

EMOOTOIDEN VAIKUTUS PUHEEN YMMÄRTÄMISEEN

Heini Saarimäki

Neurotieteen ja lääketieteellisen tekniikan laitos, Aalto-yliopisto

1. Johdanto

Emootioilla on tärkeä merkitys vuorovaikutuksessa. Havainnot vuorovaikutuskumppanin tunnetilasta vaikuttavat käsitykseemme muun muassa tämän tavoitteista, asenteista ja motivaatiosta sekä vuorovaikutuksen laadusta, ja muokkaavat omia viestejämme.

Emootioiden vaikutus kaikkeen vuorovaikutukseen havainnolistuu, kun tarkastellaan, kuinka emootiotutkimus itse määrittelee niiden tehtävän ja luonteen: Emootioiden tehtävä on mahdollistaa selviytymisemme vaihtelevassa ympäristössä säätelemällä mielen ja kehon rajallisten resurssien kohdentamista niin, että ne tukevat eloonjäämistä (Adolphs, 2016; Damasio, 1998; Scherer, 2005). Näin ollen emootiot vaikuttavat koko aivojen tilaan: mikään yksittäinen aivoalue ei yksin ole vastuussa tietystä emootiosta, vaan eri tunteet aktivoivat aivojamme eri tavoin (Kober ym., 2008; Saarimäki ym., 2016). Emootio on siis ensisijaisesti henkilön tai organismin vaihteleva mielen tila, joka vaikuttaa siihen miten kaikki muut aisti- ja kognitiiviset järjestelmämme toimivat. Esimerkiksi ympäristössä havaittu uhkaava ärsyke, vaikkapa metsässä lähestyvä villieläin, saa sykkeemme kohoamaan, toimintamallin (esimerkiksi pakeneminen tai taistelu) aktivoitumaan, tarkkaavaisuuden suuntautumaan eläimen liikkeisiin, aistijärjestelmät virittäytymään muutosten havainnointiin, muistikuvat aiemmista kohtaamisista aktivoitumaan ja niin edespäin. Kaikki tämä aktivaatio yhdessä muodostaa tunnetilan, jolle voimme myöhemmin antaa nimen: pelko. Tunnetila on siis koko systeemin automaattisesti aktivoitunut tila: aivojen ja kehon tila tietyllä hetkellä. Ulospäin saamme viitteitä henkilön tai organismin tunnetilasta käyttäytymisen perusteella. Puheen ymmärtämisen kannalta olennaista on, että tunnetila muokkaa henkilön puhetta ja ei-kielellistä viestintää monin tavoin pääosin tiedostamatta.

Tässä katsauksessa käsittelen emootioiden vaikutusta puheen ymmärtämiseen erityisesti neurotieteen tutkimusten valossa. Näkökulma puheen ymmärtämiseen on pragmaattinen eli tarkasteltavana on erityisesti se, miten emotionaalinen konteksti vaikuttaa siihen, miten puhuja viestii ja miten kuulija tulkitsee puheen. Vuorovaikutuksen osalta keskityn pienimpään mahdolliseen interpersonaaliseen yksikköön, dyadiin eli kahden ihmisen väliseen vuorovaikutukseen.

2. Emootioiden vaikutus puheen ymmärtämiseen

Puheen ymmärtämiseen vuorovaikutustilanteessa vaikuttaa vähintään yhtä monta tunnetilaa kuin tilanteessa on vuorovaikutuskumppaneitakin. Kahden henkilön ollessa vuorovaikutuksessa toistensa kanssa tulevat molemmat henkilöt tilanteeseen oman tunnetilansa kanssa ja lisäksi dynaaminen vuorovaikutustilanne muovaa jatkuvasti osapuolten tunteita. Emootioiden vaikutusta puheen ymmärtämiseen ollaankin tutkittu eri näkökulmista, joista tässä käsittelen seuraavia kolmea näkökulmaa: 1) puhujan tunnetilan vaikutusta puheen ymmärtämiseen, 2) kuulijan tunnetilan vaikutusta puheen ymmärtämiseen, sekä 3) jaetun tunnetilan vaikutusta puheen ymmärtämiseen.

