

Oskari Magga & Miska Rätty

**5–8-KUUKAUTISTEN  
VAUVOJEN KASVOLIHASREAKTIOT  
KATSEKONTAKTIIN IHMISEN JA ROBOTIN  
KANSSA**

Yhteiskuntatieteiden tiedekunta  
Kandidaatintutkielma  
Elokuu 2023

# TIIVISTELMÄ

Oskari Magga & Miska Rätty: ”5–8-kuukautisten vauvojen kasvolihhasreaktiot katsekontaktiin ihmisen ja robotin kanssa”

Kandidaatintutkielma

Tampereen yliopisto

Psykologian tutkinto-ohjelma

Heinäkuu 2023

---

Tämän kandidaatintutkielman tarkoituksena oli tarkastella 5–8-kuukautta vanhojen vauvojen reaktioita katsekontaktiin ihmisen ja robotin kanssa. Halusimme selvittää, reagoivatko vauvat eri tavalla robotin kuin ihmisen katseeseen, ja eroavatko reaktiot suoran ja käännetyin katseen välillä. Tutkimme myös sitä, vastaako robotin katsekontaktin mahdollisesti herättämät vasteet ihmisen katsekontaktin herättämiä vasteita, ja eroavatko nämä huomattavasti kontrolliärsykkeestä. Aiemman, aikuisten ja robottien välistä katsekontaktia tutkineen kirjallisuuden perusteella oletimme robotin ja ihmisen suoran katsekontaktin herättävän vauvassa positiivisia affektiivisiä reaktioita ja suoran katseen herättävän positiivisempia reaktioita kuin käännetyin. Lisäksi oletimme, että ihmisen suora katse herättäisi voimakkaammin positiivisia reaktioita, kuin robotin suora katse.

Tutkimusaineisto koostuu 53:sta 5–8-kuukautta vanhasta vauvasta (tyttöjä 20, poikia 33). Aineisto kerättiin lähettämällä postitse kutsukirje Pirkanmaan alueen 5–8-kuukautisten vauvojen vanhemmille. Tutkittavan vanhempi oli mukana tutkimuskäynnillä. Tutkimme vauvojen tunnereaktioita käyttämällä mittarina kasvojen lihasten emg-aktivaatiota. Poskipäänlihaksen, Zygomaticus Majorin supistumista (tästä eteenpäin ”ZM”), sekä kulmakarvojen kurtistajalihaksen, Corrugator Superciliin rentoutumista (tästä eteenpäin ”CS”) pidetään luotettavana indikaattorina positiivisesta affektista. Analyysissä hyödynnettiin usean mittauksen varianssianalyysiä. Asetimme vauvojen kasvoille elektrodeja mittaamaan ZM:n ja CS:n aktivaatiota heidän katsoessaan eri ärsykejä. Malleina toimivat ihminen, NAO-mallinen, SoftBanks Roboticsin valmistama robotti, sekä kontrolliärsykkeenä toimiva sisustusvaasi. Kaikista ärsykkeistä oli suoraa vauvaa silmiin katsova versio, sekä kääntynyt versio.

Emme löytäneet eri koetilanteiden välillä tilastollisesti merkittäviä eroja CS:n ja ZM:n aktivaatiossa. Katseen suunnalla ei ollut merkittävää vaikutusta EMG-vasteisiin. Myöskään sillä, mikä malli oli kyseessä (tutkimusavustaja/robotti/vaasi), ei ollut merkittävää vaikutusta. Tulos saattaa johtua esimerkiksi siitä, että 5-8 kuukautta vanhojen vauvojen pienet, automaattisen mikroilmeet eivät vielä aidosti ilmennä heidän emotionaalisia reaktioitaan ärsykkeisiin. Voi myös olla, että pelkkä neutraali katse ei riitä aiheuttamaan vauvoissa positiivista affektia. Ehkä tähän vaaditaan muitakin vuorovaikutuksen osa-alueita, kuten vauvan eleiden peilaamista, ja äänillä kommunikointia. Nämä ovat eleitä, jotka tapahtuvat lasten ja vanhempien välillä pitkälti automaattisesti, ja siten ovat myös osa vauvan luonnollista vuorovaikutusmaailmaa. Jatkotutkimuksissa voitaisiin paneutua siihen, löytyisikö reaktioita eri tavoin mitattuna.

Avainsanat: Katsekontakti, vauvat, robotit, kehitys, kasvolihakset ja katse

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

## Sisällysluettelo

JOHDANTO .....	1
MENETELMÄT .....	5
Tutkittavat .....	5
Ärsykkeet .....	5
Koetilanne .....	6
Fysiologisen datan hankinta ja analysointi .....	7
Kasvojen lihaksiston aktiviteetti .....	8
TULOKSET .....	9
POHDINTA .....	10
LÄHDELUETTELO .....	14

# JOHDANTO

Ihmisten ja robottien välinen yhteistyö on lisääntymässä. Tekoäly integroituu yhteiskuntaamme, ja se tulee näkymään myös ihmisen ja robotin välisessä kanssakäymisessä. Näillä asioilla tulee olemaan paljon seurauksia, joita emme osaa vielä edes spekuloida. Ihmisten ja robottien välistä vuorovaikutusta on kuitenkin jo tutkittu.

Jotta robotti voi toimia ihmisen kanssa luonnollisesti, täytyy sen kyetä vuorovaikuttamaan nonverbaalisesti, koska nonverbaalinen viestintä on keskeinen osa ihmisen monimuotoista ja kompleksista kommunikointitapaa (Breazeal, Dautenhahn, & Kanda, 2016). Yksi nonverbaalisen viestinnän muoto on katsekontakti, joka on tärkeä tekijä ihmisten välisessä vuorovaikutuksessa. Ihmiset välittävät monenlaisia viestejä katseellaan, ja teknologian kehittyessä katsekontaktin ymmärtäminen ja soveltaminen robotiikassa tulee olemaan keskeistä.

Ihminen poikkeaa katsekontaktiltaan huomattavasti monista muista eläinlajeista (Hietanen, 2018). Toisin kuin monille muille ihmisapinalajeille, ihmisille on kehittynyt evoluution myötä silmänvalkuaiset, jotka auttavat toisia yksilöitä tunnistamaan katseen suunnan, sekä erottamaan, katsotaanko häntä suoraan silmiin vai muualle (Kobayashi & Koshima, 2001). Ihminen kykenee erottamaan katsekontaktin muualle suunnatusta katseesta syntymästä lähtien (Farroni, Csibra, Simion, & Johnson, 2002; Farroni, Menon, & Johnson, 2006). Katsekontaktilla voidaan viestiä monenlaisia asioita, mutta yleensä katsekontakti koetaan positiivisena, (Wirth, Sacco, Hugenberg, & Williams, 2010) ja se kertoo katsojan huomion kiinnittyvän katsottavaan (Hietanen, 2018).

