

NÄKÖKULMIA SISÄKORVAISTUTETTA KÄYTTÄVIEN LASTEN PUHUTUN KIELEN KEHITYKSEEN JA KOMMUNIKAATIOON

Taina Välimaa · Humanistinen tiedekunta,
Logopedia, Oulun yliopisto
Eila Lonka · Käyttäytymistieteiden laitos / Puhetieteet,
Käyttäytymistieteellinen tiedekunta Helsingin yliopisto

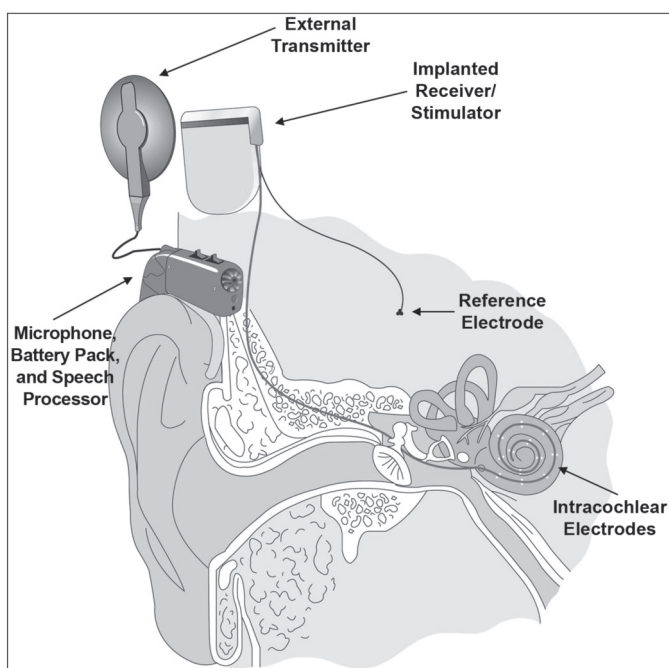
Sisäkorvaistute on kuulemisen apuväline, jonka avulla ohitetaan sisäkorvan puuttuvat tai vaurioituneet aistinsolut ja saadaan aikaan kuuloaistimus kuuloherron sähköisellä ärsytyksellä (Eddington, Dobelle, Brackman, Mladejovsky, & Parkin, 1978; Hochmair & Hochmair, 1980; Seligman & McDermott, 1995; Wilson & Dorman, 2008). Laite koostuu leikkauksella ihon alle ja sisäkorvaan asennettavista sisäisistä osista (vastaanotin ja elektrodinauha) ja ihon päällä pidettävistä ulkoisista osista (puheprosessori ja lähetinkela). Puheprosessorin mikrofoni kerää äänisignaalin tietyltä taajuuskaistalta (esim. 100–10 000 Hz tai 70–8500 Hz) ja muuntaa sen sähköiseksi. Puheprosessori puolestaan muuntaa sähköisen signaalin digitaaliseen muotoon käytössä olevan koodausmenetelmän mukaan. Koodi siirretään ulkoiseen lähetinkelaan, joka lähettää koodin radioaaltojen

avulla korvan takana ihon alla sijaitsevaan vastaanottimeen. Vastaanotin purkaa koodin ja lähettää sen edelleen sähköisinä impulsseina sisäkorvan simpukkaan asennettuun elektrodinauhaan. Elektrodinauhan sähköärsytys aktivoi kuuloherron säikeitä, joista ärsyke kulkeutuu kuuloratoja pitkin kuuloaivokuorelle havaittavaksi. Äänien ja puheen tulkintaan puolestaan osallistuvat useat kuuloaivokuoren alueet.

Puheprosessori ohjelmoidaan käyttöön noin kolmen tai neljän viikon kuluttua sisäkorvaistuteleikkauksesta ja sen ohjelmointia säädetään yksilöllisesti vähitellen. Kaikissa nykyisissä koodausmenetelmissä (ohjelmointistrategioissa) äänisignaali jaetaan useampiin taajuusalueisiin (Wilson ym., 1991; Zierhofer, Hochmair-Desoyer, & Hochmair, 1995; Kessler, 1999; Wilson & Dorman, 2008) ja pyritään jäljittelemään toimivan sisäkorvan ja kuuloratojen taajuus-paikka-periaatetta (Greenwood, 1990). Istutejärjestelmän kokonaistaajuusalue, taajuusaluejako ja aktivoitavien elektrodien määrä vaihtelevat sekä laitevalmistajasta että puheprosessorin ohjelmoinnista riippuen. Nykyiset koodausmenetelmät pyrkivät nopeaan näytteenottoon äänisignaalista. Koodausmenetelmien teknisellä kehittämisellä puolestaan pyritään aikaisempaa yhä parempaan äänisignaalin koodaamiseen, jotta puheen ja musiikin kuulonvarainen vastaanotto olisi entistä paremmin mahdollista.

