

Tiina Huttunen-Scott

Kuulonvarainen keston erottelu lapsilla, joilla on lukemisvaikeus, tarkkaavaisuuden ongelma tai molemmat

Artikkeli perustuu Tiina Huttunen-Scottin väitöskirjaan ”Auditory duration discrimination in children with reading disorder, attention deficit, or both” (Kuulonvarainen keston erottelu lapsilla, joilla on lukemisvaikeus, tarkkaavaisuuden ongelma tai molemmat, Huttunen-Scott, 2009). Väitöskirjaan sisältyvissä tutkimuksissa tutkittiin kuulonvaraista keston erottelua lapsilla, joilla on lukemisen tai tarkkaavaisuuden pulmia. Kuulonvaraisen erottelukyvyn merkitystä yhtenä lukemisvaikeuksien taustatekijänä on tutkittu pitkään ja erilaisin menetelmin, mutta edelleen sen osuus on epäselvä. Pääasiallisena tutkimusmenetelmänä väitöskirjaan kuuluvissa tutkimuksissa käytettiin poikkeavuusnegatiivisuudeksi (mismatch negativity, MMN) nimettyä aivosähkökäyrän herätevastetta. MMN syntyy, kun toistuvien samanlaisten äänten joukossa kuuluu äkillisesti poikkeava ääni. Toisin sanoen MMN heijastaa aivojen reagointia ääniärsykkeissä tapahtuviin muutoksiin. Tutkimuksissa havaittiin, että kuulonvarainen keston erottelukyky oli tavan-

omaista heikompi lapsilla, joilla oli lukemisvaikeus. Sen sijaan tarkkaavaisuuden pulmien yhteydessä vastaavaa heikkoutta ei ollut havaittavissa. Voiko suomenkielillä lapsilla kuulonvaraisen keston erottamisen vaikeus osaltaan vaikeuttaa myös puheäänten ja sen myötä koko äännetason prosessointia?

Asiasanat: Lukemisvaikeus, tarkkaavaisuus, poikkeavuusnegatiivisuus, kesto

Erityisellä lukemisvaikeudella (specific reading disorder) tarkoitetaan lukemaan oppimisen vaikeuksia, joita ei voi selittää kognitiivisella suoritustasolla, visuaalisen havaintokyvyn puutteilla eikä riittämättömällä opetuksella (WHO, 1990). Miksi joidenkin sitten on vaikea oppia lukemaan? Syitä on etsitty monista yksilöön ja ympäristöön liittyvistä piirteistä. Yhdeksi mahdolliseksi lukemisvaikeuksien ja niiden yhteydessä tyypillisesti esiintyvien fonologisen prosessoinnin vaikeuksien syyksi on esitetty kuulonvaraisen prosessoinnin pul-

mia. Fonologisella prosessoinnilla viitataan kielen pienimpien yksiköiden, äänteiden, käsittelyyn. Fonologinen prosessointi edellyttää fonologisen tietoisuuden kehittymistä: pitää ymmärtää, että kieli rakentuu äänteistä ja että mikä tahansa sana voidaan jakaa äänteisiin. Paula Tallal (1980; 2000) on esittänyt, että kuulonvaraisen prosessin vaikeudet vaikuttavat puheen prosessointiin haitaten erityisesti foneemien hahmottamista ja käsittelyä, mikä edelleen saattaisi johtaa työläyteen lukemisen opettamisessa. Kuulonvaraisen prosessin tutkimuksissa on käytetty hyvin vaihtelevia mittareita aina käyttäytymistason tehtävistä aivojen kuvantamismenetelmiin.