Yksi yleisesti käytetty tapa tutkia katsekontaktia on kasvon pienen lihaksiston sähköisten vasteiden mittaaminen. Ihmisen ihon sähkönjohtavuutta mittaamalla ollaan havaittu suoran katsekontaktin kiihdyttävän sympaattisen hermoston toimintaa enemmän kuin sivulle suunnatun katsekontaktin, ja ihmisten välillä katsekontakti herättää vasteita myös kasvolihaksissa enemmän kuin sivulle suunnattu (Kiilavuori, Sariola, Peltola, & Hietanen, 2021). Neutraalissa kontekstissa katsekontakti lisää hymyilyyn liittyvän poskipäälihaksen, Zygomaticus Majorin (tästä eteenpäin käytetään lyhennettä "ZM") aktivaatiota ja vähentää kulmankurtistajalihaksen, Corrugator Superciliin aktivaatiota (tästä eteenpäin käytetään lyhennettä "CS"), joka puolestaan on yhteydessä ärtymyksen tunteeseen (Hietanen, 2018; Kiilavuori ym., 2021). Yleisesti aikuisilla kasvojen lihasten

aktivaation mittaaminen katsetutkimuksissa on antanut johdonmukaisia tuloksia (Hietanen, 2018). Tutkimusta on tehty myös eri-ikäisillä ja havaittu esimerkiksi, että kolmevuotiaiden lasten ZM aktivoituu heidän katsellessaan hymyileviä kasvoja (Geangu, Quadrelli, Conte, Croci, & Turati, 2016).

Ihminen voi suhtautua robottiin ja ihmiseen hyvinkin samanlaisella tavalla, ja esimerkiksi spontaanisti kopioida ihmistä muistuttavan robotin ilmettä (Hofree, Ruvolo, Bartlett, & Winkielman, 2014). Hofreen, Urogenin, Winkielmanin ja Sayginin tutkimuksessa (2015) robotin nostaessa sen kättä, aktivoitui käden nostamiseen liittyvät lihakset myös tilannetta tarkkailevilla tutkittavilla. Robotin ottama katsekontakti lisää koehenkilön ja robotin ihmismäistä vuorovaikutusta: ihmiset kokivat katsekontaktia ottavan robotin ihmismäisemmäksi, sosiaalisesti enemmän läsnäolevaksi, tietoisemmaksi ja älykkäämmäksi kuin robotin, joka ei ota suoraa katsekontaktia (Kuhnlentz, B., Wang, & Kuhnlentz, K., 2017). Katsekontakti robotin kanssa herättää samankaltaisia vasteita kasvolihasissa kuin katsekontakti toisen ihmisen kanssa (Kiilavuori ym., 2021). Kiilavuoren ja kollegoiden (2021) tutkimuksessa havaittiin sekä kahden ihmisen, että ihmisen ja robotin välisen katsekontaktin aktivoivan ZM-lihaksia ja vähentävän CS:n aktivaatiota verrattuna käännettyyn katseeseen, mikä kertoo suoran katsekontaktin luomasta positiivisesta affektista. Katsekontakti näyttää olevan olennaista, sillä tutkimuksessa ihminen-ihminen koeasetelmassa sivuun osoitettu katse ei herättänyt yhtä voimakkaita vasteita kuin suora katsekontakti, eikä se tehnyt näin myöskään ihminen-robotti-asetelmassa. Tutkimuksessa huomattiin myös, että vaikka molemmissa koeasetelmissa vasteet olivat samansuuntaisia, robotti-ihminen-asetelmassa ZM:n vasteet olivat silti heikompia, ja CS:n voimakkaampia kuin ihminen-ihminen-asetelma (Kiilavuori ym., 2021).

Katsekontakti on ihmisen sosiaaliselle ja kognitiiviselle kehitykselle äärimmäisen tärkeä asia (Farroni ym., 2002). Ihmisvauva on sensitiivinen toisen ihmisen katseelle, ja suosii häneen itseensä suuntautuvia kasvoja (Farroni ym., 2002; 2006). De Klerkin, Hamiltonin ja Southgaten (2018) tutkimuksessa vauva matki käsiliikettä, mikäli sen tekijä katsoi vauvaa, mutta ei silloin, kun käsiliikkeen tekijä katsoi pois päin vauvasta. Toisin kuin aikuinen, vauva ei implisiittisesti suosi kohti katsovaa katsetta sivulle katsovan sijaan, jos katsojan kasvot ovat käännetty ylösalaisin tai sivulle päin (Farroni ym., 2006). Tämä saattaa viitata siihen, että vauvan kyky tunnistaa kasvoja ei ole vielä täysin kehittynyt. Suora katse aiheuttaa vauvoille voimakkaampia neuraalisia ERP-vasteita kuin muualle katsova (Farroni ym., 2002). Katseen seuraaminen ja suoran katsekontaktin

nopea tunnistaminen ovat merkittäviä tekijöitä sosiaalisten suhteiden kehittymisessä ja ymmärtämisessä (Farroni ym., 2002; Brooks & Meltzoff 2005).

Aikuisilla tehdyissä tutkimuksissa on havaittu, että pelkät nauhoitetut videot katsekontaktista eivät riitä tuottamaan yhtä vahvoja vasteita ihon sähkönjohtavuudessa tai itseen liittyvässä tiedonkäsittelyssä, kuin paikan päällä tai videopuhelun välityksellä tapahtuva katsekontakti (Hietanen & Hietanen 2017; Hietanen, J.O., Peltola, Hietanen, J.K., 2020; Lyyra ym., 2018). Toisaalta pelkän videon katsekontaktista on havaittu vaikuttavan kasvojen ZM ja CS -lihasten EMG-aktivaatioon yhtä vahvasti kuin paikan päällä ja videopuhelun välityksellä tapahtuva katsekontakti (Hietanen ym., 2020). Koska paikan päällä tapahtuneen ja videopuhelun välillä muodostetun katsekontaktin herättämien ihon sähkönjohtavuusvasteiden ja kognitiomuutosten on havaittu eroavan pelkän videonauhoitteen aiheuttamista vasteista, olisi tärkeää tutkia paikan päällä tapahtuvan katseen vaikutusta myös vauvoihin.

