, C., Slonims, V., Howlin, P., ... the PACT Consortium (2010). Parent-mediated communication-focused treatment in children with autism (PACT): a randomised controlled trial. *Lancet*, 375, 2152–2160.

Harmon-Jones, E. (2004). Contributions from research on anger and cognitive dissonance to understanding the motivational functions of asymmetrical frontal brain activity. *Biological Psychology*, 67, 51–76.

Harmon-Jones, E., & Allen, J. (1998). Anger and frontal brain activity: EEG asymmetry consistent with approach motivation despite negative affective valence. *Journal of Personality and Social Psychology*, 74, 1310–1316.

Hietanen, J., Leppänen, J., Peltola, M., Linna-aho, K., & Ruuhiala, H. (2008). Seeing direct and averted gaze activates the approach-avoidance motivational brain systems. *Neuropsychologia*, 46, 2423–2430.

Hood, B., Macrae, N., Cole-Davies, V., & Dias, M. (2003). Eye remember you: the effects of gaze direction on face recognition in children and adults. *Developmental Science*, 6, 67–71.

Hutt, C., & Ounsted, C. (1966). The biological significance of gaze aversion with particular reference to the syndrome of infantile autism. *Behavioral Science*, 11, 346–356.

Jones, W., Carr, K., & Klin, A. (2008). Absence of preferential looking to the eyes of approaching adults predicts level of social disability in 2-year-old toddlers with autism spectrum disorder. *Archives of General Psychiatry*, 65, 946–954.

Joseph, R., Ehrman, K., McNally, R., & Keehn, B. (2008). Affective response to eye contact and face recognition ability in children with ASD. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 14, 947–955.

- Kaartinen, M., Puura, K., Mäkelä, T., Rannisto, M., Lemponen, R., Helminen, M., Salmelin, R., Himanen, S-L., & Hietanen, J. (2012). Autonomic arousal to direct gaze correlates with social impairments among children with ASD. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *42*, 1917–1927.
- Kaatiala, J., Yrttiaho, S., Forssman, L., Perdue, K., & Leppänen, J. (2013). A graphical user interface for infant ERP analysis. *Behavior Research Methods*, *46*, 745–757.
- Kleinke, C. (1986). Gaze and eye contact: A research review. *Psychological Bulletin*, *100*, 78–100.
- Klin, A., & Jones, W. (2013). Attention to eyes is present but in decline in 2–6 month-olds later diagnosed with autism. *Nature*, *504*, 427–431.
- Klin, A., Jones, W., Schultz, R., Volkmar, F., & Cohen, D. (2002). Visual fixation patterns during viewing of naturalistic social situations as predictors of social competence in individuals with autism. *Archives of General Psychiatry*, *59*, 809–816.
- Koskentausta, T., Sauna-Aho, O., & Varkila-Saukkola, L. (2013). Autististen lasten ja nuorten hoito ja kuntoutus. *Suomen Lääkärilehti*, *8*, 587–592.
- Kylliäinen, A., Braeutigam, S., Hietanen, J., Swithenby, S., & Bailey, A. (2006). Face- and gaze-sensitive neural responses in children with autism: a magnetoencephalographic study. *European Journal of Neuroscience*, *24*, 2679–2690.
- Kylliäinen, A., & Hietanen, J. (2006). Skin conductance responses to another person's gaze in children with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *36*, 517–525.
- Kylliäinen, A., Jones, E., Gomot, M., Warreyn, P., & Falck-Ytter, T. (2014). Practical guidelines for studying young children with autism spectrum disorder in psychophysiological experiments. *Review Journal of Autism and Developmental Disorders*, *1*, 373–386.

- Kylliäinen, A., Wallace, S., Coutanche, M., Leppänen, J., Cusack, J., Bailey, A., & Hietanen, J. (2012). Affective-motivational brain responses to direct gaze in children with autism spectrum disorder. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *53*, 790–797.
- Laeng, B., Sirois, S., & Gredebäck, G. (2012). Pupillometry: A window to the preconscious? *Perspectives on Psychological Science*, *7*, 18–27.
- Le Couteur, A., Lord, C., & Rutter, M. (2003). *The Autism Diagnostic Interview: Revised (ADI-R)*. Los Angeles, CA: Western Psychological Services.
- Levy, S. E., Mandell, D. S., & Schultz, R. T. (2009). Autism. *The Lancet*, *374*, 1627–1638.
- Lord, C., Rutter, M., DiLavore, P., Risi, S., Gotham, K., & Bishop, S. (2012). *Autism Diagnostic Observation Schedule, Second Edition (ADOS-2)*. Los Angeles, CA: Western Psychological Services.
- Louwerse, A., van der Geest, J., Tulen, J., van der Ende, J., Van Gool, A., Verhulst, F., & Greaves-Lord, K. (2013). Effects of eye gaze directions of facial images on looking behaviour and autonomic responses in adolescents with autism spectrum disorders. *Research in Autism Spectrum Disorders*, *7*, 1043–1053.
- Macrae, C., Hood, B., Milne, A., Rowe, A., & Mason, M. (2002). Are you looking at me? Eye gaze and person perception. *Psychological Science*, *13*, 460–464.
- Maestro, S., Muratori, F., Cavallaro, M., Pecini, C., Cesari, A., Paziente, A., Stern, D., Golse, B., & Palacio-Espasa, F. (2005). How young children treat objects and people: An empirical study of the first year of life in autism. *Child Psychiatry and Human Development*, *35*, 383–396.
- Marshall, P., Bar-Haim, Y., & Fox, N. (2002). Development of the EEG from 5 months to 4 years of age. *Clinical Neurophysiology*, *113*, 1199–1208.
- Mattila, M-L., Hurtig, T., Haapsamo, H., Jussila, K., Kuusikko-Gauffin, S., Kielinen, M., ... Moilanen, I. (2010). Comorbid psychiatric disorders associated with asperger syndrome/high-

functioning autism: a community- and clinic-based study. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 40, 1080–1093.