2.1 Puhujan tunnetilan vaikutus puheen ymmärtämiseen

Puhujan tunnetila vaikuttaa puheen semanttisiin ja prosodisiin piirteisiin sekä muuhun ei-kielelliseen viestintään, kuten eleisiin ja kasvonilmeisiin, joko tiedostamatta tai tietoisesti. Tutkimus on keskittynyt erityisesti erittelemään, miten tietty tunnetila johtaa puhujan tuottamaan tietynlaista puhetta, ja minkälaisen käsityksen puhujan tunnetilasta kuulija todennäköisesti muodostaa puheen perusteella (Cowie ym., 2001; Cowie & Cornelius, 2003). Erityisesti prosodian merkitystä sekä prosodian ja semantiikan välistä yhtenevyyttä on tutkittu.

Kommunikoidessamme emootioita kielellisesti syntyy ymmärrys sekä lingvistisen (semanttinen ja syntaktinen) että pragmaattisen (eleet, kasvonilmeet, emotionaalinen prosodia) tiedon käsittelystä. Myös aivokuvantamistutkimuksissa on osoitettu semantiikkaa, prosodiaa ja toisen henkilön mielentilaa edustavien hermoverkoston aktivoituvan kuulijan

pyrkiessä tulkitsemaan semanttiselta sisällöltään sekä prosodialtaan emotionaalista puhetta (Beaucosin ym., 2007).

Etenkin prosodia tarjoaa tärkeitä vihjeitä puhujan tunnetilasta sosiaalisen vuorovaikutuksen aikana. Tunnetila tuottaa puhujassa fysiologisia muutoksia: se vaikuttaa hengitykseen, fonaatioon ja artikulaatioon. Erityisesti muutokset äänenkorkeudessa ja voimakkuudessa välittävät emotionaalista prosodiaa (Banse & Scherer, 1996; Coutinho & Dikken, 2013). Eri emotioille voidaan määritellä tyypilliset ja toisistaan poikkeavat akustiset parametrit (ks. yhteenvetona Scherer, 2003). Prosodia voi myös muuttaa puhutun viestin merkitystä, esimerkkinä ironia: semanttisesti samansisältöinen ”pidän kukista” voidaan prosodiasta riippuen tulkita joko positiivisena (pidän kukista) tai negatiivisena (en pidä kukista).

Emootioiden kommunikointi on kuitenkin osiaan monimutkaisempi prosessi ja vuorovaikutuksessa kokonaisuudella on väliä. Jo kahdeksan kuukauden ikäiset lapset yhdistävät emotionaalista informaatioita eri modaliteeteista, kuten kasvoista ja äänestä (Grossmann ym., 2006). Aikuisilla on taipumus preferoida paralingvistisia piirteitä puheen kielellisen sisällön yli. Tämä taipumus kehittyy lapsuuden aikana: ristiriitaisissa viesteissä lapset nojautuvat yleensä enemmän puheen sisältöön, mutta aikuiset enemmän prosodiaan (Morton & Trehub, 2001).

Joskus kielellisen ja ei-kielellisen viestinnän eri osa-alueet ovatkin keskenään ristiriitaisia eli inkongruentteja, mikä voi johtaa ongelmiin tulkita, mitä puhuja yrittää sanoa (Mitchell, 2006a, 2006b; Wittfoth ym., 2010). Esimerkiksi ammatillisessa keskustelussa on harvinaista, että puhuja korottaa äänensä vihasena. Sen sijaan puhuja, joka on tyytymätön keskusteluun, saattaa hymyillä, vaikka hänen äänensävyensä voi paljastaa todellisen tunnetilan. Tämä johtaa konfliktiin siinä, kuinka tulkita puhujan kommunikoinnin tarkoitus. Kongruentit kielelliset ja ei-kielelliset emotioiden ilmaisut helpottavat informaation prosessointia (Jessen & Kotz, 2011; Paulmann & Pell, 2009). Inkongruentin viestin tulkinta on vaativampi tehtävä, mikä näkyy pidempinä vastauslatensseina sekä ristiriitaisia ärsykeitä prosessoivien aivoalueiden aktivoitumisena inkongruentin viestin aikana (Kotz ym., 2015).

Yhteenvetona voidaan todeta, että puhujan tunnetila välittyy kuulijalle etenkin puheen semantiikan ja prosodian kautta. Puheen ymmärtäminen helpottuu, kun puheen eri osa-alueet – semantiikka, prosodia ja ei-kielelliset viestit – ovat keskenään yhteneviä.