Toisten kasvojen näkemisen aiheuttamaa vauvan kasvolihasten aktivaatiota on tutkittu jonkin verran. Audiovisuaalisen positiivisen ärsykkeen on havaittu lisäävän ZM-aktivaatiota, ja negatiivisen ärsykkeen lisäävän CS-aktivaatiota 5-kuukautisilla vauvoilla (Isomura & Nakano, 2016). Kyseisessä tutkimuksessa ärsykkeenä käytettiin kuvaa itkevästä tai nauravasta ilmeestä, johon oli liitettyä tunneilmaisua vastaava ääntely. Toisessa tutkimuksessa (Kaiser, Crespo-Llado, Turati, & Geangu, 2017) erityisesti kuvat iloisista naamoista aktivoivat 7-kuukautisten vauvojen ZM-lihasta, mutta 4-kuukautisilla vauvoilla kasvolihasten aktivaatiota ei tapahtunut vasteena kasvokuvaan. Datynerin, Henryn ja Richfordin tutkimuksessa (2017) todettiin, että 7-kuukautiset pystyvät myös erottamaan positiivista ja negatiivista tunnetilaa ilmentävät kasvokuvat. ZM-lihaksen aktivaatio oli positiivista tunnetilaa ilmentäviä kasvoja katsoessa suurempaa. Tutkimuksessa ei sen sijaan havaittu eroja CS:n aktivaatiossa ilmeiden välillä.

Vauvojen ja robottien välistä katsekontaktia koskevan tutkimuksen määrä on huomattavasti vähäisempi kuin aikuisten ja robottien. On mielekäästä kysyä, missä vaiheessa inhimillistä suhtautuminen robotin katseeseen kehittyy, vai onko se synnynnäistä. Voi olla mahdollista, että katse on niin sanottu ylinormaali ärsyke, jolloin pienetkin katsekontaktista viittovat ärsykkeet riittäviä saamaan lapsessa aikaan voimakkaan psykofysiologisen reaktion lisäten ZM:n aktivaatiota ja vähentäen CS:n aktivaatiota, ja kenties saamaan hänet kohdistamaan huomionsa häntä katsovaan objektiin. Toisaalta voi olla, että katsoessaan erilaisia ihmismäisiä robotteja kuvaavia elokuvia, ja oppiessaan tekoälyn kehityksestä, ihminen vasta iän myötä alkaa

suhtautumaan robottien katseeseen inhimillistävästi, jolloin vasteet eivät välttämättä olisi vauvoilla samanlaisia.

Robottien ja vauvojen välistä katsetta koskevaa tutkimusta voidaan soveltaa monella tavalla. Tekoälyn kehittyessä robotiikkaa voitaisiin hyödyntää esimerkiksi lasten opetuksessa (Westlund ym., 2017), opiskelijoiden hyvinvoinnin tukemisessa (Jeong ym., 2022), tai avaruuden tutkimisessa (Chen & Breazeal, 2021). Esimerkiksi terapeuttisia robotteja on jo käytetty hoitokodeissa (Wada, Shibata, Sakamoto, & Tanie, 2006). On myös pohdittu sitä, avautuuko pieni lapsi kokemistaan negatiivisista muistoista mieluummin robotille kuin ihmiselle. Tästä on jo hieman lupaavaa näyttöä (Bethel, Stevenson, & Scassellati, 2011), ja robottien hyödyntäminen esimerkiksi hyväksikäyttötutkinnoissa on mahdollinen sovellus teknologialle. Kaikki tämä edellyttää kuitenkin ihmisen ja robotin välisen vuorovaikutuspinnan rakentamista, mikä puolestaan vaatii ymmärrystä robotin ja ihmisen vuorovaikutuksen muodostavista tekijöistä. Ihmis-roboti-interaktion tutkimuksen osa-alueet voivat valaista sitä, mikä tekee erilaisista robottisovelluksista ja -interventioista toimivia.

Paikan päällä tapahtuvaa katsekontaktia vauvan ja robotin välillä ei ole vielä tutkittu. Koska vauvan katseen/kasvojen tunnistus ei ole yhtä kehittynyttä kuin aikuisilla (Farroni ym., 2006), on tärkeää tutkia, millainen vaikutus robotin katseella on vauvaan. Tässä tutkimuksessa näytämme 5–8-kuukautisille vauvoille joko vauvaa kohti tai sivullepäin katsovaa ihmistä, robottia, tai kontrolliärsykkeenä toimivaa sisustusvaasia. Vauvojen kasvolihaksille ZM ja CS tehdään kokeen aikana EMG-mittaukset. Tarkastelemme niiden aktivaatiota, minkä perusteella päättelemme vauvojen hetkessä kokeman affektin (Isomura & Nakano, 2016). Vaikka asiaa ei olekaan vielä tutkittu vauvoilla, aikuisilla tehtyjen tutkimusten (Kiilavuori ym., 2021; Hietanen ym., 2020) perusteella oletamme sekä ihmisen, että robotin katsekontaktin lisäävän vauvojen ZM-aktivaatiota ja vähentävän CS-aktivaatiota verrattuna käännettyyn katseeseen. Oletamme ihmisen suoran katseen lisäävän ZM-aktivaatiota ja vähentävän CS-aktivaatiota enemmän kuin robotin suoran katseen. Oletamme myös, että sekä robotin, että ihmisen katsekontaktin luoma vaste on suurempi kuin kontrolliärsykkeen.

# MENETELMÄT

## Tutkittavat

Tutkittavia oli 53 ja he olivat iältään 5–8-kuukautisia (ka=32,65 viikkoa, kh=1,74 viikkoa). Tutkittavista 20 oli tyttöjä ja 33 poikia. Tutkittavat kerättiin lähettämällä postitse kirje kaikille 5–8-kuukautisten vauvojen vanhemmille Pirkanmaan alueella. Tiedot vanhemmista saatiin Digi- ja väestövirastolta. Perheille ei kerrottu etukäteen tutkimusprosessiin liittyvän robotteja, jotta tämä ei mahdollisesti pääsisi vaikuttamaan koetilanteeseen tai tilannetta edeltäviin tapahtumiin. Tutkittavan vanhempi oli mukana tutkimuskäynnillä, ja palkkioksi tutkittavat saivat käynnistä pehmolelun. Tampereen alueen eettinen toimikunta antoi puoltavan lausunnon tutkimusproseduurin eettisyydestä. Tutkittavat kerättiin, ja aineisto koottiin syyskuun ja joulukuun välisenä aikana vuonna 2022.

