

# *Kuulohavaintojen harjoitusohjelma IADT (Individual Auditory Discrimination Training) ja sensomotoriset harjoitteet dysleksian kuntoutuksessa – kuntoutuksen vaikuttavuustutkimus*

## **TUTKIMUKSEN LOPPURAPORTTI 31.8.2006**

**Pirjo Korpilahti, logopedia, prof., Oulun yliopisto/Turun yliopisto, ERP-tutkimusvastaava**

**Irma Moilanen, lastenpsykiatria, prof., Oulun yliopistollinen sairaala**

**Maija Fredrikson, musiikkikasvatus, prof., Oulun yliopisto**

**Kaisu Heinänen, logopedia, tutkija, FM, Oulun yliopisto**

**Swantje Zachau, neurolingvistiikka, tutkija, FM, Oulun yliopisto**

**Markku Lappalainen, liik. opettaja, FM, Merikosken ammatillinen koulutuskeskus**

**Hannu Hätinen, psykoterapeutti, NDT**

Seuraavassa muutama otos tutkimuksesta:

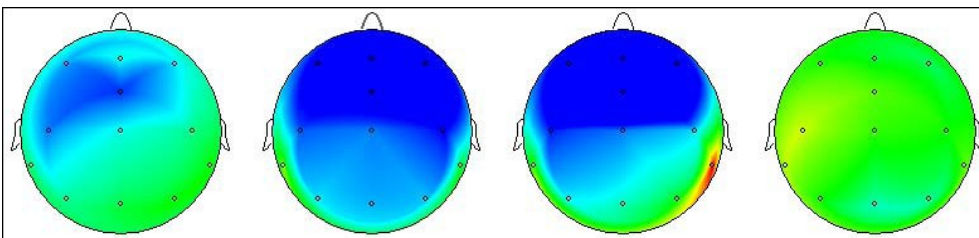
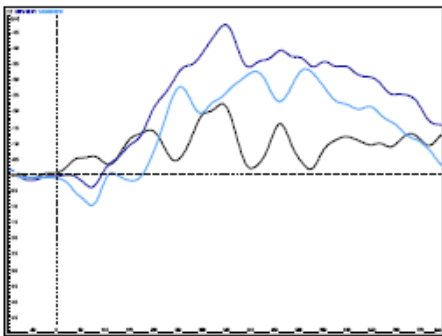
### **4. KOEHENKILÖT**

Ryhmä A: Pohjolakoti n = 10, ikäjakauma 16–18 v, ka 15,6 v

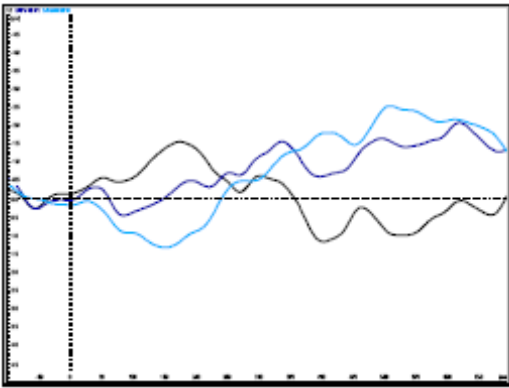
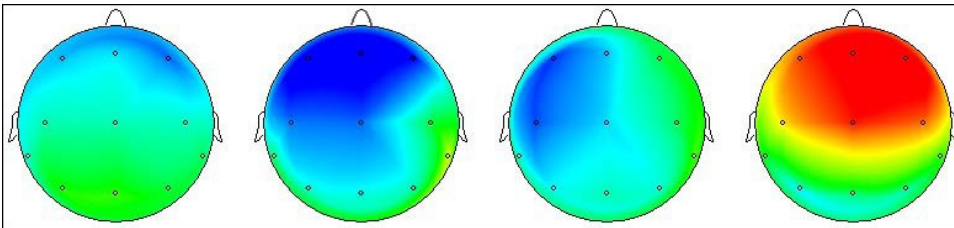
Ryhmä B: Merikoski n = 10, ikäjakauma 18–20 v, ka 18,8 v

Ryhmä C: tyypillisesti kehittyneet verrokki, n = 10, ikäjakauma 16-19 v.