Nuske, H., Vivanti, G., & Dissanayake, C. (2015). No evidence of emotional dysregulation or aversion to mutual gaze in preschoolers with autism spectrum disorder: an eye-tracking pupillometry study. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 45, 3433–3445.

Osterling, J., & Dawson, G. (1994). Early recognition of children with autism: a study of first birthday home videotapes. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 24, 247–257.

Osterling, J., Dawson, G., & Munson, J. (2002). Early recognition of 1-year old infants with autism spectrum disorder versus mental retardation. *Development and Psychopathology*, 14, 239–251.

Parellada, M., Penzol, M., Pina, L., Moreno, C., González-Vioque, E., Zalsman, G., & Arango, C. (2014). The neurobiology of autism spectrum disorders. *European Psychiatry*, 29, 11–19.

Pellicano, E., & Macrae, C. (2009). Mutual eye gaze facilitates person categorization for typically developing children, but not for children with autism. *Psychonomic Bulletin & Review*, 16, 1094–1099.

Pönkänen, L., Peltola, M., & Hietanen, J. (2011). The observer observed: frontal EEG asymmetry and autonomic responses differentiate between another person's direct and averted gaze when the face is seen live. *International Journal of Psychophysiology*, 82, 180–187.

Rutter, M., Bailey, A., & Lord, C. (2003). *SCQ: Social Communication Questionnaire*. Los Angeles, CA: Western Psychological Services.

Rutter, M., Le Couteur, A., & Lord, C. (2003). *Autism Diagnostic Interview revised (ADI-R)*. Los Angeles, CA: Western Psychological Services.

Senju, A. (2013). Atypical development of spontaneous social cognition in autism spectrum disorders. *Brain & Development*, 35, 96–101.

- Senju A., & Hasegawa, T. (2005). Direct gaze captures visuospatial attention. *Visual cognition*, *12*, 127–144.
- Senju, A., Hasegawa, T., & Tojo, Y. (2005). Does perceived direct gaze boost detection in adults and children with and without autism? The stare-in-the-crowd effect revisited. *Visual Cognition*, *12*, 1474–1496.
- Senju, A., & Johnson, M. (2009). Atypical eye contact in autism: models, mechanisms and development. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, *33*, 1204–1214.
- Senju, A., Kikuchi, Y., Hasegawa, T., Tojo, Y., & Osanai, H. (2008). Is anyone looking at me? Direct gaze detection in children with and without autism. *Brain and Cognition*, *67*, 127–139.
- Senju, A., Tojo, Y., Yaguchi, K., Hasegawa, T. (2005). Deviant gaze processing in children with autism: an ERP study. *Neuropsychologia*, *43*, 1297–1306.
- Senju, A., Yaguchi, K., Tojo, Y., & Hasegawa, T. (2003). Eye contact does not facilitate detection in children with autism. *Cognition*, *89*, B43–51.
- Shiff, W., Caviness, J., & Gibson, J. (1962). Persistent feat responses in rhesus monkeys to the optical stimulus of “looming”. *Science*, *136*, 982–983.
- Stagg, S., Davis, R., & Heaton, P. (2013). Associations between language development and skin conductance responses to faces and eye gaze in children with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *43*, 2303–2311.
- Stroganova, T., Nygren, G., Tsetlin, M., Posikera, I., Gillberg, C., Elam, M., & Orekhova, E. (2007). Abnormal EEG lateralization in boys with autism. *Clinical Neurophysiology*, *118*, 1842–1854.
- Sutton, S., Burnette, C., Mundy, P., Meyer, J., Vaughan, A., Sanders, C., & Yale, M. (2005). Resting cortical brain activity and social behavior in higher functioning children with autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *46*, 211–222.

Tierney, A., Gabard-Durnam, L., Vogel-Farley, V., Tager-Flusberg, H., & Nelson, C. (2012). Developmental trajectories of resting EEG power: an endophenotype of autism spectrum disorder. *PLoS ONE*, *7*, e39127.

Uusberg, H., Allik, J., & Hietanen, J.K. (2015). Eye contact reveals a relationship between neuroticism and anterior EEG asymmetry. *Neuropsychologia*, *73*, 161–168.

van der Geest, J., Kemner C., Verbaten, M., & van Engeland, H. (2002). Gaze behavior of children with pervasive developmental disorder toward human faces: a fixation time study. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *43*, 669–678.

van Engeland, H., & Buitelaar, J. (2008). Autism Spectrum Disorders. Teoksessa Rutter, M., Bishop, D., Pine, D., Scott, S., Stevenson, J., Taylor, E., & Thapar, A. *Rutter's Child and Adolescent Psychiatry* (s. 759–781). Oxford: Blackwell Publishing.

Werner, E., Dawson, G., Munson, J., & Osterling, J. (2005). Variation in early developmental course in autism and its relation with behavioral outcome at 3–4 years of age. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *35*, 337–350.

World Health Organization (1992). The ICD-10 classification of mental and behavioural disorders: Clinical descriptions and diagnostic guidelines. Geneva: World Health Organization.

Yang, C., Perfetti, C., & Schmalhofer, F. (2007). Event-related potential indicators of text integration across sentence boundaries. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, *33*, 55–89.

Zwaigenbaum, L., Bryson, S., Rogers, T., Roberts, W., Brian, J., & Szatmari, P. (2005). Behavioral manifestations of autism in the first year of life. *International Journal of Developmental Neuroscience*, *23*, 143–152.