## Ärsykkeet

Ärsykkeenä tutkimuksessa toimivat ihmismalli, robotti ja kontrolliärsykkeenä toiminut sisustusvaasi. Ihmismallina vuorotteli kolme eri ihmistä. Ihmismallin ilme oli koko tutkimuksen ajan neutraali, mutta hän sai räpäyttää silmiään normaalisti. Mallit jännittivät hieman kasvojensa alaosaa, jotta heidän ilmeensä ei näyttäisi väsyneeltä. Mallien katse ja kasvot olivat joko suoraan tutkittavaa kohti, tai käännettynä 65 astetta sivulle. Mallin olkapäät ja keho olivat kummassakin tilanteessa tutkittavaa kohden. Robotti oli SoftBank Roboticsin valmistama NAO-malli, ja tutkijat olivat ohjelmoineet sen Choregraphe ohjelmistolla. Myös robotin kasvot, silmät ja katse olivat suunnattu suoraan tutkittavaa kohti, tai 65 astetta sivulle. Robotti räpäytti silmiään kolmen sekunnin välein, jotta sen katse vaikuttaisi luonnollisemmalta. Kontrolliärsykkeenä toimineen ruskean, koristeettoman vaasin kummallakin sivulla oli kahva. Vaasi oli muiden mallien



tapaan joko käännettynä 65 astetta sivulle, tai suoraan tutkittavaa kohden. Kaikkia ärsyksiä näytettiin 3000 millisekunnin ajan. Kaikki ärsykkeet olivat niiden näyttämisen ajan paikallaan, ihmismallin ja robotin silmänräpäyksiä lukuun ottamatta.

Ärsykkeet näytettiin nestekideikkunan (NSG UMU Products Co., Ltd.) läpi tutkittavalle. Ihmismalli istui noin 60 senttimetrin päässä ikkunarudusta, kun taas robotti ja vaasi 40 senttimetrin päässä. Ihmisestä ja robotista näkyi yläruumis ja pää. Tutkittava vauva istui vanhempansa sylissä noin 60 senttimetrin päässä ikkunarudusta. Nestekideikkunan toiselle puolelle pystyi näkemään ainoastaan ärsyksen esittämisen ajan. Muulloin ikkuna oli sumennettuna. Ikkunan läpinäkyvyyttä säädeltiin E-Prime 2.0-ohjelmistolla (Psychology Software Tools, Pittsburgh, PA).

## **Koetilanne**

Tutkimus suoritettiin kolmessa osassa, joissa ärsyksenä toimivat joko ihminen, robotti tai vaasi. Ärsykkeet näytettiin osallistujille eri järjestyksissä. Tutkimuksen tekemiseen osallistui kolme tutkijaa. Kokeenjohtaja kertoi tutkittavien vanhemmille tutkimuksesta, ohjeisti kokeen kulusta ja kontrolloi ärsykkeiden näyttämistä kokeen aikana. Yksi tutkimusavustaja auttoi elektrodien laittamisessa tutkittavaan ja tutkittavan siirtelyssä. Toinen tutkimusavustaja toimi ihmismallina, ja ohjasi NAO-robotin käyttäytymistä ennen tutkimuksen alkua. Ennen kokeen alkua kokeenjohtaja esitteli itsensä ja toisen tutkimusavustajan. Mallina toiminutta tutkimusavustajaa ei esitelty kokeen alussa, mutta hänestä kerrottiin tutkittavan vanhemmalle. Tutkittavan vanhemmalle kerrottiin tutkimuksen tarkoituksen olevan mitata erinäisiä fysiologisia reaktioita vauvan katsoessa entuudestaan tuntemattoman ihmisen kasvoja ja sosiaalisen robotin kasvoja.

Tutkittavan vanhemmalle kerrottiin tutkimuksen koostuvan kolmesta osasta ja siinä olevan vauvan lisäksi toinenkin osapuoli. Vanhemmalle kerrottiin toisen osapuolen istuvan nestekideikkunan toisella puolella tutkittavaa vastapäätä. Kerrottiin myös ikkunan muuttuvan vuoroin läpinäkyväksi ja läpinäkymättömäksi. Ikkunan ollessa läpinäkyvä, tutkittava ja toinen osapuoli näkevät toisensa. Vanhemmalle myös kerrottiin,

että tutkittavan katse pyritään pitämään koko ajan ikkunassa ja että vauvan kasvoja videokuvataan, jotta voidaan varmistaa vauvan katsovan koeärsykettä.

Jokaisen ärsykeosion alussa esiteltiin kyseisen osion malli. Ihminen esitteli itsensä nimeltä ja selkeästi kohdisti huomionsa tutkittavaan vauvaan vilkuttamalla hänelle. NAO-robotti esitteli itsensä sanomalla “Hei [tutkittavan nimi], kiva kun tulit katsomaan minua”. Tämän jälkeen NAO nousi seisomaan ja sanoi “Hei olen NAO”. Tutkittavan vanhempaa pyydettiin myös liikkumaan sivusuunnassa, jolloin NAO seurasi häntä katsellaan. Lyhyellä kanssakäymisellä pyrittiin näyttämään NAO:n olevan kykeneväinen tarkoituksenmukaiseen sosiaaliseen kanssakäymiseen. Vanhempaa oltiin myös etukäteen pyydetty vastaamaan kumpaankin esittelyyn esittelemällä itsensä ja vauva. Myös kontrolliärsyke näytettiin tutkittavalle ja hänen vanhemmalleen ennen koetilannetta.

Jokainen malli näytettiin tutkittavalle 20 kertaa, joista kymmenessä mallin katse oli suoraan tutkittavaa päin ja kymmenessä se oli käännettynä sivulle. Käännettyistä katseista viisi oli oikealle ja viisi vasemmalle. Yhteensä tutkittava näki 60 koekierrosta. Yksittäistä katsetta näytettiin 3000 millisekunnin ajan ja koekierrosten välinen aika oli noin 5000 millisekuntia. Mikäli tutkittavan huomio oli kiinnittynyt muualle, näytettiin ärsykettä tutkittavan katseen palautuessa taas ruutua kohti. Ihmis- ja robottimalli pitivät katseensa paikallaan koko 3000 millisekunnin ajan. Ihmismalli luki hänen puolellaan olevasta näytöstä, mihin suuntaan hänen tulee katsoa seuraavalla koekierroksella. Ohjeet ihmismallille hänen katseen suunnastaan tulivat satunnaistetusti E-prime ohjelmistolta. Tutkimusavustaja kontrolloi robotin katsesuuntaa kannettavalta tietokoneelta. Ohjeet robotin katsesuunnasta tulivat tutkimusavustajalle E-prime ohjelmistolta. Tutkimusavustaja käänsi myös vaasin suuntaa ohjelmiston ohjeiden mukaisesti.