2.2 Kuulijan tunnetilan vaikutukset

Kuulija tuo vuorovaikutustilanteeseen oman taustalla vaikuttavan tunnetilansa. Yllä esitetyn emotionin määritelmän mukaisesti tunnetila muokkaa kuulijan aisti- ja kognitiivisia järjestelmiä, joten puhujan viesti tavoittaa kuulijan aina jonkinlaisessa olemassa olevassa mielen tilassa. Miten puheen ymmärtämiseen vaikuttaa kuulijan jo olemassa oleva tunnetila? Jos kuulija on surullinen tai masentunut, miten hän ymmärtää oman tunnetilansa kanssa joko kongruentin (esim. surullinen) tai inkongruentin (esim. iloinen) puheen?

Kuulijan tunnetilan vaikutusta puheen ymmärtämiseen on tutkittu erittäin vähän, vaikka mielialan on osoitettu vaikuttavan tulkintoihin sosiaalisesta tilanteesta: hyvällä tuulella näemme hyvää omassa ja toisten toiminnassa, huonolla tuulella puolestaan huonoa (Forgas ym., 1984). Kuulijaa tutkittaessa on ennemminkin käytetty puhujan tunnetilaa ärsykkeenä ja tutkittu miten kuulija tulkitsee puhujan tunnetilaa tai miten emotionaalinen puhe moduloi kuulijan tunnetilaa. Sen sijaan visuaalisen aistihavainnon puolelta tiedetään, että emotionin tunnistaminen kasvonilmeistä muuttuu esimerkiksi surullisessa mielialassa ja masennuksessa. Surullinen mieliala vaikeuttaa emotionin havaitsemista ja saa näkemään surua neutraaleissakin kasvoissa ja vähemmän iloa iloisissa kasvoissa (Bouhuys ym., 1995; Chepenik ym., 2007). Masennuksessa sekä kasvonilmeiden että emotionaalisten ääniärsykkeiden – musiikin ja vokalisaatioiden – esittämien tunteiden tunnistus vaikeutuu ja neutraalit ärsykkeet tulkitaan herkemmin negatiivisiksi (Kohler ym., 2011; Naranjo ym., 2011). Näin ollen on todennäköistä, että tunnetila vaikuttaa myös puhutun viestin tulkintaan.

Kuulijan tunnetila kuitenkin myös päivittyy jatkuvasti vuorovaikutuksen aikana. Toisen henkilön tunnetila aktivoi nopeasti ja automaattisesti vastaavan tunnetilan behavioraaliset ja fysiologiset representaatiot myös katselijassa (Dimberg & Thunberg, 1998; Konvalinka ym., 2011; Wild & Bartels, 2001). Erityisesti viime aikoina onkin pyritty selvittämään, mitkä mekanismit toimivat vuorovaikutuskumppaneiden jaetun dynaamisen tunnetilan taustalla. Näitä käsittelen seuraavaksi.

2.3 Jaetun tunnetilan vaikutukset

Vuorovaikutuksessa molempien osapuolien täytyy jatkuvasti päivittää tietoa keskustelukumppanin sisäisestä tilasta, tavoitteista, motivaatiosta ja tunnetilasta, voidakseen luoda odotuksia toisen käytöksestä ja sopeuttaa omaa käytöstään siihen.

