

Ylä-Savon Luki-yhdistys ry  
PEKU Luki-kuntoutusprojekti  
Juhani Ahon tie 4  
73100 Lapinlahti

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

**TUTKIMUKSEN LOPPURAPORTTI 31.8.2006**

## SISÄLTÖ

<b>1. TUTKIMUKSEN TAUSTAA</b>	3
1.1. Kuuloaisti ja sen muokkaaminen	5
1.2. Näköaisti	7
1.3. Tasapaino	8
1.4. Motoriset ongelmat	8
1.5. Lapsuusajan primitiivijastejäänteet	8
1.6. Oppimis- ja suoriutumisvaikeudet	9
<b>2. TUTKIMUSKYSYMYKSET</b>	11
<b>3. MENETELMÄT</b>	11
3.1. Kuulontutkimus ja sensomotorinen arviointi	11
3.2. Lukitaitojen, oppimisen ja käyttäytymisen arviointi	13
3.3. Herätevastetutkimukset (ERP, event related potential)	13
<b>4. KOEHENKILÖT</b>	15
<b>5. TUTKIMUKSEN AIKATAULU JA TULOSTEN JULKISTAMINEN</b>	16
<b>6. TULOKSET</b>	17
6.1. Kuulontutkimus ja sensomotorinen arviointi	17
6.2. Herätevastetutkimukset (ERP, event related potential)	20
6.2.1. Lukiongelmaisten nuorten herätevasteet kontrolliaineistoon verrattuna	20
6.2.2. Dysleksianuorten ERP-rekisteröintien tulokset	25
6.2.3. Kuntoutustulokset: Puheen keskeiset äänitaajuudet, 1800/ 2000/ 2200 Hz	25
6.2.4. Kuntoutustulokset: Konsonanttien erottelualue, 3600/ 4000/ 4400 Hz	30
6.2.5. Kuntoutustulokset: Tavut, AMA/ ANA/ ALA	30
6.4. Muutokset lukemisen perusvalmiuksissa	34
6.5. Dysleksianuorten psyykinen profiili	35
6.6. Esimerkki yksilötuloksista	35
<b>7. KUNTOUTUKSEN VAIKUTTAVUUS OPISKELUUN, AMMATTIIN SUUNTAUTUMISEEN JA ARKIELÄMÄÄN</b>	40
7.1. Tutkimusryhmän oppimis- ja suoriutumisvaikeuksista ennen tutkimusta	40
7.2. Tutkimuksen aikana ja lopussa tehtyjä huomioita sekä muutoksia	40
<b>8. JOHTOPÄÄTÖKSET</b>	42
<b>LÄHTEET</b>	43
<b>LIITTEET</b>	45

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

**Hannu Häätinen, psykoterapeutti, NDT (Neuro Development Terapist), kuulohavaintojen harjoitusohjelma ja sensomotoriset harjoitteet, sidosryhmät, Peku Oy**

**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**

**Ylä-Savon Luki-Yhdistys ry on saanut PEKU Luki-kuntoutusprojektille Raha-automaattiyhdistykseltä avustusta, jolla tämä tutkimus on rahoitettu. Projektivastaava tj. Eeva Hynynen, Juhani Ahontie 4, 73100 Lapinlahti, peku@pp1.inet.fi**

Tutkimus on toteutettu yhteistyössä Nuorten Ystävät RY:n, Muhoksessa sijaitsevan Pohjolakodin ja Oulussa sijaitsevan Merikosken ammatillisen koulutuskeskuksen kanssa.

Tutkimukselle on haettu lupa Oulun yliopistollisen sairaalan eettiseltä toimikunnalta.

## **1. T UTKIMUKSEN TAUSTAA**

Useat lääkärit ovat kokeneet oppimisongelmat hankaliksi ratkoa. Lääkärin vastaanotolla voidaan tutkia aistien lääketieteellinen status, mutta asiaa mutkistaa se, että oppimisen ongelmien syyt eivät useinkaan löydy perustutkimuksissa. Viime vuosikymmeninä ovat oppimishäiriöiden neurobiologiset ja neurofysiologiset perusteet alkaneet kiinnostaa tutkijoita kasvavassa määrin. Kuntoutuksen vaikuttavuudelle on myös pyritty löytämään luotettavia tutkimusmenetelmiä. Neurofysiologisten menetelmien avulla voidaan selvittää kognitiivisia ilmiöitä tarkasti ja objektiivisesti. Tutkimukset ovat osoittaneet, että oppiminen on aistien ja aivoprosessien yhteistoimintaa, joka vaatii yksilöityä ja terävää neuraalista toimintaa, jossa oikein ajoittuvat aistitoiminnot toimivat reseptoreina. Tämän tutkimuksen tavoitteena on osoittaa kuinka lukemisvaikeuden, dysleksian, neuraalisiin tekijöihin voidaan vaikuttaa yksilöllisten ja intensiivisten harjoitteiden avulla. Kuntoutusmenetelminä tässä tutkimuksessa ovat yksilöllinen kuulohavaintojen harjoitusohjelma IADT (Individual Auditory Discrimination Training) ja sensomotoriset harjoitteet (INPP, The Institute for Neuro-Physiological Psychology, Peter Blythe).