Yhteystiedot:
Taina Välimaa
Humanistinen tiedekunta
Logopedia
Oulun yliopisto
taina.valimaa@oulu.fi

Eila Lonka
Käyttäytymistieteiden laitos
Puhetieteet
Käyttäytymistieteellinen tiedekunta
Helsingin yliopisto
eila.lonka@helsinki.fi



Kuva 1. Sisäkorvaistutteen ulkoiset ja sisäiset osat (Kuva artikkelista Wilson & Dorman, 2008; microphone, battery pack and speech processor = mikrofoni, paristot ja puheprosessori; external transmitter = ulkoinen lähetinkela; implanted receiver/stimulator = sisäinen vastaanotin; reference electrode = maadoituselektrodi; intracochlear electrodes = simpukan sisään asennettu elektrodinauha; kuvassa TEMPO+ järjestelmä; MED-EL, GmbH., Innsbruck, Itävalta).

Sisäkorvaistuttekuntoutuksen yleisenä edellytyksenä on molemminpuolinen vaikea tai erittäin vaikea kuulovika ja riittävän toimiva kuulohermo (Cochlear implant programme criteria, 2002; Fitzpatrick ym., 2009; NICE, 2009; Kim, Jeong, Lee, & Kim, 2010). Länsimaissa lasten synnynnäisten tai varhaislapsuudessa varmistuneiden keskivaikeiden–erittäin vaikeiden kuulovikojen vallitsevuus on noin 1–2 lasta 1000 vastasyntyntä kohden (paremman korvan kuulokynnysten keskiarvo taajuuksilla 0,5, 1, 2 ja 4 kHz, BEHL_{0,5–4 kHz} ≥ 40 dB, EU-työryhmämietintö, 1996; Mäki-Torkko, Lindholm, Värynen, Leisti, & Sorri, 1998; Fortnum, Summerfield, Marshall, Davis, & Bamford, 2001). Vaikeasti tai erittäin vaikeasti kuulovikaisia (BEHL_{0,5–4 kHz} ≥ 71 dB) heistä on noin 20–30 % (Mäki-Torkko ym., 1998). Osalla lapsista kuulo myös heik-

kenee varhaislapsuudessa ja kouluikäisenä (Fortnum ym., 2001). Sisäkorvaistutetta harkitaankin Suomessa noin 20–40 lapselle vuosittain (Kokkonen, Mäki-Torkko, Roine, & Ikonen, 2009). Ennen istuteleikkausta lapsille tehdään aina yksilöllinen esiselvitys moniammatillisessa työryhmässä. Selvityksessä arvioidaan mm. sisäkorvan toiminta ja rakenteet, kuulokojeiden antama hyöty, lapsen kommunikaatiotilanne ja perheiden motivaatio leikkaukseen ja kuntoutukseen.

Sisäkorvaistutteen asentamisen kriteerit ovat vuosien varrella muuttuneet. Vielä 1980-luvulla sisäkorvaistutetta suositeltiin vain erittäin vaikeasti kuulovikaisille aikuisille, jotka eivät tunnistanee puhetta kuulonvaraisesti lainkaan, eivätkä hyötynet kuulokojeesta huulioluvunkaan tukemana (Simmons, Lusted, & Myers, 1985; Cochlear

implants, 1988). Lasten sisäkorvaistutetekuntoutuksen alkuvaiheessa alhaisin sallittu sisäkorvaistutteen asentamiseksi oli kaksi vuotta (Cochlear implants in adults and children, 1995). Tutkimustiedon lisääntyttä kriteerit ovat muuttuneet ja lasten leikkausikä on alentunut (Colletti ym., 2005; Cochlear implant programme criteria, 2002; NICE, 2009; Nicholas & Geers, 2007; Thoutenhoofd ym., 2005). Myös vastasyntyneiden kuuloseudontojen yleistyminen ja kuulovian varhaisempi diagnosointi on osaltaan vaikuttanut leikkausiän alentumiseen (Davis, Yoshinaga-Itano, & Hind, 2001). Tällä hetkellä synnynnäisesti vaikea-asteisesti kuulovikaiset lapset saavat sisäkorvaistutteen usein yhden ja kahden ikävuoden välillä. Myös myöhempi sisäkorvaistutteen leikkausikä on mahdollinen silloin, kun lapsen kuulo vähitellen heikkenee ja lapsi ei enää hyödy perinteisistä kuulokojeista riittävästi.