Yksi tällainen emotionaalisen tiedon välityksen mekanismi saattaa olla kehollinen simulaatio eli ”embodied simulation” (Adolphs ym., 2000; Bastiaansen ym., 2009; Decety & Jackson, 2004; Gallese, 2003; Iacoboni, 2009). Kun ihmiset havainnoivat toisen henkilön tunnepitoista käytöstä – kasvonilmeitä, eleitä, liikkeitä, puheen piirteitä – tämä automaattisesti aktivoi vastaavan representaation vastaanottajan aivoissa. Aivokuvantamistutkimuksissa on osoitettu, että tunnetilojen, kuten kivun, inhon ja mielihyvän, aikaansaama aivojen aktivaatio on sama riippumatta siitä, havaitaanko tunteet vai koetaanko ne itse (Jabbi ym., 2007; Jackson ym., 2005; Saarela ym., 2007; Singer ym., 2004; Wicker ym., 2003). Samat hermoverkostot siis aktivoituvat, kun havaitsemme toisen ihmisen kokevan jotain tunnetta ja kun itse koemme saman tunteen, mikä puolestaan mahdollistaa ”jaetun tunneavaruuden” puhujan ja kuulijan välille (Anders ym., 2011). Onkin ehdotettu, että toisen ihmisen tunnetilan automaattinen peilaaminen omassa kehossa ja aivoissa tukisi sosiaalista vuorovaikutusta kontekstuaalisen ymmärtämisen välityksellä: toisen ihmisen tunnetilan jakaminen synnyttää katselijoissa somatosensorisen kehyksen, joka helpottaa heidän aikomusten ja toimintansa ymmärtämistä (Hatfield ym., 1994; Keysers ym., 2010; Niedenthal, 2007). Emotionaalisten kertomusten kuuntelu saattaa käynnistää kyseisten tapahtumien eläväistä kuvittelua. Tunnepitoinen sisältö todennäköisesti aktivoi aivojen emotioverkostoja (Costa ym., 2010; Jabbi ym., 2008; Wallentin ym., 2011).

Samanlainen aivokuoren prosessointi yksilöiden välillä saattaa heijastua aivotoiminnan synkronoitumisena, jota voidaan mitata esimerkiksi toiminnallisella magneettikuvantamisella (Hasson ym., 2004; Jääskeläinen ym., 2008; Kauppi ym., 2010; Wilson ym., 2008). Synkronoitunut aivojen aktivaatio saattaa myös helpottaa toisten ihmisten mentaalisten ja kehollisten perspektiivien ottamista ja heidän toimintansa ennustamista (Hasson ym., 2012). Emootiot saavat yksilöt tuntemaan, toimimaan ja katsomaan maailmaa samalla tavoin, joten on ehdotettu, että emotioihin liittyvä synkronisaatio helpottaisi yksilöiden välistä ymmärtämistä emotionaalisesti intensiivisten tapahtumien aikana (Nummenmaa ym., 2012).

Anders ym. (2011) osoittivat, että lähettäjän kasvonilmeillä välitetty tunnetila voidaan tunnistaa vastaanottajan aivoista. Tunnistustarkkuus on parempi aitojen vuorovaikutusparien kuin jälkikäteen satunnaisesti yhdistettyjen henkilöiden välillä, mikä osoittaa, että kyseessä ei ole pelkästään emotioon liittyvä yleinen aktivaatio vaan yksilöllisen vuorovaikutusepisodin vivahteet vaikuttavat tunnetilan tunnistamiseen. Stephens ym. (2010) tutkivat puhujan ja kuulijan aivojen aktivoitumista tarinoiden aikana. Puhujan aivoaktivaatiota mitattiin toiminnallisella magneettikuvauksella (fMRI) hänen kertoessaan tarinoita. Kuulijat

kuuntelivat saman tarinan fMRI-mittauksen aikana. Tutkimuksessa havaittiin, että mitä onnistuneempaa vuorovaikutus oli eli mitä paremmin kuulijat ymmärsivät puhujan tarinan, sitä suurempaa oli puhujan ja kuulijan aivoaktivaatioiden samankaltaisuus. Nummenmaa ym. (2014) osoittivat, että samaa tarinaa kuuntelevien henkilöiden aivoaktivaatio on samankaltaista erityisesti silloin, kun tarina sisältää kuvauksia emotionaalisista tilanteista.

Vaikuttaa siis siltä, että puhujan ja kuulijan aivoaktivaation samankaltaisuus kertoo vuorovaikutuksen onnistumisesta ja että aivoaktivaatiomme synkronoituu erityisesti, kun kuuntelemme tai katselemme emotionaalisia ärsykeitä. Seuraava luonnollinen askel olisikin tutkia, miten vuorovaikutuskumppaneiden emootiot vaikuttavat puhujan ja kuulijan aivoaktivaation samankaltaisuuteen, mutta julkaistuja tutkimuksia aiheesta ei toistaiseksi ole tehty.