Lukemisen häiriöihin liittyy usein poikkeavuutta kuulohahmotuksessa (Habib 2000; Kujala ym. 2000), erityisesti kuulotiedon aikajäsenteisyyden ja nopean väistymisen vuoksi. Dysleksiaan liittyvien fonologisten vaikeuksien luonteesta esitetään erilaisia selitysmalleja. Jotkut tutkijoista ovat sitä mieltä, että ongelmat ovat luonteeltaan kielellisiä (Mody, Studdert-Kennedy & Brady, 1997). Kilpailevan selitysmallin mukaan vaikeudet liittyvät kuulon perusprosesseihin ja niiden automatisoitumiseen (Tallal, Miller & Fitch 1993; Stein & Talcott 1999). Nicolson, Fawcett ja Dean (1995) liittävät havaintotoiminnan automatisoitumisen ongelmat artikulaatioliikkeiden täsmentymiseen ja sitä kautta fonologisten prosessien heikkoon kehittymiseen. Dyslektisillä lapsilla on todettu ongelmia myös tavuttamisessa ja laulujen rytmittämisessä. Nämä taidot edellyttävät kuulohavaintojen struktuurin jäsentämistä (Overy ym. 2003). Musiikin avulla tapahtuvan harjoittelun on esitetty auttavan lukemishäiriöisiä lapsia voittamaan oppimisongelmiaan (Overy 2000). Aistikokemukset muuttavat aivojen arkkitehtuuria. Poikkeavuudet äänen havainnoissa tulevat esille varhaislapsuudessa kielen ja puheenkehityksen viivästyminä, mutta ongelmapiirteet säilyvät monilla henkilöillä aikuisuuteen saakka aiheuttaen oppimisvaikeuksia (Shaywitz ym. 2002). Keskushermostollisten kuuloprosessien häiriöitä (Central auditory processing disorder, CAPD) havaitaan usein poikkeavan kuulokäyttäytymisen yhteydessä (ASHA, 1996). CAPD voi olla ensisijainen diagnoosi, mutta useimmiten siihen liittyy neurologisperäisiä kehityshäiriöitä, kuten esimerkiksi kehityksellistä dysleksiaa.

Poikkeavuusnegatiivisuus (mismatch negativity, MMN) on aivojen sähköinen heräteväste, joka ilmentää kuulemisen perusprosesseja (Näätänen 1992, 1995). Tätä tutkimusmenetelmää on sovellettu dysleksia-tutkimuksessa myös toimintojen paikantamista selvittäessä (MMNf). Aistitoimintojen häiriöitä dysleksiassa ovat em. menetelmillä kuvanneet Baldeweg ym. (1999, äänen korkeuden havaitseminen) sekä Schulte-Körne ym. (1999, IMMN-vaste äänen kestoille; 2001 IMMN-vaste synteettiselle puheelle). Myös vasemman hemisfäärin tavallista heikompi aktivoituminen on todettu MMNf-tutkimuksissa (Renvall & Hari 2003).

Lukihäiriöiden taustaa ja kuntoutuvuutta selviteltäessä neurofysiologisin menetelmin kerättyä tietoa tulkitaan behavioraalisin testein kootun informaation rinnalla (Korpilahti 2001, 2002; Kujala 2001). Kujalan ym. (2001) tutkimusraportissa havaittiin intensiivisen kuntoutuksen vaikuttavan lukemisongelmiin. Kuulohavainnot normalisoituvat ja suoritteet luki-testeissä paranivat intensiivisen harjoittelun vaikutuksesta. Vaikka harjoitusohjelma oli ei-kielellinen, näkyi siirtovaikutus käyttäytymisentason taidoissa, mm. lukemisnopeudessa.