Sisäkorvaistutetta käyttävistä lapsista on julkaistu runsaasti tutkimuksia. Esimerkiksi hakusanoilla ”cochlear implants” ja ”children” MEDLINE tietokanta antaa yli 1700 julkaisua ja Linguistics and Language (CSA) tietokanta puolestaan yli 300. Valtaosa tutkimustiedosta käsittelee lasten puheen havaitsemista sekä puhutun kielen kehitystä. Erityisesti aluksi painotettiin kuulonvaraisten taitojen ja puheen ymmärrettävyyden tutkimista. Vähitellen myös kielellisten taitojen arviointi on yleistynyt (Fink ym., 2007). Eräs selkeimmin sisäkorvaistutetta käyttävien lasten puheen havaitsemisen ja puhutun kielen taitoihin yhteydessä oleva seikka germaanisista kieliä käsittelevien tutkimusten mukaan on lasten leikkausikä (Artières, Vieu, Mondain, Uziel, & Venail, 2009; Baumgartner ym., 2002; Geers, Nicholas, & Sedey, 2003; O’Donoghue, Nikolopoulos, & Archbold, 2000; Svirsky, Teoh, & Neuburger, 2004). Esimerkiksi osa alle 2 tai 3-vuotiaana sisäkorvaistutteen saaneista lapsista on omaksunut puhuttua kieltä (pu-

heen ymmärtäminen ja tuottaminen) lähes normaalikuuloisten lasten ikänormien mukaisesti (Kirk, Miyamoto, Lento ym., 2002; Kirk, Miyamoto, Ying, Perdew, & Zuganelis, 2002; Manrique, Cervera-Paz, Huarte, & Molina, 2004; Nicholas & Geers, 2007; Svirsky ym., 2004). Useiden lasten puhutun kielen taidot puolestaan ovat kehittyneet tasaisesti, mutta ovat selkeästi alle kuulevien lasten ikänormien. Alle 3-vuotiaana istutteen saaneiden lasten puhutun kielen taidot ovat myös voineet kehittyä erittäin nopeasti muutamana vuoden ajan heti sisäkorvaistuteleikkauksen jälkeen (ns. ”kehitysspurtti”; Geers ym., 2003). Duchesne, Bergeron ja Sutton (2008) totesivat kuitenkin katsauksessaan, että kuulevien lasten kielellisiä ikänormeja vastaavasti kehittyneitä sisäkorvaistutelapsia oli selkeästi vähemmän kuin istutelapsia, joilla oli viiveitä puhutun kielen eri osa-alueilla. Erityisesti ymmärtävä ja tuottava sanasto olivat kehittyneet hitaasti ja kielioppimuotojen hallinta oli haasteellista jopa viisi vuotta sisäkorvaistutteen käyttöönoton jälkeen (esim. Nikolopoulos, Dyar, Archbold, & O’Donoghue, 2004; Nott, Cowan, Brown, & Wigglesworth, 2003; Spencer, 2004; Spencer, Barker, & Tomblin, 2003; Svirsky, Stallings, Ying, Lento, & Leonard, 2002). Sisäkorvaistutetta käyttävien lasten puhutun kielen taidot eivät siis välttämättä kehity tasaisesti kaikilla kielen eri tasoilla (fonologia, leksikko, morfologia, syntaksi, semantiikka ja pragmatiikka). Sisäkorvaistutelapsilla voi myös olla neurologisia häiriöitä tai kielellisen kehityksen vaikeuksia, aivan kuten kuulevilakin lapsilla (Wheeler, Archbold, Hardie & Watson, 2009; Wiley, Jahnke, Meinzern-Derr, & Choo, 2005). Näiden lisävaikeuksien on myös todettu olevan yhteydessä hitaampaan ja heikompaan puhutun kielen kehitykseen. Useat seikat vaikuttavat siis raportoituihin tuloksiin sisäkorvaistutteleiden puhutun kielen omaksumisesta: lasten ikä istuteleikkaushet-

kellä, kuulovian taso ja mahdollinen jäännös-kuulo ennen istuteleikkausta, lasten kuuloikä eli sisäkorvaistutteen käyttöaika vuosina, kognitiivinen kehitys, oireyhtymät tai muut mahdolliset lisävaikkeudet (esim. neurologinen kehitys) sekä myös käytettyjen mittarien kyky mitata muutosta. Esimerkiksi jo käsite 'varhainen sisäkorvaistutteen asentamisikä' viittaa hyvin monen ikäisiin lapsiin; aina alle 5-vuotiaana ja jopa alle 1-vuotiaana istutteen saaneisiin. Tutkimustulokset eivät siten aina ole toistensa kanssa vertailukelpoisia.