### **9 A: Ennen kuntoutusta (Dysleksia kuntoutustutkimus, sivu 33)**



## 9 B: Kuntoutuksen seuranta (6 kk harjoittelua, 3 kk taukoa, 6 kk harjoittelua)



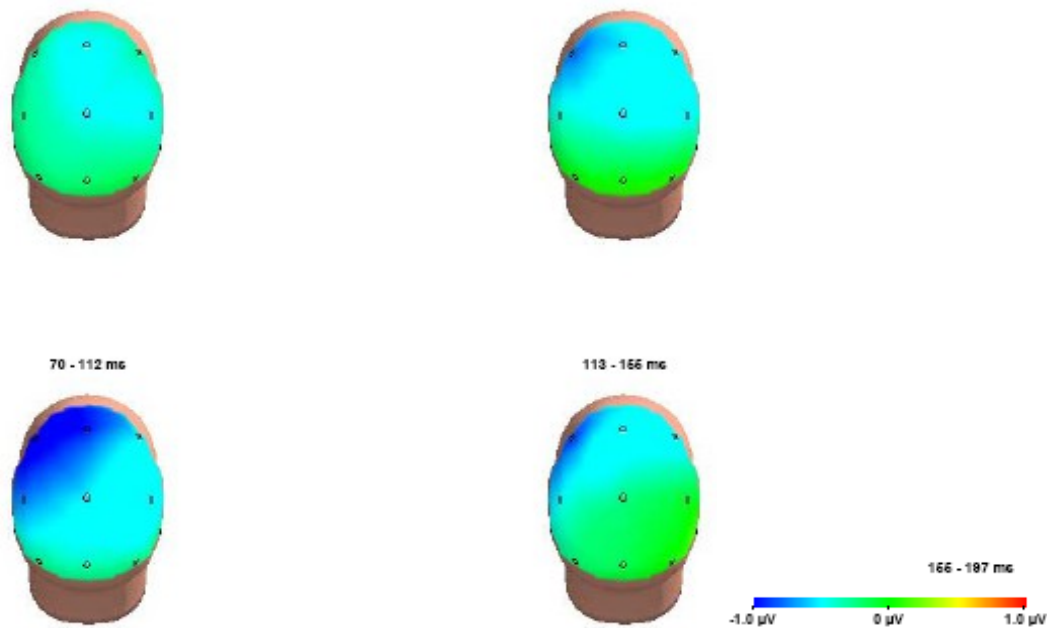
**Kuva 9.**

Ryhmätulokset luonnollisille puheärsykkeille standardi AMA, deviantti ALA (todennäköisyys 10%). ERP-vasteet ennen kuntoutusta (9A, B-ryhmä n=10).

Ryhmätulokset samoille tavuärsykkeille 15 kk:n kuluttua kuntoutuksen alusta (9 B, B-ryhmä, n=5).

Kuntoutus ajoittui seuraavasti: 6 kk harjoittelua, 3 kk taukoa, 6 kk harjoittelua.

Kuvassa näkyy MMN-vasteen aikaistuminen ja paikantuminen selkeämmin vasempaan aivopuoliskoon.



### Kuva 10.

MMN-vasteen aktivoituminen III-rekisteröintikerralla tavusarjassa poikkeavalle ALA-tavulle (10% esiintyvyys). Vasen hemisfääri toimii aktiivisesti kuulotiedon käsittelyssä.

Kun devianttina esiintyneen ALA-tavun neuraalista aktivaatiota tarkasteltiin perinteisessä eMMN-analyysin aikaikkunassa (120-250 ms), voitiin todeta vasemman hemisfäärin aktivoituneen kielellisen kuulotiedon käsittelyyn ja oikean korvan siis johtavan kuulotapahtumaa (Kuva 10).