IADT (Individual Auditory Discrimination Training), yksilöllinen kuulonharjoitus-ohjelma perustuu Tomatoksen teoriaan (Tomatis 1991). Harjoittelussa hyödynnetään musiikin ja puheen yhteisiä elementtejä ja lainalaisuuksia. Yksilön kuulohavaintoprofiili perustuu monauraaliseen ja dikoottiseen testaukseen, sekä puhdasäänöksillä että kielen yksiköillä. Tätä profiilia käytetään yksilöllisen kuntoutusohjelman suunnittelun perustana. Yksilötasolla tämä tarkoittaa hyperaktiivisesti havaittujen taajuusalueiden vaimentamista ja hypoaktiivisten taajuuksien korostamista kuulemisen aktivoimiseksi. IADT -harjoitusohjelma perustuu sointirakenteeltaan rikkaaseen, synteettiseen musiikkiin. Kuunteluharjoitteita varten musiikkia muokataan siten, että kuulohavainnoissa tuettaisiin optimaalisen kuulemisen tapaa.

Monilla henkilöillä aistitoimintojen poikkeamat, kuulohavaintojen vääristymät ja primitiiviheijasteiden esiintulo liittyvät toisiinsa. Sensomotorisen kuntoutuksen lähtökohtana on aistitoimintojen ja refleksijärjestelmän kartoitus. Kartoituksen perusteella suunnitellaan yksilöllinen päivittäin toteutettava harjoitusohjelma, joka muodostuu kuulonharjoitusohjelmasta (IADT) ja sensomotorisista liikeharjoituksista (INPP, Peter Blythe). Harjoituksilla stimuloidaan kuuloaistia, tasapainoa, refleksijärjestelmää, visuaalista hahmottamista sekä harjoitetaan aistien yhteistoimintaa. Harjoitusten myötä tapahtuva aistitoiminnan normalisoituminen, aistien yhteistoiminnan kehittyminen ja primitiivirefleksien poistuminen parantavat oppimis- ja suoriutumiskykyä. Käytännön kokemukset ovat osoittaneet keskittymisen, lukemisen, kirjoittamisen, muistin ja motoriikan ongelmien lieventymistä tai poistumista kokonaan. Myöhemmällä iällä dysleksiaan liittyy monesti myös psyykkisen profiilin poikkeavuutta (Jaukka 2006). Kuntoutuksen on havaittu vaikuttavan käyttäytymisen ongelmiin: aikaisempi epäsosiaalinen tai oppositionaalinen käyttäytyminen muuttuu usein kuntoutuksen myötä normaalimmaksi.

Sensomotorinen kuntoutus vaikuttaa aistitoiminnan ongelmiin. Sensomotorisesta kuntoutuksesta hyötyvät ne, joille aistien epätasapainotila aiheuttaa ongelmia. Näitä voivat esimerkiksi olla puhe- ja äänihäiriöt, motoriset ongelmat, kuulon yliherkkyys, auditiiviset ja visuaaliset hahmottamisongelmat, keskittymisvaikeudet, ylivilkkäus ja oppimisvaikeudet (<http://www.pekuoy.fi> 2004; <http://www.thalamusoy.com> 2004).

Kun kuulonharjoitusohjelma ja sensomotoriset harjoitteet toteutetaan säännöllisenä ja kontrolloituna voidaan kuntoutuksella olettaa olevan paras teho. Kuulohavaintojen jäsentyminen on nopeinta varhaislapsuudessa, jolloin neuraalinen järjestelmä on hyvin muuntuva. Espoossa toteutetussa Kilon erityiskoulun tutkimuksessa (Korpilahti, Ceponiene & Näätänen, 2002) havaittiin, että ala-asteen dysfaattisilla koululaisilla tapahtui puolen vuoden harjoittelujaksolla kuulohavaintojen tarkentumista (neurofysiologiset tutkimukset, ERP), keskittymistaitojen paranemista ja kielellisten taitojen kehitystä.

Nyt raportoitavassa tutkimuksessa yhtenä suurimmista haasteista oli kuntoutettavien ikä, 18–20 v. Aikuisiässä neuraalinen järjestelmä ei ole enää yhtä muokkautuva kuin lapsilla, mutta toisaalta on voitu osoittaa, että terveiden aikuistenkin kuulohavaintoja voidaan muokata intensiivisen harjoittelun keinoin (Näätänen 1995). Nuoruusiässä säännölliseen kuntoutukseen sitoutuminen edellyttää myös kontrolloitua harjoitteluympäristöä. Tämä kysymys nousi esille Pohjolakodin harjoittelutuloksia tarkasteltaessa.