Aivojen kuvantamista hyödyntävissä kuulonvaraisen erottelun tutkimuksissa tyypillisesti käytetty aivosähkökäyrän herätepotentiaali on poikkeavuusnegatiivisuus (mismatch negativity, MMN). MMN voidaan havaita aivosähkökäyrässä, kun samana toistuvien ääniärsykkeiden joukossa esiintyy poikkeava ääni. Toisin sanoen MMN heijastaa aivojen reaktiota toistettavassa ääniärsykkeessä tapahtuvaan muutokseen. MMN voidaan havaita aivojen reagoidessa muutokseen esimerkiksi äänen taajuudessa, kestossa tai korkeudessa ja myös muutokseen monimutkaisten äänisarjojen osissa. Tyypillisesti MMN havaitaan aivojen etu- ja keskiosissa. Keskiöllä alueilla havaittavan vasteen lähde on kuuloaivokuorella, kun taas etuosien vasteen on esitetty liittyvän siihen, että huomio siirtyy automaattisesti kuuloinformaatioissa tapahtuvan muutoksen jälkeen. Yksi MMN:n merkittävistä eduista on, että vaste syntyy, vaikkei tutkittava osallistuisi aktiivisesti koetilanteeseen. Hän voi esimerkiksi lukea kirjaa tai katsoa elokuvaa kokeen aikana. Näin ollen esimerkiksi osallistujien tarkkaavaisuus ei vaikuta tutkimustuloksiin. MMN on voitu havaita jopa unen aikana (Campbell, Bell & Bastien, 1991;

Martynova, Kirjavainen & Cheour, 2003; Sallinen, Kaartinen & Lyytinen, 1994).

Lukemisvaikeuksia selvittävistä MMN-tutkimuksista on tullut ristiriitaisia tuloksia: osassa tutkimuksia keston muutoksen herättämien MMN-vasteiden on havaittu olevan keskimääräistä heikompia osallistujilla, joilla on lukemisvaikeus (Corbera, Escera & Artigas, 2006), kun taas toisissa tutkimuksissa heikentymistä ei ole havaittu (Baldeweg, Richardson, Watkins, Foale & Gruzelier, 1999; Kujala, Lovio, Lepistö, Laasonen & Näätänen, 2006). Vaihtelu liittyy todennäköisesti ainakin eroihin tutkittavissa ihmisissä sekä koeasetelmissa. Keston merkitys eri kielissä vaihtelee. Suomen kielessä kesto on tärkeä, sillä se voi erottaa kaksi muutoin identtistä sanaa toisistaan (esim. mato – matto; tuli – tuuli). Esimerkiksi englannin kielessä kestolla ei ole vastaavaa merkitystä. On havaittu, että suomenkielisillä osallistujilla MMN on suurempi kuin ei-suomenkielisillä, kun tutkittavana ovat keston muutokset (Tervaniemi ym., 2006; Ylinen, Shestakova, Huotilainen, Alku & Näätänen, 2006). Näin ollen on mahdollista, että keston prosessin vaikeudet vaikuttavat kielellisiin taitoihin merkittävämmiin suomenkielisillä kuin englanninkielisillä.

Toinen merkittävä ero tutkimusten osallistujien välillä ovat lukemisvaikeuksien kanssa mahdollisesti samanaikaisesti esiintyvät vaikeudet, kuten tarkkaavaisuuden pulmat. Komorbidit eli samanaikaiset vaikeudet voivat vaikuttaa tutkimusten tuloksiin, mikäli niitä ei seulota. On esimerkiksi havaittu, että työmuistin ongelmat ovat hieman erilaisia sen mukaan, onko tutkittavilla yhtä aikaa sekä lukemisen että tarkkaavaisuuden ongelma vai vain toinen (Bental & Tirosh, 2007; Toplak, Rucklidge, Hetherington, John & Tannock, 2003).

Myös koeasetelmat vaihtelevat huomattavasti tutkimuksesta toiseen. Eri tut-

kimuksissa käytetään muun muassa erilaisia ääniärsykykeitä, mikä voi luonnollisesti vaikuttaa tuloksiin. On mahdollista, että äänen keston erottelun vaikeus tulee lukemisvaikeuksien yhteydessä ilmi vain, kun äänien kesto on tietyn pituinen tai kun poikkeama on riittävän suuri. Mikäli poikkeamat taas ovat esimerkiksi liian suuria, hienovaraiset keston erottelun vaikeudet eivät välttämättä tule esille.