Usein tarkastelun kohteena on myös ollut sisäkorvaistuttelelasten ja ympäristön kommunikaatiomuoto. Kuuroille viittomakielisille vanhemmille syntyvän vaikeasti kuulovikaisen lapsen kielelliset taidot kehittyvät viittomakielellä. Valtaosa vaikeasteisesti kuulovikaisista lapsista syntyy kuitenkin kuuleville ja puheella kommunikoiville vanhemmille (yli 96 %; Mitchell & Karchmer, 2004), joten vanhemmat usein odottavat, että sisäkorvaistuttele mahdollistaisi paremmat edellytykset puhutun kielen kehitykselle kuin olisi mahdollista perinteisten kuulokojeiden avulla (Archbold, Lutman, Gregory, O'Neill, & Nikolopoulos, 2002; Christiansen & Leigh, 2004; Sach & Whynes, 2005). Kun lasten sisäkorvaistuttekuntoutus yleistyi 1990-luvulla, lapset olivatkin usein käyttäneet kuulokojeita useita vuosia ja siten omaksuneet viittomia, viittomakieltä ja/tai puhuttua kieltä kuulokojeiden avulla kykyjensä mukaan. Toisaalta kuntoutuskäytännöt vaihtelivat sekä maiden välillä, että jopa alueellisesti (esim. Yhdysvallat) vahvasti visuaalispainotteisesta (viittomakieli) totaalikommunikaatioon (viittomat/viittomakieli ja puhuttu kieli) tai pelkästään puhutun kielen käyttöön. Tämän vuoksi erityisesti germaanisista kieliä käsittelevien tutkimusten kohteena onkin usein ollut lasten ja ympäristön kommunikaatiomuodon (pääasiallisesti puhuttu kieli vs. totaalikommunikaatio) vaikutus puhutun kielen kehitykseen.

Tutkimusten mukaan sisäkorvaistuttelelasten puheen havaitseminen ja puhuttu kieli ovat kehittyneet paremmin, mikäli ympäristössä on kommunikointia pääasiassa puhutulla kielellä (Geers ym., 2003; Kirk ym., 2002; Wie, Falkenberg, Tvete, & Tomblin, 2007). Osa tutkimuksista on osoittanut, että pääasiassa puhuttua kieltä käyttävässä ympäristössä ja totaalikommunikaatiota (puhutun kielen ja viittomien/viittotun puheen yhdistäminen) käyttävässä ympäristössä kehittyvien lasten puhutun kielen kehityksen välillä ei ole suuria eroja (Connor, Hieber, Arts, & Zwolan, 2000; Yoshinaga-Itano, 2006). Eniten lasten puheen havaitsemisen ja puhutun kielen kehitykseen on vaikuttanut sisäkorvaistuttele saanti-ikä (Connor ym., 2000). Tutkimuksissa ei kuitenkaan välttämättä ole tarkkaan raportoitu esimerkiksi sitä, kuinka paljon totaalikommunikaatioympäristössä viittomia/viittomakieltä on opetettu tai käytetty päivittäin. Myös näiden tulosten tulkinnassa onkin hyvä huomioida moninaisten eri tutkimusmenetelmien ja -asetelmien käyttö ja välttää liian suoraviivaista tulkintaa. Yhteistä tutkimuksille on kuitenkin ollut puhutun kielen käyttö sisäkorvaistuttele käyttävän lapsen kanssa.

Osa tutkimuksista on tarkastellut suoremmin lasten ja ympäristön kommunikaatiomuodon muutosta. Näyttää siltä, että myöhemmin sisäkorvaistuttele saaneet lapset, jotka ovat jo omaksuneet viittomia/viittomakieltä ja myös puhuttua kieltä jonkin verran, ovat usein siirtyneet viittomapainotteisen kommunikaatiomuodon käytöstä puhutun kielen käyttöön, mikäli puhutun kielen kehitys on edennyt suotuisasti (Watson, Archbold, & Nikolopoulos, 2006; Watson, Hardie, Archbold, & Wheeler, 2008; Wheeler, Archbold, Gregory, & Skipp, 2007; Wheeler ym., 2009; Wiefferink, Spaai, Uilenburg, Bermeij, & De Raeve, 2008). Lapset, nuoret ja perheet ovat myös voineet käyttää