## **1.1. Kuuloaisti ja sen muokkaaminen**

Teoreettisilta lähtökohdiltaan kuulonmuokkaushoito perustuu kurkku- ja korvalääkäri Tomatisen –50 luvulla tekemiin tutkimuksiin, jotka koskivat kuulon yliherkkyyttä (Tomatis 1991). Tomatis havaitsi kuulon epätasapainon vaikuttavan puheenkehityksen varhaisvaiheisiin ja lukemaan oppimiseen sekä aiheuttavan psyykkisiä oireita. Bérard (1993) raportoi vastaavista kuulon yliherkkyyspiirteistä autistisilla ja depressiivisillä henkilöillä. Tutkijat havaitsivat myös, että kuulojärjestelmää voidaan muokata erityisen terapiamusiikin avulla. Tanskalainen tutkija Kjeld Johansen on vaikuttanut kuntoutusmuodon käyttöönottoon Pohjoismaissa, erityisesti dysleksian kuntoutuksessa (<http://www.dyslexia-lab.dk>). Suomessa kuntoutusmenetelmää on käytetty vasta vähän, koska kuntouttajia on

maassamme ollut vain muutamia. Monissa Englannin ja USA:n kouluissa (esim. New Vision School, Minneapolis) on kuulonmuokkaushoito ollut osa kuntoutustyötä jo kymmenen vuoden ajan. Myös Englannissa monet puheterapeutit käyttävät kuulonmuokkaushoitoa kuntoutusmenetelmänä.

Ranskalainen lääkäri Alfred Tomatis on kehittänyt menetelmän, jossa matalataajuiset äänet suodatetaan pois ääniärsykkeistä ja käytetään näin muokattuja ääniä kuuloharjoitteina. Lähtökohtana oli myös neuraalinen aktivoituminen; Tomatiksena mukaan matalataajuiset äänet ”varastavat” energiaa, kun taas korkeat taajuudet stimuloivat aivoja ja lisäävät valppautta (Birath 1999, 28-30.) Monilla oppimisvaikeuksista kärsivillä ihmisillä on todettu olevan kuulohavaintojen poikkeavuutta juuri matalilla äänitaajuuksilla.

Puheen ja kielen ymmärtämiseen vaikuttaa myös se, kumpi korva on kuuntelussa hallitseva (Birath 1999, 28-30; vrt. Ikonen 2000, 94). Kuulon epätasapaino voi ilmetä vaimentumana eri taajuuksilla, jolloin näillä taajuuksilla soivat äänneet on vaikea erottaa. Käytännössä ongelmat näkyvät vieraiden kielten oppimisvaikeuksina sekä lukemisen ja kirjoittamisen vaikeuksina. Tällöin myös kuultujen ohjeiden ymmärtäminen ja noudattaminen on vaikeaa (Kranowitz 2003, 37). Kuulossa ilmenevät vaimenemat vääristävät vastaanotettua viestiä ja heikentävät auditiivista vastaanottokykyä. Yleensä auditiivisissa häiriöissä mahdollisimman varhainen toteaminen ja korjaaminen ovat tärkeitä, koska mitä aikaisemmin häiriöt huomataan, sitä parempi ennuste kuntoutumiselle voidaan antaa (Ikonen 2000; Korpilahti 2002).

Kuulon yliherkkyys, varsinkin matalien taajuuksien osalta, aiheuttaa levottomuutta, stressiä ja keskittymiskyvyn puutetta. Yliherkän kuulon tunnistaa ilman kuulotutkimustakin lapsen epänormaalia käyttäytymisestä. Lapsi voi esimerkiksi kieltäytyä toimimasta tai tulemasta tilanteisiin, joissa esiintyy häntä häiritseviä ääniä. Hänen saattaa olla vaikea keskittyä kuuntelemaan opettajan ääntä ja olla samalla häiriintymättä taustamelusta (Kranowitz 2003, 118). Käytännössä arkinen taustahäly koulussa tai toimistossa saattaa häiritä niin paljon, että omaan opiskeluun tai työhön keskittyminen on lähes mahdotonta (<http://www.pekuluki.net> 2005). Kuulonmuokkaushoidolla pyritään siihen, että kuntoutettava oppisi kiinnittämään huomionsa tarkoituksenmukaisiin ääniärsykkeisiin ja jättämään huomioita ympäristöstä tulevat merkityksettömät äänet (Korpilahti 2004). Yliherkän kuulon aiheuttamia oireita saatetaan liittää väärin perustein esimerkiksi keskittymishäiriöihin (ADHD) tai mielenterveysongelmiin. Yliherkän kuulon normalisoituessa yleinen suoritustaso kohenee ja henkilöllä on aiempaa enemmän voimavaroja käytettävänä.