Tässä artikkelissa esiteltyjen tutkimusten tarkoituksena oli erityisesti selvittää, onko kuulonvarainen keston prosessointi erilaista lapsilla, joilla on lukemisvaikeus, ja lapsilla, jotka lukevat normaalisti. Lapset ovat suomenkielisiä. Lisäksi pyrkimyksenä oli selvittää, onko mahdollinen poikkeavuus kuulonvaraisen keston erottelussa nimenomaan lukemisvaikeuksiin liittyvä erityispiirre vai onko vastaavaa poikkeavuutta havaittavissa myös lapsilla, joilla on tarkkaavaisuuden pulmia. Erityisesti äänen kestossa esiintyvien muutosten prosessoinnin tutkiminen on kiinnostavaa, koska suomen kielessä äänteiden kesto erottaa sanojen merkityksiä.

Ensisijaisena tutkimusvälineenä käytettiin aivosähkökäyrän mittaamista ja edellä esitellyn MMN-vasteen analysointia. MMN-vaste tuotettiin jatkuvassa äänessä esiintyvillä keston lyhentymillä. Toistettava äänen kesto oli 100 ms, kun taas poikkeamat olivat kestoiltaan joko 30 ms tai 50 ms. Lisäksi kuulonvaraista keston erottelua arvioitiin käyttäytymistason tehtävän avulla, jossa lasten tuli havaita puheärsykkeessä esiintyvä keston muutos (tarkempi koeasetelmien kuvaus ks. Huttunen, Halonen, Kaartinen & Lyytinen, 2007; Huttunen-Scott, Kaartinen, Tolvanen & Lyytinen, 2008; Huttunen-Scott, 2009). Lapset ohjautuivat tutkimukseen paikallisen ala-asteen, MBD-yhdistyksen tai Niilo Mäki Instituutin kautta. Kaiken kaikkiaan

tutkimukseen osallistui 114 lasta.

Tutkimuksissa keston muutoksen aiheuttaman poikkeavuusnegatiivisuuden havaittiin olevan merkitsevästi tyypillistä heikompi lapsilla, joilla oli ainoastaan lukemisvaikeuksia, ja vielä edellistä heikompi lapsilla, joilla oli lukemisvaikeuksien ohella myös tarkkaavaisuuden ongelmia. Tarkkaavaisuusongelmaisten lasten poikkeavuusnegatiivisuus-vasteet puolestaan erosivat niiden esiintymisajankohdan suhteen: lapsilla, joilla ei ollut lukemisen tai tarkkaavaisuuden pulmia, poikkeavuusnegatiivisuus-vaste tuli esiin merkitsevästi tarkkaavaisuusongelmaisten ryhmää myöhemmin. Lisäksi käyttäytymistason tehtävässä lapset, joilla oli tarkkaavaisuuden ongelmia, suoriutuivat tarkemmin kuin lapset, joilla oli lukemisvaikeus tai sekä lukemisvaikeus että tarkkaavaisuuden ongelmia. Tutkimusten perusteella kuulonvaraisen keston erottelun pulma on lukemisvaikeuksien yhteydessä havaittava erityispiirre, joka ei selity tarkkaavaisuuden ongelmilla.

Mitä tulokset merkitsevät käytännön kannalta? Olennaista on muistaa, että kyseessä on ryhmätason tulos. Vaikka ryhmätasolla onkin havaittavissa poikkeavuutta lukemisvaikeuksisten lasten kuulonvaraisessa prosessoinnissa, yksittäisten lasten kohdalla niin ei aina ole (Tallal, 1980; Bishop, Carlyon, Deeks & Bishop, 1999; Ramus ym., 2003; White ym., 2006). Toisaalta on myös ihmisiä, joilla ei ole lukemisvaikeutta mutta joiden kuulonvarainen prosessointi on poikkeavaa (Bishop ym., 1999). Vaikuttaisi siis siltä, että kuulonvaraisen prosessoinnin poikkeavuudet eivät ole suinkaan ainakaan ainoita lukemisvaikeuden taustatekijöitä.