eri kommunikaatiotapoja kielen kehityksen eri vaiheissa (Wheeler ym., 2007; Wheeler ym., 2009). Perheissä on käytetty esimerkiksi aluksi viittomapainotteista kommunikaatiomuotoa ja siirrytty vähitellen puhutun kielen käyttöön sen kehittyessä. Sisäkorvaistutetta käyttävät nuoret itse puolestaan ovat voineet myöhemmin käyttää viittomapainotteista kommunikaatiomuotoa, esimerkiksi viittomakieltä käyttävien ystävien kanssa ja puhuttua kieltä kuulevien kanssa kommunikoidessaan. Sisäkorvaistutetta käyttävä lapsi ja nuori voi myös kohdata tilanteita, jolloin istutetta ei voi käyttää tai siitä saatava hyöty on rajallinen (esim. uinti, sukeltaminen, saunominen tai erityisen paljon häiritsevä taustahäly). Hän on ilman apuvälineitä vaikea-asteisesti kuulovikainen. Muun muassa näistä syistä on nostettu esille viittomakielen/viittomien hyvän hallinnan tärkeys puhutun kielen lisäksi ja joissain tutkimuksissa tai kannanotoissa myös toimiva kaksikielisyys (puhuttu kieli ja viittomakieli; Preisler, Tvingstedt, & Ahlström, 2005; Svartholm, 2010; Wiefferink ym., 2008). Yhteenvetona voi todeta kuitenkin, että varhainen sisäkorvaistutteen saanti-ikä ja puhutun kielen systemaattinen käyttö jokapäiväisessä kommunikaatiossa ja kuntoutuksessa näyttävät luovan yhä paremmat edellytykset sisäkorvaistuttelasten puhutun kielen taitojen kehittymiselle.

Suomessa ensimmäinen kuulonsa menettänyt lapsi leikattiin vuonna 1995 ja ensimmäinen synnynnäisesti vaikea-asteisesti kuulovikainen lapsi 1997. Tällä hetkellä suomalaisia sisäkorvaistutetta käyttäviä lapsia on yli 250 (Kokkonen ym., 2009). Vähitellen myös tutkimusta suomen kieltä omaksuvien sisäkorvaistuttelasten kehityksestä ja kehityksen arvioinnista on saatavilla yhä enemmän (mm. Huttunen, Sorri, & Välimaa, 2003; Lonka & Hasan, 2006; Huttunen, Välimaa, Karinen, & Sorri, 2008; Sume, 2008; Coninx ym., 2009; Huttunen ym., 2009; Huttunen & Välimaa,

2010; Lonka, Hasan, & Komulainen, 2010). Kielten typologisten erojen ja päivähoito-, kuntoutus- ja koulujärjestelmien erojen vuoksi tämä on erittäin tärkeää.

Tällä hetkellä valtaosa suomalaisista lapsista (myös tutkimuksissa raportoiduista) käyttää yhtä sisäkorvaistutetta ja mahdollisesti kuulokojetta vastakkaisessa korvassa (mikäli lapsella on riittävästi jäännöskuuloa kyseisessä korvassa). Molemminpuolinen sisäkorvaistutetehoito on kuitenkin yleistymässä. Vuonna 2009 julkaistu terveydenhuollon menetelmiä arvioiva katsaus (Kokkonen ym., 2009) ja suomalainen kannanotto ovat myös Suomessa muuttaneet hoitokäytäntä viimeisen vuoden aikana molemminpuolisen sisäkorvaistutetekuntoutuksen suuntaan. Samanaikaisesti yhä useammin lapset saavat sisäkorvaistutteen jopa alle 18 kuukauden iässä. Tulevaisuudessa tarvitaankin monipuolista tutkimusta. On tarpeen tutkia aiemmin yhden sisäkorvaistutteen saaneiden lasten kehitystä varhaislapsuudessa, kouluikäisenä, nuorena ja aikuisena. Toisaalta tarvitsemme tutkimusta näiden yhden ja kahden ikävuoden välillä sisäkorvaistutteen saaneiden lasten kehityksestä. Oman lisänsä tuo myös kahta sisäkorvaistutetta ja yhtä sisäkorvaistutetta ja kuulokojetta käyttävien lasten puheen havaitsemisen, puhutun kielen ja kommunikaation kehityksen tutkiminen. Tämän teemanumeron tarkoituksena on tuoda näkökulmia suomenkielisten sisäkorvaistuttelasten kehitykseen. Torppa ja Huotilainen valottavat musiikin merkitystä sisäkorvaistutetta käyttävien lasten puheen havaitsemiseen, Välimaa, Kunnari ja Jokela tarkastelevat sisäkorvaistuttelasten morfosyntaktisia taitoja monitapaustutkimuksen keinoin ja Saarinen ja Lonka tarkastelevat sisäkorvaistuttelasten lukemisen ja kirjoittamisen valmiuksia.

Kiitokset: Tämä artikkeli on kirjoitettu osittain Suomen Akatemian rahoituksen turvin (TV).