3. Lopuksi

Tähän mennessä suurin osa kahden henkilön koeasetelmista on mitannut ensin puhujan ja sitten kuulijan aivoaktivaatiota. Jotta päästäisiin käsiksi vastavuoroisen kommunikaation kaikkiin piirteisiin, tulisi molempien vuorovaikutuskumppanien aivoaktivaatiota mitata samaan aikaan (ks. Hari & Kujala, 2009; Hari ym., 2015). Kahden henkilön samanaikainen mittaaminen on jo nyt tai vähintään lähitulevaisuudessa mahdollista ainakin toiminnallisella magneettikuvantamisella (fMRI) ja magnetoenkefalografialla (MEG) sekä toiminnallisella lähi-infrapunaspektroskopialla (fNIRS).

Emootioiden ja puheen tutkimuksen alalla on viitteitä siitä, että laboratoriotutkimus stereotyyppisillä tunnetiloilla kääntyy huonosti tosielämän sovelluksiin (Batliner ym., 2003). Tämän vuoksi on ensisijaisen tärkeää pyrkiä mahdollisimman luonnollisiin ärsykkeisiin ja vuorovaikutustilanteisiin myös aivokuvantamistutkimuksissa. Tutkimalla vastavuoroisen kommunikaation piirteitä myös aivotasolla voidaan ymmärtää ilmiöitä, joiden pelkkä behavioraalinen havainnointi on vaikeaa. Hyvänä esimerkkinä tällaisesta ilmiöstä on juuri emootioiden vaikutus puheen ymmärtämiseen.

Lähteet

- Adolphs, R., Damasio, H., Tranel, D., Cooper, G., & Damasio, A. R. (2000) A role for somatosensory cortices in the visual recognition of emotion as revealed by three-dimensional lesion mapping. *The Journal of Neuroscience*, 20, 2683–2690.
- Adolphs, R. (2016) How should neuroscience study emotions? By distinguishing emotion states, concepts, and experiences. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, nsw153.
- Anders, S., Heinzle, J., Weiskopf, N., Ethofer, T. & Haynes, J. D. (2011) Flow of affective information between communicating brains. *Neuroimage*, 54, 439–446.
- Banse, R. & Scherer, K. (1996) Acoustic profiles in vocal emotion expression. *Journal of Personality and Social Psychology*, 70, 614–636.
- Bastiaansen, J. A., Thioux, M., & Keysers, C. (2009) Evidence for mirror systems in emotions. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 364, 2391–2404.
- Batliner, A., Fischer, K., Huber, R., Spilker, J. & Nöth, E. (2003) How to find trouble in communication. *Speech Communication*, 40, 117–143.
- Beaucousin, V., Lacheret, A., Turbelin, M. R., Morel, M., Mazoyer, B. & Tzourio-Mazoyer, N. (2007) FMRI study of emotional speech comprehension. *Cerebral Cortex*, 17, 339–352.
- Bouhuys, A. L., Bloem, G. M. & Groothuis, T. G. (1995) Induction of depressed and elated mood by music influences the perception of facial emotional expression in healthy subjects. *Journal of Affective Disorders*, 33, 215–226.
- Chepenik, L. G., Cornew, L. A. & Farah, M. J. (2007) The influence of sad mood on cognition. *Emotion*, 7, 802–811.
- Costa, V. D., Lang, P. J., Sabatinelli, D., Versace, F. & Bradley, M. M. (2010) Emotional imagery: assessing pleasure and arousal in the brain's reward circuitry. *Human Brain Mapping*, 31, 1446–1457.
- Coutinho, E. & Dikken, N. (2013) Psychoacoustic cues to emotion in speech prosody and music. *Cognition & Emotion*, 27, 658–684.
- Cowie, R. & Cornelius, R. (2003) Describing the emotional states that are expressed in speech. *Speech Communication*, 40, 5–32.
- Cowie, R., Douglas-Cowie, E., Tsapatsoulis, N., Votsis, G., Kollias, S., Fellenz, W. & Taylor, J. G. (2001) Emotion recognition in human-computer interaction. *IEEE Signal processing magazine*, 18, 32–80.
- Damasio, A. R. (1998) Emotion in the perspective of an integrated nervous system. *Brain Research Reviews*, 26, 83–86.