Kuulon vääristymien korjaamiseen on aiemmin kehitetty kaksi toisistaan eroavaa kuulonmuokkaushoidon menetelmää: AIT (Auditory Integration Training) ja ADT (Auditory Diskrimination Training) (Alopaesus- Laurinsalo & Laurinsalo 1999, 6). Menetelmien selkein ero on siinä, että Johansenin kehittämässä ADT:ssa käytetään pitkäaikaista (keskimäärin 6-9 kk) intensiivimetodia kuulojärjestelmän muokkaamisessa. Sitä vastoin Bérardin ja Tomatisin alkuperäisessä hoitometodissa AIT:ssa hoito kestää vain 10 päivää.

Tässä tutkimuksessa käytetty yksilöllinen kuulohavaintojen harjoitusohjelma, IADT (Individual Auditory Discrimination Training), pyrkii muokkaamaan kuuloa hyvin hellävaraisesti. Harjoitusohjelma perustuu synteettiseen, laajaspektriseen musiikkiin, jota voidaan muokata kunkin henkilön yksilöllisen kuuloherkkyyden ja harjoittelussa meneillään

olevan vaiheen mukaisesti. Harjoitusohjelmassa musiikkikappale kerta edellisen kappaleen taajuuksia ja valmistele audiitiivista järjestelmää seuraavan kappaleen vastaanottamiselle. Musiikki on helposti kuunneltavaa äänimateriaalia, jolla kuulo-järjestelmää ikään kuin 'opetetaan' käsittelemään ääniä uudella, tarkoituksenmukaisemmalla tavalla. Näin voidaan vaikuttaa aivopuoliskojen dominanssiin, kuulon yliherkkyyksiin tai vaimentumiin. Fysikaalisella tasolla terapiamusiikilla pyritään vaikuttamaan kuulojärjestelmän lihaksistoon, hermoston sekä aivoissa tapahtuvaan kuuloinformaation käsittelyyn. Terapiamusiikkia kuunnellaan kuusi kertaa viikossa vähintään 10 minuuttia kerrallaan noin 6-12 kuukauden ajan. Pitkä harjoittelu-aika on ymmärrettävissä sitä taustaa vasten, että kuntoutuksella pyritään muokkaamaan vallitsevaa ja pitkälle automatisoitunutta kuulemisen tapaa ja jäsentämään tehokkaammaksi kuuloradaston toimintaa (Korpilahti 2004).

Kuntoutuksen jälkeen moni henkilö on raportoinut suoriutuvansa opinnoistaan huomattavasti vähemmällä työllä ja paremmin arvosanoin. Kuntoutettavien omat havainnot voivat perustua siihen, että audiitiivisten harjoitusten on todettu vaikuttavat positiivisesti keskittymiskykyyn ja tukevat myös muiden aistien kehittymistä (Ikonen 2000, 74). Tällöin henkilölle jää aikaisempaa enemmän voimavaroja arkielämään ja oppimista varten. Kuulomuokkaushoidon vaikutus näkyikin esimerkiksi kielten oppimisen tehostumisena ja muistin parantumisena.

## 1.2. Näköaisti

Visuaalinen hahmottaminen on aivojen kyky tulkita sitä, minkä silmät näkevät (Kranowitz 2003, 90). Laajemmin se voidaan määritellä kykynä päätellä usean muuttujan vaikutusta johonkin tiettyyn, näköaistin välittämään havaintoon. Visuaalista hahmottamista voidaan pitää yhtenä perusedellytyksenä esimerkiksi loogiselle päättelykyvylle ja matemaattiselle hahmottamiselle. Visuaalisessa hahmottamisessa ilmenevistä ongelmista johtuu, että henkilö ei välttämättä ymmärrä tai pysty tulkitsemaan näkemäänsä oikein. Henkilöllä voi lisäksi olla vaikeuksia muotojen, kokojen ja etäisyyksien hahmottamisessa. Vaikeuksia saattaa esiintyä myös muutosten sekä avaruudellisuuden hahmottamisessa (Ikonen 2000, 142).