LÄHTEET

- Archbold, S. M., Lutman M. E., Gregory, S., O'Neill, C., & Nikolopoulos, T. P. (2002). Parents and their deaf child: their perceptions three years after cochlear implantation. *Deafness and Education International*, 4, 12–40.
- Artières, F., View, A., Mondain, M., Uziel, A., & Venail, F. (2009). Impact of early cochlear implantation on the linguistic development of the deaf child. *Otology & Neurotology*, 30, 736–742.
- Baumgartner, W.D., Pok, S.M., Egelierler, B., Franz, P., Gstöttner, W., & Hamzavi, J. (2002). The role of age in pediatric cochlear implantation. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 62, 223–228.
- Christiansen, J.B & Leigh, I.W. (2004). Children with cochlear implants: Changing parent and deaf community perspectives. *Archives of Otolaryngology and Head and Neck Surgery*, 130, 673–677.
- Cochlear implants (1988). *NIH Consensus Statement Online 1988 May 2–4*, 7, 1–25.
- Cochlear implants in adults and children (1995). *NIH Consensus Statement 1995 May 15–17*, 13, 1–30.
- Cochlear implant programme criteria (2002). *ENT News*, 11, 21.
- Colletti, V., Carner, M., Miorelli, V., Guida, M., Colletti, L., & Fiorino, F. G. (2005). Cochlear implantation at under 12 months: Report on 10 patients. *Laryngoscope*, 115, 445–449. doi: 10.1097/01.mlg.0000157838.61497.e7
- Coninx, F., Weichbold, V., Tsiakpini, L., Aurtique, E., Bescon, G., Tamas L., ...Brachmaier J. (2009). Validation of the LittlEARS® auditory questionnaire in children with normal hearing. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 73, 1761–1768. doi:10.1016/j.ijporl.2009.09.036
- Connor, C.M., Hieber, S., Arts, H.A., & Zwolan, T.A. (2000). Speech, vocabulary, and the education of children using cochlear implants: Oral or total communication? *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 43, 1185–1204.
- Davis, A., Yoshinaga-Itano, C., & Hind, S. (2001). Commentary: Universal newborn hearing screening; Implications for coordinating and developing services for deaf and hearing impaired children. *British Medical Journal*, 323, 6.
- Duchesne, L., Bergeron, F., & Sutton, A. (2008). Language development in young children who received cochlear implants: A systematic review. *Communicative Disorders Review*, 2, 33–78.
- Eddington, D.K., Dobelle, W.H., Brackman, D.E., Mladejovsky, M.G., & Parkin, J.L. (1978). Auditory prosthesis research with multiple channel intracochlear stimulation in man. *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology*, 87(Suppl 53), 5–38.
- EU työryhmämietintö, (1996). EU Work Group on Genetics of Hearing Impairment. Teoksessa Martini A (toim.) *European Commission Directorate, Biomedical and Health Research Programme Hereditary Deafness, Epidemiology and Clinical Research (HEAR)*, Infoletter 2.
- Fink, N. E., Wang, N.-Y., Visaya, J., Niparko, J. K., Quittner, A., Eisenberg, L. S.,...CDACI Investigative Team (2007). Childhood development after cochlear implantation (CdaCI) study: Design and baseline characteristics. *Cochlear Implants International*, 8, 92–116. doi: 10.1002/cii.333
- Fitzpatrick, E., Olds, J., Durieux-Smith, A., McCrae, R., Schramm, D., & Gaboury I. (2009). Pediatric cochlear implantation: How much hearing is too much? *International Journal of Audiology*, 48, 91–97. doi: 10.1080/14992020802516541
- Fortnum, H.M., Summerfield, A.Q., Marshall, D.H., Davis, A.C., & Bamford, J.M. (2001). Prevalence of permanent childhood hearing impairment in the United Kingdom and implications for universal neonatal hearing screening: questionnaire based ascertainment study. *British Medical Journal*, 323, 1–5.
- Geers, A.E., Nicholas, J.G., & Sedey, A.L. (2003). Language skills of children with early cochlear implantation. *Ear & Hearing*, 24, 46S–58S. doi: 10.1097/01.AUD.0000051689.57380.1B
- Greenwood, D.D. (1990). A cochlear frequency-position function for several species—29 years later. *Journal of the Acoustical Society of America*, 87, 2592–2605.
- Hochmair-Desoyer, I.J. & Hochmair, E.S. (1980). An eight-channel scala tympani electrode for auditory prostheses. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 27, 44–50.