- Decety, J., & Jackson, P. L. (2004) The functional architecture of human empathy. *Behavioral and Cognitive Neuroscience Reviews*, 3, 71–100.
- Dimberg, U., & Thunberg, M. (1998) Rapid facial reactions to emotional facial expressions. *Scandinavian Journal of Psychology*, 39, 39–45.
- Forgas, J. P., Bower, G. H. & Krantz, S. E. (1984) The influence of mood on perceptions of social interactions. *Journal of Experimental Social Psychology*, 20, 497–513.
- Gallese, V. (2003) The roots of empathy: the shared manifold hypothesis and the neural basis of intersubjectivity. *Psychopathology*, 36, 171–180.
- Grossmann, T., Striano, T. & Friederici, A. D. (2006) Crossmodal integration of emotional information from face and voice in the infant brain. *Developmental Science*, 9, 309–315.
- Hari, R. & Kujala, M. V. (2009) Brain basis of human social interaction: from concepts to brain imaging. *Physiological Reviews*, 89, 453–479.
- Hari, R., Henriksson, L., Malinen, S. & Parkkonen, L. (2015) Centrality of social interaction in human brain function. *Neuron*, 88, 181–193.
- Hasson, U., Nir, Y., Levy, I., Fuhrmann, G. & Malach, R. (2004) Intersubject synchronization of cortical activity during natural vision. *Science*, 303, 1634–1640.
- Hasson, U., Ghazanfar, A. A., Galantucci, B., Garrod, S. & Keysers, C. (2012) Brain-to-brain coupling: a mechanism for creating and sharing a social world. *Trends in Cognitive Sciences*, 16, 114–121.
- Hatfield, E., Cacioppo, J. T. & Rapson, R. L. (1994) *Emotional contagion*. Cambridge university press.
- Iacoboni, M. (2009) Imitation, empathy, and mirror neurons. *Annual Review of Psychology*, 60, 653–670.
- Jabbi, M., Swart, M. & Keysers, C. (2007) Empathy for positive and negative emotions in the gustatory cortex. *Neuroimage*, 34, 1744–1753.
- Jackson, P. L., Meltzoff, A. N. & Decety, J. (2005) How do we perceive the pain of others? A window into the neural processes involved in empathy. *Neuroimage*, 24, 771–779.
- Jessen, S. & Kotz, S. A. (2011) The temporal dynamics of processing emotions from vocal, facial, and bodily expressions. *Neuroimage*, 58, 665–674.
- Jääskeläinen, I. P., Koskentalo, K., Balk, M. H., Autti, T., Kauramäki, J., Pomren, C. & Sams, M. (2008) Inter-subject synchronization of prefrontal cortex hemodynamic activity during natural viewing. *The Open Neuroimaging Journal*, 2.
- Kauppi, J. P., Jääskeläinen, I. P., Sams, M. & Tohka, J. (2010) Inter-subject correlation of brain hemodynamic responses during watching a movie:

- localization in space and frequency. *Frontiers in Neuroinformatics*, 4, 5.
- Keysers, C., Kaas, J. H. & Gazzola, V. (2010) Somatosensation in social perception. *Nature Reviews Neuroscience*, 11, 417–428.
- Kober, H., Barrett, L. F., Joseph, J., Bliss-Moreau, E., Lindquist, K. & Wager, T. D. (2008) Functional grouping and cortical–subcortical interactions in emotion: a meta-analysis of neuroimaging studies. *Neuroimage*, 42, 998–1031.
- Kohler, C. G., Hoffman, L. J., Eastman, L. B., Healey, K. & Moberg, P. J. (2011) Facial emotion perception in depression and bipolar disorder: a quantitative review. *Psychiatry Research*, 188, 303–309.
- Konvalinka, I., Xygalatas, D., Bulbulia, J., Schjødt, U., Jegindø, E. M., Wallot, S., Van Orden, G. & Roepstorff, A. (2011) Synchronized arousal between performers and related spectators in a fire-walking ritual. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108, 8514–8519.
- Kotz, S. A., Dengler, R. & Wittforth, M. (2015) Valence-specific conflict moderation in the dorso-medial PFC and the caudate head in emotional speech. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 10, 165–171.
- Mitchell, R. L. (2006a) How does the brain mediate interpretation of incongruent auditory emotions? The neural response to prosody in the presence of conflicting lexico-semantic cues. *European Journal of Neuroscience*, 24, 3611–3618.
- Mitchell, R. L. (2006b) Does incongruence of lexiosemanic and prosodic information cause discernible cognitive conflict? *Cognitive, Affective & Behavioral Neuroscience*, 6, 298–305.
- Morton, J. B. & Trehub, S. E. (2001) Children’s understanding of emotion in speech. *Child Development*, 72, 834–843.
- Naranjo, C., Kornreich, C., Campanella, S., Noël, X., Vandriette, Y., Gillain, B., de Longueville, X., Delatte, B., Verbanck, P. & Constant, E. (2011) Major depression is associated with impaired processing of emotion in music as well as in facial and vocal stimuli. *Journal of Affective Disorders*, 128, 243–251.
- Niedenthal, P. M. (2007). Embodying emotion. *Science*, 316, 1002–1005.
- Nummenmaa, L., Glerean, E., Viinikainen, M., Jääskeläinen, I. P., Hari, R. & Sams, M. (2012) Emotions promote social interaction by synchronizing brain activity across individuals. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109, 9599–9604.
- Nummenmaa, L., Saarimäki, H., Glerean, E., Gotsopoulos, A., Jääskeläinen, I. P., Hari, R. & Sams, M. (2014) Emotional speech synchronizes brains across listeners and engages large-scale dynamic brain networks. *NeuroImage*, 102, 498–509.