Kuulonvaraisen erottelun pulmien ohella lukemisvaikeuksien yhteydessä on havaittu vaikeuksia useilla eri taitoalueilla, kuten työmuistissa (esim. Baddeley,

2003; Brady, 1991; Cohen & Netley, 1981; Willcutt ym., 2001), silmänliikkeiden hallinnassa (Eden, Stein, Wood & Wood, 1994; Fischer & Weber, 1990) ja motorisissa taidoissa (Fawcett, Nicolson & Dean, 1996; Kinsbourne, Rufo, Gamzu, Palmer & Berliner, 1991), ja myös näiden vaikeuksien pohjalta on esitetty erilaisia teorioita lukemisvaikeuksien taustatekijöistä. Lukeminen on monimutkainen prosessi, joka voi vaikeutua monesta syystä. Ehkä yksi tärkeimmistä asioista, jonka tutkimuksen pitkä historia voi meille opettaa on, ettei lukemisvaikeuksiin ole yhtä syytä. Näin ollen olennaista on, että jokaisen ihmisen taidot arvioidaan laaja-alaisesti ja merkittävimmät pulmakohdat etsitään, niin että niitä voidaan eri menetelmin yrittää kuntouttaa.

Lukemisvaikeuksia koskeviin kansainvälisiin tutkimuksiin perehtyessä ei tulisi unohtaa kielten välisten erojen merkitystä. Lukeminen prosessina vaihtelee kieliryhmästä toiseen: säännöllistä kirjain-äännevastaavuutta (esim. suomi, kreikka) edustavissa kielissä lukija voi keskittyä kirjain-äännevastaavuuden omaksumiseen ja automatisoitumiseen, kun taas kielissä, joissa kyseinen vastaavuus on vähäisempää (esim. englanti, ranska), lukija joutuu omaksumaan useita eri tasojen strategioita (Goswami, 2002). Myös lukemisvaikeudet ovat erilaisia eri kieliryhmissä: kirjain-äännevastaavuudeltaan säännöllisissä kielissä vaikeudet näkyvät ennen kaikkea lukemisen hitautena, kun taas epäsäännöllisissä kielissä virheet ovat yleisempiä (Landerl, 1997). Näin ollen kansallisen tutkimuksen ja siihen perustuvien arviointi- ja kuntoutusmenetelmien merkitystä ei voi korostaa liikaa.

Kirjoittajatiedot:

Kirjoittaja Tiina Huttunen-Scott (PsT) työskentelee psykologina Kuopiossa Psykologian TietoTaito Oy:ssä.

LÄHTEET

- Baddeley, A. (2003). Working memory and language: an overview. *Journal of Communication disorders*, 36, 189–208.
- Baldeweg, T., Richardson, A., Watkins, S., Foale, C. & Gruzelier, J. (1999). Impaired auditory frequency discrimination in dyslexia detected with mismatch evoked potentials. *Annals of Neurology*, 45, 495–503.
- Bental, B. & Tirosh, E. (2007). The relationship between attention, executive functions and reading domain abilities in attention deficit hyperactivity disorder and reading disorder: a comparative study. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 48, 455–463.
- Bishop, D.V.M., Carlyon, R.P., Deeks, J.M. & Bishop, S.J. (1999). Auditory temporal processing impairment. Neither necessary nor sufficient for causing language impairment in children. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 42, 1295–1310.
- Brady, S. (1991). The role of working memory in reading disability. Teoksessa S.A. Brady & D.P. Shankweiler (toim.), *Phonological Processes in Literacy: A tribute to Isabelle Y. Liberman*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Campbell, K., Bell, I. & Bastien, C. (1991). Evoked potential measures of information processing during natural sleep. Teoksessa R. Broughton & R. Ogilvie (Eds.), *Sleep, arousal, and performance (88–116)*. Cambridge: M.A. Birkhauser.
- Cohen, R.L. & Netley, C. (1981). Short-term memory deficits in reading disabled children in the absence of opportunity for rehearsal strategies. *Intelligence*, 5, 69–76.