Ruotsissa tehdyssä tutkimuksessa on havaittu jopa 50 %:lla luku- ja kirjoitusvaikeuksista kärsivistä lapsista olevan jonkinasteisia näkökyvyn ongelmia. Näkötapaus on erittäin monimutkainen prosessi, joka vaatii vasemman ja oikean silmän sekä aivopuoliskojen jatkuvaa tarkkaa keskinäistä yhteistyötä. Mikäli aivot eivät yhdistä näköaistimuksia kuulo-, tunto-, ja liikeaistimuksiin voivat viestit sekoittua (Kranowitz 2003, 38). Käytännössä ongelmat voivat ilmetä siten, että henkilö ei näe selvästi ja/tai väsy helposti, näönvarainen hahmottamiskyky on heikkoa ja oppiminen hidasta. Kirjallista työtä tehdessä voi tapahtua hyppimistä joidenkin rivien tai kappaleiden yli (Ikonen 2000, 107). Lapsilla, joiden kouluissa panostetaan ensimmäisillä luokilla nimenomaan visuaaliseen hahmottamiseen ja loogisen päättelykyvyn harjoittamiseen on paremmat edellytykset kaikkeen myöhempään oppimiseen. Lapset oppivat nopeasti lukemaan ja kirjoittamaan sekä heidän kykynsä oppia matematiikkaa ja prosessoida monimutkaisia asioita on poikkeuksellisen hyvä (Furth & Wachs 1975).

### 1.3. Tasapaino

Ihmisen tasapainoaisti kehittyy voimakkaimmin kahdeksaan ikävuoteen saakka. Mitä enemmän erilaista stimulaatiota tasapainolle annamme, sitä paremmaksi tasapaino kehittyy. Tasapainoelimestä lähtevät hermoimpulssit koordinoivat jatkuvasti ihmisen lihastoimintaa. Aistitoiminnan hermoviestit kulkeutuvat myös tasapainoelimen kautta, joten mikäli tasapainoelimen tai muiden aistien toiminnassa on heikkoutta, häiritsee se vastaavasti myös muita aisteja. Esimerkiksi, jos aivoissa oleva tasapainokeskus ja tasapainoaisti eivät toimi yhteistyössä täydellisesti, käytämme tasapainon ylläpitämiseen myös tavanomaista enemmän silmiä. Aisti-informaatio välittyy suurelta osin silmien kautta, mutta mikäli silmiä käytetään myös tasapainon ylläpitämiseen ja kehon kokonaisvaltaiseen hahmottamiseen, ympäristöstä saamamme informaatio vähenee vastaavasti (<http://www.pekuluki.net>). Tasapaino-ongelmien myötä esimerkiksi luettavan tekstin seuraaminen vaikeutuu ja silmät väsyvät helposti. Huono tasapainon hallinta haittaa myös liikuntasuorituksia, mikä ilmenee usein koordinaation ja liikesynergioiden hankaluutena (Ikonen 2000, 117; Malinen 2003, 39).

### 1.4. Motoriset ongelmat

Motoriset häiriöt haittaavat lapsen normaalia kehitystä. Aistitoiminnoiltaan poikkeavilla lapsilla saattaa esiintyä ongelmia karkeamotoriikassa, jolloin esim. uimaan oppiminen on vaikeaa (<http://pekuluki.net> 2004). Lisäksi heillä voi esiintyä yleistä kömpelyyttä liikesarjojen toistamisessa (Ikonen 2000, 113). Käytännössä kömpelyydestä voi olla seurauksena lapsen syrjäytyminen peleistä ja leikeistä. Kömpelyys voi aiheutua tasapainoelimen vajaatoiminnasta tai lapsuusajan primitiivirefleksien jäänteistä.

Ongelmat hienomotoriikassa ilmenevät mm. huonona käsialana, työläänä kirjoittamisena ja silmän-käden -yhteistyön vaikeutena (<http://pekuluki.net> 2004; Ikonen 2000, 121). Tämän vuoksi lapsi yrittää välttää joutumasta vaativina kokemiinsa tilanteisiin (Ikonen 2000, 121). Mikäli kehon koordinaatiokyky on puutteellista, aiheutuu siitä ongelmia lateraalisuudessa. Tämä puolestaan heikentää motoriikan automatisoitumista ja yleistä oppimiskykyä (<http://www.pekuoy.fi> 2004). On havaittu, että hyvin suuri osa oppimisvaikeuslapsista kuuluu ryhmiin, joissa ongelmiin sisältyy selviä motorisia koordinaatio-ongelmia (Lyytinen ym. 2001, 29).