- Paulmann, S. & Pell, M. D. (2009) Facial expression decoding as a function of emotional meaning status: ERP evidence. *NeuroReport*, 20, 1603–1608.
- Saarela, M. V., Hlushchuk, Y., Williams, A. C. D. C., Schürmann, M., Kalso, E., & Hari, R. (2007) The compassionate brain: humans detect intensity of pain from another's face. *Cerebral Cortex*, 17, 230–237.
- Saarimäki, H., Gotsopoulos, A., Jääskeläinen, I. P., Lampinen, J., Vuilleumier, P., Hari, R., Sams, M. & Nummenmaa, L. (2016) Discrete neural signatures of basic emotions. *Cerebral Cortex*, 26, 2563–2573.
- Scherer, K. (2003) Vocal communication of emotion: A review of research paradigms. *Speech Communication*, 40, 227–256.
- Scherer, K. (2005). What are emotions? And how can they be measured? *Social Science Information*, 44, 695–729.
- Singer, T., Seymour, B., O'doherty, J., Kaube, H., Dolan, R. J. & Frith, C. D. (2004) Empathy for pain involves the affective but not sensory components of pain. *Science*, 303, 1157–1162.
- Stephens, G. J., Silbert, L. J. & Hasson, U. (2010) Speaker–listener neural coupling underlies successful communication. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107, 14425–14430.
- Wallentin, M., Nielsen, A. H., Vuust, P., Dohn, A., Roepstorff, A. & Lund, T. E. (2011) Amygdala and heart rate variability responses from listening to emotionally intense parts of a story. *Neuroimage*, 58, 963–973.
- Wicker, B., Keysers, C., Plailly, J., Royet, J. P., Gallese, V. & Rizzolatti, G. (2003) Both of us disgusted in My insula: the common neural basis of seeing and feeling disgust. *Neuron*, 40, 655–664.
- Wild, B., Erb, M. & Bartels, M. (2001) Are emotions contagious? Evoked emotions while viewing emotionally expressive faces: quality, quantity, time course and gender differences. *Psychiatry Research*, 102, 109–124.
- Wilson, S. M., Molnar-Szakacs, I. & Iacoboni, M. (2008) Beyond superior temporal cortex: intersubject correlations in narrative speech comprehension. *Cerebral Cortex*, 18, 230–242.
- Wittfoth, M., Schröder, C., Schardt, D. M., Dengler, R., Heinze, H. J. & Kotz, S. A. (2010) On emotional conflict: interference resolution of happy and angry prosody reveals valence-specific effects. *Cerebral Cortex*, 20, 383–92.

Yhteystiedot:

Heini Saarimäki

Brain and Mind Laboratory

Neurotieteen ja lääketieteellisen tekniikan laitos

Aalto-yliopisto

heini.saarimaki@aalto.fi

<http://users.aalto.fi/~heikki3>