- Corbera, S., Escera, C. & Artigas, J. (2006). Impaired duration mismatch negativity in developmental dyslexia. *Neuroreport*, 17, 1051–1055.
- Eden, G.F., Stein, J.F., Wood, H.M. & Wood, F.B. (1994). Differences in eye movements and reading problems in dyslexic and normal children. *Vision research*, 34, 1345–1348.
- Fawcett, A.J., Nicolson, R.I. & Dean, P., (1996). Impaired performance of children with dyslexia on a range of cerebellar tasks. *Annals of Dyslexia*, 46, 259–283.
- Fischer, A.E. & Weber, H. (1990). Saccadic reaction times of dyslexic and age-matched normal subjects. *Perception*, 19, 805–818.
- Goswami, U. (2002). Phonology, reading development, and dyslexia: A cross-linguistic perspective. *Annals of Dyslexia*, 52, 141–163.
- Huttunen, T., Halonen, A., Kaartinen, J. & Lyytinen, H. (2007). Does mismatch negativity show differences in reading-disabled children compared to normal children and children with attention deficit? *Developmental Neuropsychology*, 31, 453–470.
- Huttunen-Scott, T. (2009). Auditory duration discrimination in children with reading disorder, attention deficit or both. *Jyväskylä studies in education, psychology and social research 366. Väitöskirja. Psykologian laitos, Jyväskylän yliopisto*.
- Huttunen-Scott, T., Kaartinen, J., Tolvanen, A. & Lyytinen, H. (2008). Mismatch negativity (MMN) elicited by duration deviations in children with reading disorder, attention deficit or both. *International Journal of Psychophysiology*, 69, 69–77.
- Kinsbourne, M., Rufo, D.T., Gamzu, E., Palmer, R.L. & Berliner, A.K. (1991). Neuropsychological deficits in adults with dyslexia. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 33, 763–775.
- Kujala, T., Lovio, R., Lepistö, T., Laasonen, M. & Näätänen, R. (2006). Evaluation of multi-attribute auditory discrimination in dyslexia with the mismatch negativity. *Clinical Neurophysiology*, 117, 885–893.
- Landerl, K. (1997). Word recognition in English and German dyslexics: a direct comparison. Teoksessa C.K. Leong & R.M. Joshi (toim.), *Cross-language Studies of Learning to Read and Spell: Phonologic and Orthographic Processing* (121–137). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Martynova, O., Kirjavainen, J. & Cheour, M. (2003). Mismatch negativity and late discriminative negativity in sleeping human newborns. *Neuroscience Letters*, 340, 75–78.
- Ramus, F., Rosen, S., Dakin, S.C., Day, B.L., Castellote, J.M., White, S. & Frith, U. (2003). Theories of developmental dyslexia: Insights form a multiple case study of dyslexic adults. *Brain*, 126, 841–865.
- Sallinen, M., Kaartinen, J. & Lyytinen, H. (1994). Is the appearance of mismatch negativity during stage 2 sleep related to elicitation of K-complex? *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 91, 140–148.
- Tallal, P. (1980). Auditory temporal perception, phonics and reading disabilities in children. *Brain and Language*, 9, 182–198.
- Tallal, P. (2000). Experimental studies of language learning impairments: From research to remediation. Teoksessa D.V.M. Bishop & L.B. Leonard (toim.), *Speech and Language Impairments in Children: Causes, Characteristics, Intervention and Outcome* (131–156). East Sussex, UK: Psychology Press.
- Tervaniemi, M., Jacobsen, T., Röttger, S., Kujala, T., Widmann, A., Vainio, M., Näätänen, R., & Schröger, E. (2006). Selective tuning of cortical sound-feature processing by language experience. *European Journal of Neuroscience*, 23, 2538–2541.
- Toplak, M.E., Rucklidge, J.J., Hetherington, R., John, S.C.F. & Tannock, R. (2003). Time perception deficits in attention-deficit/hyperactivity disorder and comorbid reading difficulties in child and adolescent samples. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 44, 888–

903.

- White, S., Frith, U., Milne, E., Rosen, S., Swettenham, J. & Ramus, F. (2006). A double dissociation between sensorimotor impairments and reading disability: A comparison of autistic and dyslexic children. *Cognitive Neuropsychology*, 23, 748–761.
- Willcutt, E.G., Pennington, B.F., Boada, R., Ogline, J.S., Tunick, R.A., Chhabildas, N.A. & Olson, R.K. (2001). A comparison of the cognitive deficits in reading disability and attention-deficit/ hyperactivity disorder. *Journal of Abnormal Psychology*, 110, 157–172.
- World Health Organization (WHO). (1990). *International Classification of Diseases 10th revision (ICD-10)*. Geneva, Switzerland: WHO.
- Ylinen, S., Shestakova, A., Huutilainen, M., Alku, P. & Näätänen, R. (2006). Mismatch negativity (MMN) elicited by changes in phoneme length: A cross-linguistic study. *Brain Research*, 1072, 175–185