### 1.5. Lapsuusajan primitiivihelijastejäänteet

Syntymän jälkeisenä aikana lihasliikkeitä ohjaavat lähinnä erilaiset primitiivirefleksit eli heijasteet. Vastasyntyneen lapsen liikkeitä koordinoivat refleksit kehittyvät jo kohdussa ja häviävät yleensä ensimmäisen puolen vuoden aikana tai korvautuvat posturaalireflekseillä (<http://www.pekuluki.net> 2004). Tällä tarkoitetaan, että aivot toiminnan kehittyessä aivojen tahdonalainen toiminta ottaa vastatakseen lihasten liikkeitä. Joskus, esim. poikkeavan kehittymisen seurauksena jotkut primitiivihelijasteet voivat jäädä vaikuttamaan dominoivasti. Esimerkiksi heijaste, joka suojelee vastasyntyntä tukehtumiselta, saa lapsen pään kääntyessä oikealle tai vasemmalle myös saman puolen käden ja jalan suoristumaan. Mikäli kyseinen refleksi jää aktiiviseksi koituu lapselle ongelmia esim. kirjoittamaan opetellessa,



sillä refleksiäänne pakottaa käden suoristumaan pään kääntyessä katsomaan kynää pitelevää kättä. Kirjoittaminen käsi suorassa on vaikeaa ja lapsi vastustaa refleksin vaikutusta painamalla kynää lujaa tai käyttämällä apuna koko ylävartaloa ankkuroidakseen kirjoittavan käden ja kynän oikealle etäisyydelle. Näin sama refleksi, joka aiemmin suojeli vastasyntyntä tukehtumiselta aiheuttaa suuria vaikeuksia kirjoittamista opettelevalle koululaiselle (<http://www.pekuluki.net> 2004).

Tärkeimmät primitiiviheijasteet, jotka on arvioitu kuntoutujilta tässä tutkimuksessa:

- ATNR – asymmetrinen tooninen heijaste
- STNR – symmetrinen tooninen heijaste
- Galant – heijaste
- Moro – säpsähdysheijaste
- Palmar – kämmenheijaste
- Oraalialueen heijasteet
- TLR – tasapainoaiistiheijaste
- HRR – pään suoristusheijaste

Englantilaiset tutkijat Goddard ja Blythe ovat esittäneet, että primitiiviheijastejäänteillä on varsin laaja negatiivinen vaikutus lapsen myöhempään kehitykseen niiden aiheuttaessa neurologista kehitysviivästymää (Neuro-Developmental Delay NDD). Motoriikan ja aistitoiminnan kehitys on normaalista poikkeavaa. Motoriikka voi olla kypsymätöntä ja kömpelöä sekä aistit toimivat epätarkoituksen mukaisesti aiheuttaen keskittymisen, muistamisen ja oppimisen vaikeuksia. Primitiiviheijasteiden jäänteet voivat vaikuttaa myös siten, että monimutkaiset asiat ovat vaikeasti prosessoitavissa. Lasten kohdalla tämä ilmenee vaikeuksina oppia mm. kelloa, viikonpäiviä ja kertotaulua (<http://www.pekuoy.fi> 2004). Käytännössä refleksijärjestelmän ongelmien vuoksi lapsi saattaa olla jatkuvasti levoton, nopeasti väsyvä ja muita häiritsevä. Hänellä voi olla vaikeuksia istua aloillaan, kirjoittaminen voi olla erityisen työlästä ja käsiala huonoa. Lapsi voi lisäksi olla kömpelö ja motoriikaltaan kehittymätön (Goddard 1996, 20-23).

## 1.6. Oppimis- ja suoriutumisasikeudet

Oppimisvaikeuksien taustalla ajatellaan ainakin osassa tapauksissa olevan hermoston varhaiseen kehitykseen liittyvää poikkeavuutta, joka ilmenee aivojen rakenteellisina tai toiminnallisina erityispiirteinä, jotka tekevät tiettyjen taitojen oppimisen erityisen vaikeaksi. Myös neurologiset sairaudet ja vammat ilmenevät usein oppimisvaikeuksina, mutta näiden osuus oppimisvaikeuksien kentässä on pieni. Geneettisen tai biologisen taustan lisäksi on muistettava myös yksilön kasvuympäristön merkitys oppimisvaikeuksien synnyssä, mikä saattaa näkyä esim. opiskelumotivaation puutteena, tehottomina opiskelutottumuksina tai emotionaalisina ongelmina.