Mittausten aikana tutkimuksessa oli käytössä huomionkiinnittäjiä, joilla vauvan huomio saatiin tarvittaessa takaisin ikkunaan, mikäli vauvan katse kohdistui muualle. Joko malli sanoi “Hei [vauvan nimi] katsopas tänne” tai diskovalot laitettiin päälle mallin puolella ikkunaa, jolloin ikkunaan heijastui värikkäitä liikkuvia valoja. Vaasin tapauksessa puhutun äänen sijasta huomio kiinnitettiin takaisin ikkunaan koputtelemalla puukeppejä yhteen.

## **Fysiologisen datan hankinta ja analysointi**

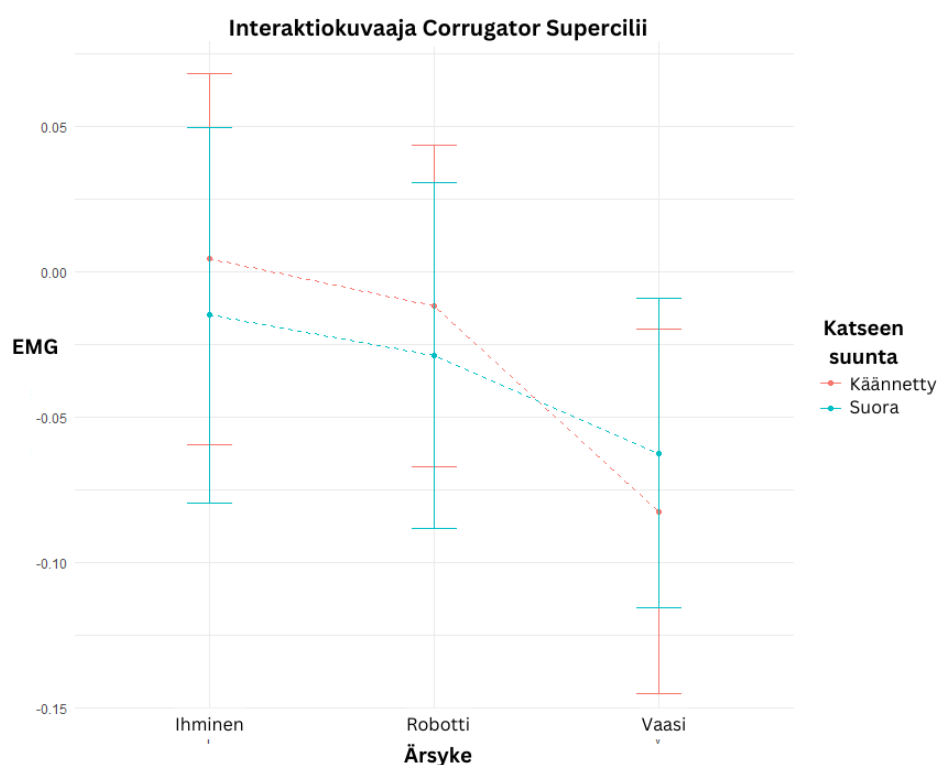
ZM- ja CS-lihasten aktiivisuutta mitattiin elektromyografialla (EMG) ja signaali vahvistettiin actiCHamp Plus vahvistimella (Brain Products GmbH). Näytteenottotaajuus oli 1000 Hz. Käytetyt elektrodit olivat itseliimautuvia ja valmiiksi geelitettyjä Ag/AgCl-elektrodeja. Elektrodit kiinnitettiin tutkittavaan Fridlundin & Cacioppon (1986) ohjeiden mukaisesti. Elektrodien kiinnityskohdat pyyhittiin vauvojen puhdistuspyyhkeellä puhtaaksi ennen kiinnittämistä. Referenssielektrodi kiinnitettiin tutkittavan otsaan hiusrajan alapuolelle.

## **Kasvojen lihaksiston aktiviteetti**

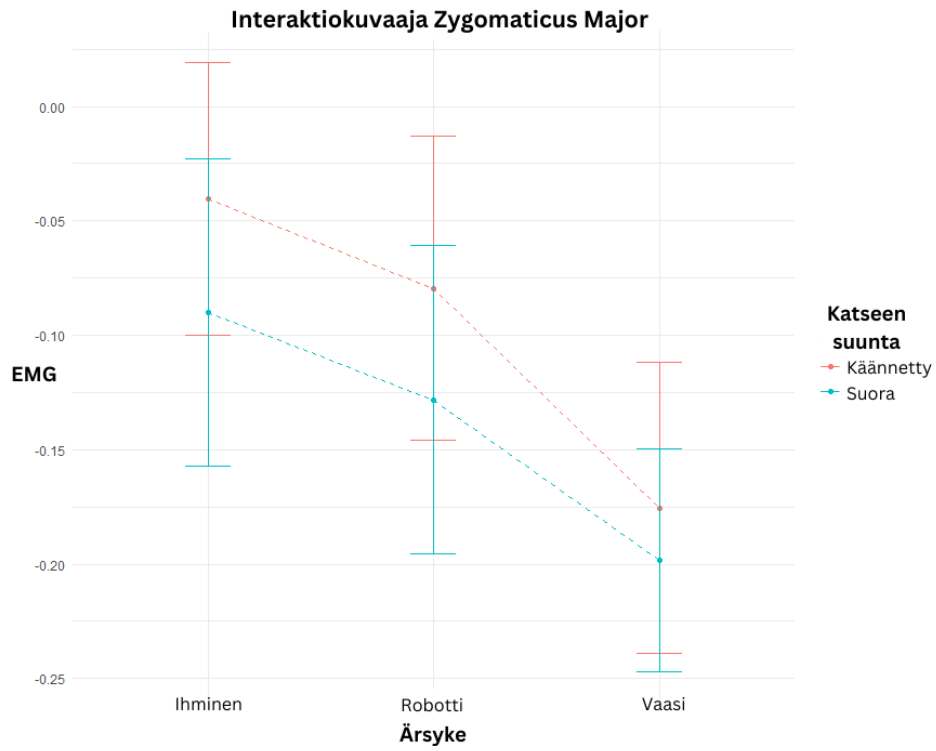
EMG-aktiivisuus mitattiin 3000 millisekunnin ajalta ärsyksen esittämisen jälkeen. Tämän aikavälin aktiivisuuden keskiarvosta vähennettiin 500 millisekuntia ennen ärsykettä mitatun aktiivisuuden keskiarvo. EMG-signaali suodatettiin 28-249 Hz kaistanpäästösuotimella ja 50 Hz kapealla kaistanestosuotimella käyttäen BrainVision Analyzer ohjelmaa. Vauvojen naamaa kuvattiin mittausten ajan, ja kaksi tutkimusavustajaa koodasivat kauanko vauva katseli ärsykettä kunkin 3000 millisekunnin koekierroksen aikana ja merkkasivat häiriöt. Tutkimusavustajat eivät tienneet kokeen tarkoitusta, tai mitä ärsyksiä kokeessa esitettiin. Häiriöiksi luokiteltiin itkeminen, yskiminen, haukottelu, aivastelu ja peukalon imeminen. Koekierroksia, joilla esiintyi häiriöitä, ei otettu mukaan analyysiin. Analyysistä jätettiin pois myös koekierrokset, joissa vauva katsoi ärsykettä alle puolet koekierroksen kestosta. Lihaskohtaisesti jätettiin pois sellaisten osallistujien havainnot, joilta saatiin alle kolme onnistunutta mittausta. Kolmen mittauksen epäonnistumisen aiheuttama poisjättäminen toisen lihaksen kohdalla ei sulkenut pois toisen lihaksen mittauksia. Analyysissä käytettiin RStudio-ohjelmistoa (v4.1.2; R Core Team, 2021). Aineiston valmistelussa käytettiin kirjastoa *tidyr* (Wickham, Vaughan, & Girlich, 2023), ja aineiston tarkastelussa kirjastoa *psych* (Revelle, 2022). Toistettujen mittausten varianssianalyysi toteutettiin kirjastolla *afex* (Singmann ym., 2023). Tulosten visualisointia varten käytettiin kirjastoa *ggplot2* (Wickham & Girlich, 2022).