**Sentraalisten aivotoimintojen jäsentyminen yleistyi kielellisiin kuulohavaintoihin, joita harjoittelu ei koskenut.** Siirtovaikutus on keskeinen tavoite silloin, kun oppimishäiriöitä pyritään kuntouttamaan tietyn harjoitusohjelman avulla.

Dysleksia kuntoutustutkimus s. 33ja 34

### 6.3. Muutokset lukemisen perusvalmiuksissa

Tutkimuksessa kartoitettiin lukemisen perustekniikkaa Sanaketju-testin (Nevala & Lyytinen, 2001) avulla. Lähtötilanteessa vaikeimmaksi osoittautui molemmille tutkimusryhmille teknisen lukemisen osatesteistä sanojen tavuttaminen. B-ryhmä oli lähtötilanteessa suorituksiltaan tilastollisesti heikompi sanojen erottamisessa, virheiden ja epäsanojen havaitsemisessa. Sanavaraston (Bostonin nimentätesti) ja luetun ymmärtämisen ALLU-testissä (Lindeman 1998, 2000) molempien ryhmien suoritus jäi ikätason alapuolelle, mutta ryhmät eivät eronneet toisistaan. B-ryhmän nuorista oli ala-asteella saanut puheopetusta 88% ja lukiopetusta 63% (vastanneita 8), vastaavien lukujen ollessa A-ryhmässä 33% ja 56% (vastanneita 9). B-ryhmässä oli kaksi vasenkätistä lasta.

Ohjattuun, intensiiviseen harjoitteluun osallistuneen B-ryhmän luki- ja puhetestien tuloksia seurattiin tutkimuksen ajan (Taulukko 5). Behavioraalisissa mittauksissa havaittiin, että ALLU-testillä mitattu ymmärtävää lukemista mittaava lukuikä parani (keskiarvomuuotos 8,9 -> 9,8 v). Muutos on käytännön oppimistilanteiden kannalta merkittävä, kun huomioidaan lukemisvaikeuksien aste ja kuntoutujien ikä (ka 18,8 v). Teknisen lukemisen osa-alueista huomion kohteena oli erityisesti tavaaminen, joka edellyttää rytmillisesti tarkkaa sanojen havaitsemista (vrt. Overy ym. 2003). Kuntoutuksen aikana tapahtunut muutos

oli tilastollisesti merkitsevä. Jonkun verran muutosta näkyi myös käsitteiden hallintaa mittaavassa Boston-testissä, mutta ryhmätasolla muutos ei saavuttanut tilastollista merkitsevyyttä.

| Testaus   | Ennen  | Jälkeen (6 kk kuntoutus<br>+ 3 kk seuranta) |
|---|--------|---|
| Lukuikä ALLU v;kk                                       | 8;9,   | 9;8   |
| Tavaaminen (Sanaketju,<br>tekninen lukeminen, osatesti) | 18,5 p | 29,4 p **                                   |
| Bostonin Nimentätesti                                   | 45,6 p | 48,2 p                                      |

#### Taulukko 5.

Aktiiviseen kuntoutukseen osallistuneiden nuorten aikuisten testaustulosten muutokset ymmärtävässä sekä teknisessä lukemisessa ja käsitteistön määrässä. Ryhmän keskiarvotulokset (n= 10). (Dysleksia kuntoutustutkimus 34)

### 8. JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimustulokset tukevat aiempia dysleksian selitysmalleja, joiden mukaan kuulotiedon nopea ajallinen jäsentäminen ja sentraalisten prosessien automatisoituminen ovat keskeisiä tekijöitä lukemisvaikeuksien etiologiassa (Tallal, Miller & Fitch 1993; Stein & Talcott 1999; Habib 2000; Kujala ym. 2000).