- Huttunen, K., Rimmanen, S., Vikman, S., Virokannas, N., Sorri, M., Archbold, S., & Lutman, M.E. (2009). Parents' views on the quality of life of their children 2–3 years after cochlear implantation. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 73, 1786–94.
- Huttunen, K., Sorri, M., & Välimaa T. (2003). Parents' views of their children's habilitation after cochlear implantation. Teoksessa *Measuring the immeasurable? Proceedings of a Conference on Quality of Life of Deaf Children*, The Ear Foundation, Nottingham, UK, 17 May 2002 (s. 87–96). Oxford: Hughes Associates.
- Huttunen, K. & Välimaa, T. (2010). Parents' views on changes in their child's communication and linguistic and socioemotional development after cochlear implantation. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 15, 383–404. doi:10.1093/deafed/enq029.
- Huttunen, K., Välimaa, T., Karinen, P., & Sorri, M. (2008). Vanhempien ja puheterapeuttien odotusten toteutuminen sisäkorvaistutetkuntoutuksessa. Teoksessa E. Lehto, M. Hasan & R. Parkas (toim.), *Satakieliseminaari 2008* (s. 90–99). Valtakunnallinen Satakieliseminaari, Mikkelin, 25.–26.9.2008. Kokkola: Kirjapaino Antti Välikangas OY.
- Kim, L.S., Jeong, S.W., Lee, Y.M., & Kim, J.S. (2010). Cochlear implantation in children. *Auris, Nasus, Larynx*, 37, 6–17. doi:10.1016/j.anl.2009.09.011
- Kirk, K. I., Miyamoto, R. T., Lento, C. L., Ying, E., O'Neill, T., & Fears, B. (2002). Effects of age at implantation in young children. *Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology*, 111 (Suppl. 189), 69–73.
- Kirk, K. I., Miyamoto, R. T., Ying, E. A., Perdeu, A. E., & Zuganelis, H. (2000). Cochlear implantation in young children: Effects of age implantation and communication mode. *The Volta Review*, 102, 127–144.
- Kessler, D.K. (1999). The Clarion® Multi-strategy™ cochlear implant. *Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology*, 108, 8–16.
- Kokkonen, J., Mäki-Torkko, E., Roine, R.P., & Ikonen, T.S. (2009). Vaikkea-asteisen kuulo-vian kuntoutus molemminpuolisen sisäkorvaistutteen avulla. *Suomen Lääkärilehti*, 17, 1567–1577.
- Lonka, E. & Hasan, M. (2006). Sisäkorvaistutetta käyttävien lasten kommunikaatio-, koulu ja päivähoitotilanne Suomessa. Teoksessa E. Lehto, M. Hasan & R. Parkas (toim.), *Satakieliseminaari 2006* (s. 73–79).
- Lonka, E., Hasan, M., & Komulainen, E. (2010). Spoken language skills and educational placement in Finnish children with cochlear implants. *Folia Phoniatrica et Logopaedica, lähetetty*.
- Manrique, M., Cervera-Paz, F. J., Huarte, A., & Molina, M. (2004). Prospective long-term auditory results of cochlear implantation in prelinguistically deafened children: The importance of early implantation. *Acta Otolaryngologica*, 124(Suppl. 552), 55–63.
- Mitchell, R. E. & Karchmer, M. A. (2004). Chasing the mythical ten percent: Parental hearing status of deaf and hard of hearing students in the United States. *Sign Language Studies*, 4, 138–165.
- Mäki-Torkko, E.M., Lindholm, P.K., Väyrynen, M.R.H., Leisti, J.T., & Sorri, M.J. (1998). Epidemiology of moderate to profound childhood hearing impairments in Northern Finland. Any changes in ten years? *Scandinavian Audiology*, 27, 95–103.
- NICE (2009). *Cochlear implants for children and adults with severe to profound deafness*. NICE technology appraisal guidance 166. National Institute for Health and Clinical Excellence (NICE), Lontoo, Iso-Britannia. Haettu 1.9.2010 verkkosivulta: <http://www.nice.org.uk/nicemedia/pdf/TA166Guidance.pdf>.
- Nicholas, J. G. & Geers, A. E. (2007). Will they catch up? The role of age at cochlear implantation in the spoken language development of children with severe to profound hearing loss. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 50, 1048–1062.
- Nikolopoulos, T. P., Dyar, D., Archbold, S., & O'Donoghue, G.M. (2004). Development of spoken language grammar following cochlear implantation in prelingually deaf children. *Archives of Otolaryngology–Head and Neck Surgery*, 130, 629–633.
- Nott, P., Cowan, R., Brown, P. M., & Wigglesworth, G. (2003). Assessment of language skills in young children with profound hearing loss under 2 years of age. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 8, 401–421. doi:10.1093/deafed/eng030