# TULOKSET

Zygomaticus Majorin, ja Corrugator Superciliin aktivaatioita analysoitiin 2 (katseen suunta) \* 3 (ärsyke) toistettujen mittausten varianssianalyysimallilla. Varianssianalyysi ei osoittanut tilastollisesti merkittävää katseen päävaikutusta ZM:lle (p=.315595), eikä CS:lle (p=.833789). Myöskään ärsykkeen päävaikutus ei ollut tilastollisesti merkitsevä (ZM: p=.109768, CS: p=.760382). Mallin ja katseen suunnan yhteisvaikutus ei myöskään ollut merkitsevä kummankaan lihaksen kohdalla (ZM: p=.960737, CS: p=.746303). Koska merkittäviä päävaikutuksia ei löytynyt, ei myöskään ollut aiheellista tehdä aineistosta parittaisia vertailuja. Kasvolihasten elektromyografia-mittaustulokset ovat näkyvillä kuvaajissa 1 ja 2.



Kuvaaja 1. Corrugator Supercilii-lihaksen EMG-vasteet eri ärsykeolosuhteissa. Huom: erot eivät ole tilastollisesti merkitseviä. Kuvaajien y-akselit ovat eri skaalassa.



*Kuvaaja 2. Zygomaticus Majorlihasten EMG-vasteet eri ärsykkeisiin. Huom: erot eivät ole tilastollisesti merkitseviä. Kuvaajien y-akselit ovat eri skaalassa.*

## POHDINTA

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää vauvan tunteisiin liittyviä kasvolihhasreaktioita robotin tai ihmisen ottaessa häneen suoran katsekontaktin. Tarkastelimme, millainen vaikutus robotin ja ihmisen suoralla katseella on 5-8 kuukautisten vauvojen zygomaticus major- ja corrugator superciliarum- lihasten aktivaatioon. Tutkimme eroavatko reaktiot riippuen siitä, ottaako vauvan kanssa katsekontaktin ihminen vai robotti. Lisäksi tutkimme sitä, reagoivatko vauvat eri tavalla suoraan katsekontaktiin kuin sivulle suunnattuun katseeseen.

Aikuisilla tehtyjen aikaisempien tutkimuksien perusteella oletimme robotin ja ihmisen suoran katseen lisävään ZM:n aktivaatiota ja vähentävän CS:n aktivaatiota. Oletimme myös ihmiskatseen muodostaman katsekontaktin aiheuttavan voimakkaampia vasteita, verrattuna robotin muodostamaan katsekontaktiin. Kontrolliärsyksenä toimineen vaasin suunnan emme olettaneet vaikuttavan vasteisiin. Oletimme myös vaasin aiheuttamien kasvolihhasreaktioiden olevan merkitsevästi pienempiä verrattuna robotin ja ihmisen aiheuttamiin.

Hypoteesien vastaisesti ei ihmisen, robotin, eikä kontrolliärsyksen suoran ja käännetyin katseen kohdalla ollut merkitsevää eroa ZM- ja CS-lihasten aktivaatioissa. Hypoteesien vastaisesti myöskään ihmisen ja robotin suoralla katseella ei ollut merkitsevästi erilaista vaikutusta kasvolihasten aktivaatioon. Ihmisen ja robotin suorien katseiden aiheuttamat vasteet eivät eronneet merkitsevästi kontrolliärsyksen aiheuttamasta vasteesta.

Koska vauvoilla ei ole ennen tehty paikan päällä tapahtuvaa katsekontaktitutkimusta, ei tuloksia voi suoraan verrata aikaisempien tutkimuksien tuloksiin. Kuitenkin tulokset ovat ristiriidassa aikaisempien vauvoilla tehtyjen tutkimusten kanssa, joissa mallina on käytetty kuvaa tai videota katsekontaktista (Kaiser ym., 2017). Tulokset ovat myös ristiriidassa aikuisilla tehtyjen tutkimusten kanssa, joissa on käytetty hyvin samanlaisia menetelmiä kuin tässä tutkimuksessa (Hietanen, 2018; Kiilavuori ym., 2021). Koska vastaavia vauvan katsekontaktitutkimuksia ei ole tehty paikan päällä tapahtuvassa koetilanteessa, voidaan tämän tutkimuksen koeasetelmaa pitää tähän asti eniten luontaista katsekontaktitilannetta muistuttavana.

Tutkimuksen vahvuutena voidaan pitää, että sen koeasetelma oli hyvin samanlainen kuin aikaisemmat tutkimukset, joita on tehty aikuisilla (kuten Kiilavuori ym., 2021). Tällä pystyttiin kompensoimaan sitä, ettei vastaavaa paikan päällä tapahtuvaa katsekontaktitutkimusta ole tehty vauvoilla. Paikan päällä tapahtuvaa katsekontaktin tutkimista voidaan pitää olevan lähempänä luonnollisen katsekontaktin tarkastelua, kuin pelkillä kuvilla toteutettua tutkimusta. Erilaisesta tutkimusasetelmasta johtuen tämän tutkimuksen tulokset eivät kuitenkaan ole suoraan verrattavissa muihin vauvoja tutkiviin katsekontaktitutkimuksiin. Tutkittavien määrä oli myös hieman suurempi kuin aikuisilla tehdyissä tutkimuksissa. Aikaisemmista tutkimuksista poiketen mukana oli kontrolliärsykkeenä vaasi.