**Tutkimuksessa havaittiin, että mikäli kuulotiedon keskushermostollinen jäsentäminen ei ole automatisoitunut riittävän täsmälliseksi, vaikuttaa tämä myös kielen yksikköjen prosessointiin ja lukemisen osataitoihin.** Aiemmissä tutkimuksissa ongelmien on todettu heijastuvan kuulotiedon strukturointiin (esim. tavutus ja puheen rytmi) (Overy 2003), fonologisiin prosesseihin sekä äännetietoisuuteen (Nicolson, Fawcett & Dean), ja aiheuttavat henkilölle kehityksellisiä kielen ja lukemisen ongelmia.

**Omassa tutkimuksessa havaittiin erittäin selvästi harjoittelun intensiivisyyden merkitys. Kuntoutuksella saavutettiin selkeästi paremmat tulokset B-ryhmässä, jossa harjoitteet tehtiin valvotusti kouluympäristössä. Kuntoutuksessa yhdistettiin kuulonharjoituksiin sensomotoriset harjoitteet. Näin voitiin normalisoida lukinuorten motorista statusta ja edistää oppimisvaikeuksien kuntoutumista moniaistisen periaatteen mukaisesti** (vrt. Hornsby & Miles 1980; Hulme 1981; multisensory teaching in dyslexia).

**IADT-kuulonharjoitusohjelman vaikutukset näkyivät kuulokynnyskäyrän muutoksina siten, että yliherkkyydet äänille poistuivat ja sensitiivisyys puheen keskeisille taajuuksille lisääntyi. Vastaava muutos näkyi kuuloerottelun tehostumisena. Liikeharjoitusohjelman vaikutukset näkyivät motoriikan ja kehon koordinaation kehittymisenä, tasapainon parempana hallintana, oman kehon hahmottamisen ja avaruudellisen hahmottamisen tarkentumisena. Kuntoutuksen kokonaisvaikutuksena tutkimusryhmäläisten psykososiaaliset taidot kehittyivät. He pystyvät toimimaan normaalisti vuorovaikutustilanteissa ja ennen kuntoutusta esiin tullut epävarmuus ja jännittäminen sosiaalisissa tilanteissa on vähentynyt.**

**Aistihavaintojen neuraalinen jäsentäminen aikuisiällä on hitaampaa kuin lasten kuntoutusta toteutettaessa.** Koska kyseessä oli erittäin vaikeista oppimishäiriöistä kärsivien nuorten aikuisten ryhmä, oli havaittavissa, että 6 kk:n harjoittelujakson aikana ei kaikkien nuorten kohdalla vielä saavutettu optimaalisia kuntoutumistuloksia. Neurofysiologisissa mittauksissa esiin saadun sentraalisen kuulojärjestelmän uudelleen organisoitumisen havaittiin jatkuvan edelleen 3 kk:n seurantajakson aikana.

Tutkimukseen osallistuneilla nuorilla oli halutessaan mahdollisuus jatkaa kuntoutusta ja heillä kuulotiedon tarkoituksenmukaisen jäsentymisen voitiin todeta etenevän uuden kuntoutusjakson aikana.  
IADT Dysleksia kuntoutustutkimus 42

Kuntoutukseen osallistuneiden lukiongelmaisten nuorten kuuloherätevasteet erosivat tilastollisesti merkittäväällä tasolla ikäverrokkien tuloksista sekä siniäänien että tavuerojen havaitsemisen osalta. Dyslektiseen häiriöön liittyi MMN-vasteiden hitaus, joka tuli esille erityisesti konsonanttien erottelutaajuudella ja tavuärsykkeillä. Matalilla äänitaajuuksilla lukihäiriöisillä puolestaan korostui MMN-vasteiden huomattavan suuri voimakkuus ja paikantumattomuus. Kokonaisuutenaan **dyslektisillä nuorilla mitatut aiovasteet olivat kypsymättömiä tyypillisesti kehittyneiden ikäverrokkien ERP-vasteisiin verrattuna.**