- O'Donoghue, G. M., Nikolopoulos, T. P., & Archbold, S. M. (2000). Determinants of speech perception in children after cochlear implantation. *Lancet*, *356*, 466–468.
- Preisler, G., Tvingstedt, A.-L., & Ahlström, M. (2005). Interviews with deaf children about their experiences using cochlear implants. *American Annals of the Deaf*, *150*, 260–267.
- Sach, T. H. & Whynes, D. K. (2005). Paediatric cochlear implantation: The views of parents. *International Journal of Audiology*, *44*, 400–407. doi: 10.1080/14992020500146500
- Seligman, P. & McDermott, H. (1995). Architecture of the Spectra 22 speech processor. *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology*, *104* (Suppl 166), 139–141.
- Simmons, F.B., Lusted, H.S., & Myers, T. (1985). Selection criteria for implant candidates. Teoksessa Schindler, R.A. & Merzenich, M.M. (toim.), *Cochlear implants* (s. 383–385). New York: Raven Press.
- Spencer, P. E. (2004). Individual differences in language performance after cochlear implantation at one to three years of age: Child, family, and linguistic factors. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, *9*, 395–412. doi:10.1093/deafed/enh033
- Spencer, L. J., Barker, B. A., & Tomblin J. B. (2003). Exploring the language and literacy outcomes of pediatric cochlear implant users. *Ear & Hearing*, *24*, 236–247. doi: 10.1097/01.AUD.0000069231.72244.94
- Sume, H. (2008). Perheen pöörteinen arki: sisäkorvaistutetta käyttävän lapsen matka kouluun. Väitöskirja. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto.
- Svartholm, K. (2010). Bilingual education for deaf children in Sweden. *International Journal of Bilingual Education and Bilingualism*, *13*, 159–174.
- Svirsky, M.A., Stallings, L.M., Lento, C.L., Ying, E., & Leonard, L.B. (2002). Grammatical morphological development in pediatric cochlear implant users may be affected by the perceptual prominence of the relevant markers. *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology*, *111*, 109–112.
- Svirsky, M. A., Teoh, S.-W., & Neuburger, H. (2004). Development of language and speech perception in congenitally, profoundly deaf children as a function of age at cochlear implantation. *Audiology and Neuro-otology*, *9*, 224–233. doi: 10.1159/000078392
- Thoutenhoofd, E. D., Archbold, S. M., Gregory, S., Lutman, M. E., Nikolopoulos, T. P., & Sach, T. H. (2005). *Paediatric cochlear implantation. Evaluating outcomes*. London: Whurr.
- Watson, L. M., Archbold, S. M., & Nikolopoulos, T. P. (2006) Children's communication mode five years after cochlear implantation: Changes over time according to age at implant. *Cochlear Implants International* *7*, 77–91. doi: 10.1002/cii.301
- Watson, L.M., Hardie, T., Archbold, S.M., & Wheeler, A. (2007). Parents' views on changing communication after cochlear implantation. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, *13*, 104–116. doi:10.1093/deafed/enm036
- Wheeler, A., Archbold, S., Gregory, S., & Skipp, A. (2007). Cochlear Implants: The young people's perspective. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, *12*, 303–316. doi:10.1093/deafed/enm018
- Wheeler, A., Archbold, S.M., Hardie, T., & Watson, L.M. (2009). Children with cochlear implants: The communication journey. *Cochlear Implants International*, *10*, 41–62. doi: 10.1002/cii.370
- Wie, O.B., Falkenberg, E.-S., Tvette O., & Tomblin, B. (2007). Children with a cochlear implant: Characteristics and determinants of speech recognition, speech-recognition growth rate, and speech production. *International Journal of Audiology*, *46*, 232–243. doi: 10.1080/14992020601182891
- Wiefferink, C.H., Spaai, G.W.G., Uilenburg, N., Vermeij, B.A.M., & De Raeve, L. (2008). Influence of linguistic environment on children's language development: Flemish versus Dutch children. *Deafness and Education International*, *10*, 226–243. doi: 10.1002/dei.248.
- Wiley, S., Jahnke, M., Meizen-Derr, J., & Choo, D. (2005). Perceived qualitative benefits of cochlear implants in children with multi-handicaps. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, *69*, 791–798.
- Wilson, B.S. & Dorman, M.F. (2008). Cochlear implants: Current designs and future possibilities. *Journal of Rehabilitation Research & Development*, *45*, 695–730. doi: 10.1682/JRRD.2007.10.0173

- Wilson, B.S., Finley, C.C., Lawson, D.T., Wolford, R.D., Eddington, D.K., & Rabinowitz, W.M. (1991). Better speech recognition with cochlear implants. *Nature*, 352, 236–238.
- Yoshinaga-Itano, C. (2006). Early identification, communication modality, and the development of speech and spoken language: Patterns and considerations. Teoksessa P. Spencer & M. Marschark (toim.), *Advances in the spoken language development of deaf and hard-of-hearing children* (s. 298–327). Oxford, New York: Oxford University Press.
- Zierhofer, C.M., Hochmair-Desoyer, I.J., & Hochmair, E.S. (1995). Electronic design of a cochlear implant for multichannel high-rate pulsatile stimulation strategies. *IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering*, 3, 112–116.