On mahdollista, ettei neutraali katsekontakti aiheuta vauvoilla samanlaista aktivaatiota kasvolihasissa, kuin aikuisella ihmisellä. Esimerkiksi “still face” -kokeessa (Tronick, Als, Adamson, Wise, & Brazelton, 1978) äidin neutraali katse on hyvinkin negatiivinen ärsyke vauvalle. Voi olla, että ollakseen affektiivisesti positiivinen vauvalle, interaktio edellyttää muitakin ihmisille omaisen vuorovaikutuksen osa-alueita. Näitä ovat esimerkiksi tunneilmaisujen peilaaminen kasvoniilmeillä, puheella ja äännähdyksillä, sekä koskettaminen ja muunlainen luonnollinen reagointi. Isomuran ja Nakanon (2016) tutkimuksessa vauvojen kasvolihasissa tapahtui aktivaatiota vasta, kun visuaalisen ärsykkeen lisäksi oli auditiivinen ärsyke. Tämä voisi viitata siihen, ettei pelkkä neutraali katse välttämättä riitä vauvoille affektiiviseksi ärsykkeeksi. Aikaisemmissa tutkimuksissa erityisesti CS:n aktivaation on havaittu olevan heikompaa kuin aikuisilla (Kaiser ym., 2017). Mahdollisesti myös se, että mallit ovat entuudestaan vauvoille tuntemattomia, voi vaikuttaa heidän kasvolihasensa aktivaation eri tavalla kuin aikuisilla. Noin puolen vuoden iässä vauvat alkavat vierastamaan tuntemattomia ihmisiä. Tämä saattaa vaikuttaa siihen, miten 5-8 kuukautiset kokevat katsekontaktin verrattuna aikuisiin.

Asiat, jotka tekevät katsekontaktista affektiivisesti positiivisen, eivät ole välttämättä samoja aikuisilla ja vauvoilla. Aikuiset ovat voineet ehdollistua kokemusten kautta pelkkään neutraaliin katseeseen eri tavalla kuin vauvat. Vauva ei ole välttämättä vielä oppinut pelkän katsekontaktin merkitystä sosiaalisen kanssakäymisen aloituksessa. Aikuisilla tehdyissä katsekontaktitutkimuksissa fysiologisten reaktioiden kannalta on ollut tärkeää, että tutkittava tietää toisen osapuolen näkevän hänet (Hietanen ym., 2020). Koska vauvan mielen teoria, eli käsitys muiden ihmisten omasta tietoisuudesta, ei ole yhtä kehittynyt kuin aikuisilla, voidaan kysyä, mikä vaikutus tällä on vauvan

ymmärrykseen katsekontaktista. Pelkkä neutraali katsekontakti ei välttämättä riitä saamaan vauvaa kokemaan, että hänen ja toisen välillä olisi kanssakäymistä.

NAO-robotti saattaa olla niin erilainen ihmisistä, joiden katsekontaktiin vauva on tottunut, ettei se herätä vastaavia vasteita. Voi olla, että androidimaisemman robotin luoma, luonnollisempi katsekontakti, johon sisältyy muita tavallisen interaktion muotoja, tuottaisikin affektiivisesti positiivisemman reaktion vauvassa kuin kontrolloiärsyke tai neutraali ihmiskatsekontakti. *Matsudan ja kollegoiden* (2015) tutkimuksessa vauvat kiinnittivät samalla tavalla huomiota ihmisen ja androidimaisen robotin tarttumisinteraktioon esineen kanssa, kun taas täysin mekaaniselta näyttävän robotin interaktio ei herättänyt samanlaisia mielenkiintovasteita.

Yksi mahdollinen tuloksiin vaikuttanut tekijä on, että käännettykin katse voi olla vauvoille merkityksellinen asia. Simpson ja kumppanit (2019) tutkivat kasvojen tunnistamista 2, 4, ja 6-kuukautisilla vauvoilla. Vauvoille esitettiin kuvia, joissa mallin kasvot ja katse olivat joko suoraan tutkittavaa kohti tai käännettynä sivulle. Näistä eniten huomiota vauvoilta saivat kuvat, joissa kasvot ja katse olivat kummatkin käännettynä sivulle. Selittäväksi tekijäksi ehdotettiin jaetun tarkkaavaisuuden oppimisen alkamista lapsilla. Käännetty katse saa ehkä vauvan valmistautumaan etsimään kuviteltua objektia, johon mallin katse on kiinnittynyt.

Tämä tutkimus tarjoaa hyvän pohjan jatkaa paikan päällä tapahtuvan katsekontaktin tutkimusta vauvoilla. Jatkotutkimuksissa olisi tärkeää selvittää vastaako vauvan kasvolihasen aktivaatio aikuisilla tapahtuvaa kasvolihasen aktivaatiota paikan päällä tapahtuvassa katsekontaktissa esimerkiksi lisäämällä tunnepitoinen auditiivinen ärsyke. Suurin osa vauvan kanssakäymisestä tapahtuu hänelle tuttujen ihmisten kanssa, joten voisi olla myös relevanttia tutkia vauvalle entuudestaan tuttujen ihmisten katseen vaikutusta. Myös robotin katsekontaktin kohdalla olisi tärkeää selvittää, miten vauvan reagointi eroaisi, jos robotti olisikin tutumpi. Tämä tutkimus kuitenkin täyttää aukkoa vauvojen paikan päällä tapahtuvan katsekontaktin tutkimuksessa. Tulokset antavat myös viitteitä siitä, ettei katsekontaktin affektiivinen merkitys vauvoille ole yksiselitteisesti positiivinen, toisin kuin aikuisille.



# LÄHDELUETTELO

Bethel, C. L., Stevenson, M. R., & Scassellati, B. (2011). Secret-sharing: Interactions between a child, robot, and adult. 2011 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics. <https://doi.org/10.1109/icsmc.2011.6084051>

Breazeal, C., Dautenhahn, K., & Kanda, T. (2016). Social Robotics. Springer Handbook of Robotics, 1935–1972. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-32552-1\\_72](https://doi.org/10.1007/978-3-319-32552-1_72)

Brooks, R., & Meltzoff, A. (2005). The development of gaze following and its relation to language. *Developmental Science*.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2005.00445.x>

Chen, H., & Breazeal, C. (2021). Toward Designing Social Human-Robot Interactions for Deep Space Exploration. *arXiv preprint arXiv:2105.08631*.

<https://doi.org/10.48550/arXiv.2105.08631>

Datynier, A., Henry, J. D., & Richmond, J. L. (2017). Rapid facial reactions in response to happy and angry expressions in 7-month-old infants. *Developmental Psychobiology*, 59(8), 1046–1050. <https://doi.org/10.1002/dev.21575>

De Klerk, C., Hamilton, A., & Southgate, V. (2018). Eye contact modulates facial mimicry in 4-month-old infants: An EMG and fNIRS study. *Cortex*.