Dysleksian kuntoutustutkimuksia on raportoitu erittäin vähän ja vielä rajoitetummin kun kuntoutujina ovat aikuiset dysleksiasta kärsivät henkilöt. **IADT (Individual Auditory Discrimination Training) yksilöllisen kuulonharjoitus-ohjelman avulla voitiin saada aikaan neuraalista uudelleen organisoitumista kuulon sentraalisissa perusprosesseissa aikuisikäisillä kuntoutujilla. Kuntoutuksen siirtovaikutus voitiin havaita kielellisten ääniärsykkeiden prosessoinnissa, sanojen tavuttamisessa ja luetun ymmärtämisessä. IADT harjoitusohjelma auttaa lukemishäiriöisiä kuntoutumaan ja on hyödyllinen myös aikuisiän kuntoutusta järjestettäessä.**

## LÄHTEET

- Achenbach, T.M. & Rescorla, L.A. (2001). Manual for the ASEBA School-Age Forms & Profiles. Burlington, VT: University of Vermont.
- Laurinsalo, N. & Laurinsalo, V. (1999) Sensomotorinen kuntoutus 1, 6.
- ASHA (1996) Central auditory processing: Current status of research and implications for clinical practice. American Journal of Audiology 5, 41–54.
- Baldeweg T. et al. (1999). Impaired auditory frequency discrimination in dyslexia detected with mismatch evoked potentials. *Annals of Neurology* 45:4, 495-503.
- Bérard G (1993). Hearing equals behavior. Keats Publishing, New Canaan: Connecticut.
- Birath, B (1999) Oppimista parantavia liikeharjoituksia. Helsinki: Basam Books. 28-30.
- Furth, H.G. & Wachs, H (1975) Thinking Goes to School. Oxford University Press. NY:Inc
- Goddard, S (1996) Teacher's Window Into the Child's Mind. Fern Ridge Press. 20-23
- Habib M (2000) The neurological basis of developmental dyslexia: an overview and working hypothesis. *Brain*, 123, 2373-2399.
- Hornsby B & Miles TR (1980). The effects of a dyslexia centred teaching programme. *British Journal of Educational Psychology*, 50, 236-242.
- Hulme C (1981). Reading retardation and multisensory teaching. London: Routledge and Kegan-Paul.
- IADT ® (Individual Auditory Discrimination Training); Modified and further developed by H. Hätinén (www.pekuoy.fi) from the method of K. Johansen, Baltic Dyslexia Research Lab ApS.
- Ikonen O (2000) Oppimisvalmiudet ja opetus. Juva: PS-kustannus.
- Jaukka M (2006). Dysleksianuorten psyykkisen profiilin kuvaus. Pro gradu –tutkielma, logopedia, Oulun yliopisto.
- Korpilahti P (2001). Apua täsmäkuntoutuksesta? Neurofysiologinen lähestymistapa kuuloerotteluvaikeuksiin ja niiden kuntoutukseen. *NMI-Bulletin*, Vol.11 (1), 7–8.
- IADT Dysleksia kuntoutustutkimus 43
- Korpilahti P, Krause CM, Holopainen I & Lang AH (2001). Early and late mismatch negativity (MMN) elicited by words and speech-like stimuli in children. *Brain and Language*, 76, 332–339.
- Korpilahti P (2002). Tehoa kuulohahmotukseen – Neurokognitiiviseen teoriaan tukeutuvia menetelmiä. Puheen ja kielen tutkimuksen yhdistys ry:n julkaisuja, 34, 121–135.