<https://doi.org/10.1016/j.cortex.2018.05.002>

Farroni, T., Csibra, G., Simion, F., & Johnson, M. H. (2002). Eye contact detection in humans from birth. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(14), 9602–9605. <https://doi.org/10.1073/pnas.152159999>

Farroni, T., Menon, E., & Johnson, M. H. (2006). Factors influencing newborns' preference for faces with eye contact. *Journal of Experimental Child Psychology*, 95(4), 298–308. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2006.08.001>

Fridlund, A.J. and Cacioppo, J.T. (1986), Guidelines for Human Electromyographic Research. *Psychophysiology*, 23: 567-589.

<https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1986.tb00676.x>

Geangu, E., Quadrelli, E., Conte, S., Croci, E., & Turati, C. (2016). Three-year-olds' rapid facial electromyographic responses to emotional facial expressions and body postures. *Journal of Experimental Child Psychology*, 144, 1–14.

<https://doi.org/10.1016/j.jecp.2015.11.001>

**Wickham, H., Girlich, M. ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. Springer-Verlag New York, 2016.**

Wickham, H., Vaughan, D. and Girlich, M. (2023). tidy: Tidy Messy Data. R package version 1.3.0. <https://CRAN.R-project.org/package=tidy>

Singmann, H., Bolker, B., Westfall, J., Aust, F., & Mattan S. Ben-Shachar (2023). afex: Analysis of Factorial Experiments. R package version 1.2-1. <https://CRAN.R-project.org/package=afex>hofree

Hietanen, J. O., & Hietanen, J. K. (2017). Genuine Eye contact elicits isomuraself-referential processing. *Consciousness and Cognition*, 51, 100–115. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2017.01.019>

Hietanen, J. K. (2018). Affective eye contact: An integrative review. *Frontiers in Psychology*, 9. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01587>

- Hietanen, J. O., Peltola, M. J., & Hietanen, J. K. (2020). Psychophysiological responses to eye contact in a live interaction and in video call. *Psychophysiology*, 57(6). <https://doi.org/10.1111/psyp.13587>
- Hofree, G., Ruvolo, P., Bartlett, M. S., & Winkielman, P. (2014). Bridging the mechanical and the human mind: Spontaneous mimicry of a physically present Android. *PLoS ONE*, 9(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0099934>
- Hofree, G., Urgen, B. A., Winkielman, P., & Saygin, A. P. (2015). Observation and imitation of actions performed by humans, androids, and robots: An EMG study. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2015.00364>
- Isomura, T., & Nakano, T. (2016). Automatic facial mimicry in response to dynamic emotional stimuli in five-month-old infants. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 283(1844), 20161948. <https://doi.org/10.1098/rspb.2016.1948>
- Jeong, S., Aymerich-Franch, L., Arias, K., Alghowinem, S., Lapedriza, A., Picard, R., Park, H. W., & Breazeal, C. (2022). Deploying a robotic positive psychology coach to improve college students' psychological well-being. *User Modeling and User-Adapted Interaction*. <https://doi.org/10.1007/s11257-022-09337-8>
- Kaiser, J., Crespo-Llado, M. M., Turati, C., & Geangu, E. (2017). The development of spontaneous facial responses to others' emotions in infancy: An EMG study. *Scientific Reports*, 7(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-017-17556-y>
- Kiilavuori, H., Sariola, V., Peltola, M. J., & Hietanen, J. K. (2021). Making eye contact with a robot: Psychophysiological responses to eye contact with a human and with a humanoid robot. *Biological Psychology*, 158, 107989. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2020.107989>
- Kobayashi, H., & Kohshima, S. (2001). Unique morphology of the human eye and its adaptive meaning: Comparative studies on external morphology of the primate eye. *Journal of Human Evolution*, 40(5), 419–435. <https://doi.org/10.1006/jhev.2001.0468>
- Kuhnlentz, B., Wang, Z.-Q., & Kuhnlentz, K. (2017). Impact of continuous eye contact of a humanoid robot on user experience and interactions with professional user background. 2017 26th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN). <https://doi.org/10.1109/roman.2017.8172431>
- Lyyra, P., Myllyneva, A., & Hietanen, J. K. (2018). Mentalizing eye contact with a face on a video: Gaze direction does not influence autonomic arousal. *Scandinavian Journal of Psychology*, 59(4), 360–367. <https://doi.org/10.1111/sjop.12452>
- Matsuda, G., Ishiguro, H., & Hiraki, K. (2015). Infant discrimination of humanoid robots. *Frontiers in Psychology*, 6. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01397>
- Revelle, W. (2022) psych: Procedures for Personality and Psychological Research, Northwestern University, Evanston, Illinois, USA, <https://CRAN.R-project.org/package=psych> Version = 2.2.9.
- Simpson, E. A., Maylott, S. E., Mitsven, S. G., Zeng, G., & Jakobsen, K. V. (2019). Face detection in 2- to 6-month-old infants is influenced by gaze direction and species. *Developmental Science*, 23(2). <https://doi.org/10.1111/desc.12902>
- Tronick, E., Als, H., Adamson, L., Wise, S., & Brazelton, T. B. (1978). The infant's response to entrapment between contradictory messages in face-to-face interaction. *Journal of the American Academy of Child Psychiatry*, 17(1), 1–13. [https://doi.org/10.1016/s0002-7138\(09\)62273-1](https://doi.org/10.1016/s0002-7138(09)62273-1)
- Wada, K., Shibata, T., Sakamoto, K., Tanie, K. (2006). Long-term Interaction between Seal Robots and Elderly People — Robot Assisted Activity at a Health Service Facility for the Aged —. In: Murase, K., Sekiyama, K., Naniwa, T., Kubota, N., Sitte, J. (eds) *Proceedings of the 3rd International Symposium on Autonomous Minirobots for Research and Edutainment (AMiRE 2005)*. [https://doi.org/10.1007/3-540-29344-2\\_48](https://doi.org/10.1007/3-540-29344-2_48)

Westlund, J., Dickens, L., Jeong, S., Harris, P., DeSteno, D., & Breazeal, C. (2017). Children use non-verbal cues to learn new words from robots as well as people. *International Journal of Child-Computer Interaction*.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2017.04.001>

Wirth, J. H., Sacco, D. F., Hugenberg, K., & Williams, K. D. (2010). Eye gaze as relational evaluation: Averted eye gaze leads to feelings of ostracism and relational devaluation. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 36(7), 869–882.

<https://doi.org/10.1177/0146167210370032>