- Korpilahti P, Céponiene R & Näätänen R (2002). Neurofunctional Correlates of Auditory Perception and Discrimination Training at School Age. The European Science Foundation: The Science of Aphasia. Acquafredda di Maratea, Italy.
- Korpilahti P (2004). Puheen havaitsemisen kehitys. In S Kunnari & T Savinainen–Makkonen (Eds.) Mistä on pienten sanat tehty? Helsinki: WSOY, 31–38.
- Korpilahti P, Zachau S, Heinänen K, Ervast L & Rytty S (2006). Auditory training - a natural way to affect impaired tone matching in dyslexia. Proceedings of the 4<sup>th</sup> Conference on Mismatch Negativity and its Clinical and Scientific Applications, Cambridge, England., 96.
- Kranowitz C S (2003) Tahatonta tohellusta Sensorisen integraation häiriö lapsen arkielämässä, Jyväskylä: PS-kustannus 37, 38, 90, 118
- Kujala T, Myllyviita K, Tervaniemi M, Alho K, Kallio J & Näätänen R (2000). Basic auditory dysfunction in dyslexia as demonstrated by brain activity measures. *Psychophysiology*, 37, 262-266.
- Kujala T (2001). Äänen havaitseminen lukihäiriöissä mismatch negativity – vasteen heijastamana. *NMI Bulletin* 1, 8-9.
- Kujala T, Karma K, Ceponiene R, Belitz S, Turkkila P, Tervaniemi M & Näätänen R (2001). Plastic neural changes and reading improvement caused by audiovisual training in reading-impaired children. *PNAS*, 98(18), 10509-10514.
- Kujala T (2002) The MMN as an index of auditory dysfunction in dyslexia. In E Witruk, AD Friederici & T Lachmann (Eds.) Basic functions of language, reading and reading disability. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, pp. 359-368.
- Kujala T. et al. (2003). Auditory sensory memory disorder in dyslexic adults as indexed by the mismatch negativity. *European Journal of Neuroscience* 17, 1323-1327.
- Lindeman J (1998) Ala-asteen lukutesti: Tekniset tiedot. Turku: Oppimistutkimuskeskus, Turun yliopisto.
- Lindeman J (2000). Allu, Ala-asteen lukutesti: Käyttäjän käsikirja. Jyväskylä: Gummerus.
- Mody M, Studdert-Kennedy M & Brady S (1997). Speech perception deficits in poor readers: Auditory processing or phonological coding? *Journal of Experimental Child Psychology*, 64, 199-231.
- Nevala J & Lyytinen H (2001) Sanaketjutesti. Käsikirja II: tekninen opas. Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti.
- Nicolson RI, Fawcett AJ & Dean P (1995). Time estimation in developmental dyslexia: Evidence of cerebellar involvement. *Proceedings of the Royal Society*, 259, 43-47.
- Näätänen, R. (1992) Attention and brain function. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Näätänen R (1995) The mismatch negativity: A powerful tool for cognitive neuroscience. *Ear and Hearing*, 16, 6-18.
- Overy K (2000). Dyslexia, temporal processing and music: The potential of music as an early learning aid for dyslexic children. *Psychology of Music*, 28, 218-229.
- Overy K, Nicolson RI, Fawcett AJ & Clarke EF (2003). Dyslexia and music: Measuring musical training. *Dyslexia*, 9, 18-36.
- Renvall H. & Hari R. (2003). Diminished auditory mismatch fields in dyslexic adults. *Annals of Neurology* 53:5, 551-557.
- IADT Dysleksia kuntoutustutkimus 44
- Schulte-Körne G. et al. (1999). Pre-attentive processing of auditory patterns in dyslexic human subjects. *Neuroscience Letters* 276, 41-44.
- Schulte-Körne G. et al. (2001). Speech perception deficit in dyslexic adults as measured by mismatch negativity (MMN). *International Journal of Psychophysiology* 40, 77-87.
- Shaywitz SA, Fletcher JM, Holahaan J, et al. (2002) Persistence of dyslexia. *Pediatrics*, 104, 1-9.
- Stein JF & Talcott JB (1999). Impaired neuronal timing in developmental dyslexia- The Magnocellular hypothesis. *Dyslexia*, 5, 59-78.
- Tallal P, Miller S & Fitch RH (1993). Neurological basis of speech: A case of the preeminence of temporal processing. *Annals of the New York Academy of Science*, 682, 27-47.
- Tomatis, A.A. (1991) The conscious ear. New York: Station Hill Press.

Zachau S, Heinänen K, Ervast L, Suominen K, Korpilahti P (2006). Training takes time: Plasticity in adults' dyslexic brains. Proceedings of the 4<sup>th</sup> Conference on Mismatch Negativity and its Clinical and Scientific Applications, Cambridge, England, 135.