Oppimisvaikeudet ilmenevät mm. vaikeuksina puhe-, luku-, kirjoitus-, päättely- ja matematiikkataitojen hankkimisessa ja käyttämisessä sekä keskittymisen, motoriikan, käyttäytymisen kontrolloinnin ja sosiaalisessa ympäristössä toimimisen ongelmina. Em. vaikeudet johtavat usein epäonnistumiseen koulussa, joka tutkimusten mukaan on yhteydessä koulutusuran katkeamiseen, epäsosiaaliseen kehitykseen, päihteiden väärinkäyttöön,

työttömyysuhkaan ja lisääntyneeseen toimeentulotuen tarpeeseen. Psykkisinä seurauksina on havaittu heikko itsetunto, masennus ja kohonnut itsemurhan riski.

Silloin kun oppimis- ja suoriutumisvaikeuksia esiintyy, tulisi kehityksen tukeminen oppimisvaikeuksien vähentämiseksi alkaa jo varhaislapsuudessa. Motoriikkaan ja aistitoimintoihin liittyvät häiriöt voidaan tunnistaa jo varhain, mutta esim. sosiaalisen, kielellisen ja muun kognitiivisen kehityksen häiriöt näyttäytyvät vasta vähitellen, kun yksilön kehitys ei näillä alueilla etenekään odotetulla tavalla. Oppimisvaikeuksilla on taipumusta kasautua ja esiintyä päällekkäisinä. Lisäksi ongelmilla saattaa olla siirännäisvaikutuksia muihin kehityksen poikkeaviin piirteisiin, esim. motorisella kömpelyydellä lukemisen ongelmiin. Tämän vuoksi oppimisvaikeuksien kuntoutuksen tulee perustua henkilön kokonaistilanteen arviointiin.

## 2. TUTKIMUSKYSYMYKSET

1. Voidaanko 16-20 vuotiaitten lukemisvaikeuksisten nuorten kuulohavaintojen neuraaliseen perustaan vaikuttaa intensiivisen IADT (Individual Auditory Discrimination Training) -harjoitusohjelman ja sensomotoristen harjoitteiden avulla? Miten intensiivinen harjoittelu näkyy kuulovasteissa ja sensomotorisissa taidoissa?
2. Miten lukiongelmaisten nuorten kuuloherätevasteet poikkeavat tyypillisesti kehittyneiden ikäverrokkien vasteista?
3. Ovatko neurofysiologisissa mittauksissa (ERP-rekisteröinnit) esiin saadut muutokset luonteeltaan pysyviä ja miten kuntoutuminen etenee suhteessa kuulonmittauksissa todettuihin muutoksiin?
4. Miten luki-aidot ja nuorten oppimisvalmiudet sekä suoriutuminen arkielämän tilanteista muuttuvat harjoittelun aikana?
5. Miten psyykinen oireilu ilmenee lukemisvaikeuksisilla nuorilla?

## 3. MENETELMÄT

Kaikki tutkimukseen osallistuvat lukemisongelmaiset nuoret saivat n. 6 kk kestävän kuntoutusjakson. Tutkimuksessa tarkastellaan yksilöllisten kuuntelu- ja sensomotoristen harjoitteiden vaikutusta kuntoutujien suoriutumiseen normitetuissa testeissä ja oppimistilanteissa. Tutkimuksessa havainnoidaan myös nuorten käyttäytymisessä ja tarkkaavaisuudessa tapahtuvia muutoksia sekä kuulohavaintojen neuraalisessa perustassa tapahtuvaa normalisoitumista (ERP-mittaukset).

Kuntoutujat jaettiin kahteen ryhmään (ryhmä A ja ryhmä B), jotta kuntoutustulosta voitiin arvioida suhteessa normaaliin kehitykselliseen muutokseen (A-ryhmän I ERP-rekisteröinti 6 kk ennen kuntoutuksen aloittamista; B-ryhmän ja verrokkien ERP-vasteiden vertaaminen) ja mahdollisiin eroihin harjoitteluaktiivisuudessa ja taustatekijöissä. Tutkimuksessa seurattiin myös kuntoutustulosten pysyvyyttä (B-ryhmän III ERP-rekisteröinti 3 kk kuntoutusjakson päätyttyä). Osa B-ryhmän kuntoutujista halusi jatkaa harjoittelua. Heille järjestettiin uusi 6 kk kestävä harjoittelujakso. Tästä ryhmästä viisi nuorta osallistui tutkimuksen päättyessä IV ERP rekisteröintiin. Tutkimuksen koehenkilöt on kuvattu tarkemmin kappaleessa 4.

### 3.1. Kuulontutkimus ja sensomotorinen arviointi

Kuulontutkimukset suoritetaan tarkkuusaudiometrillä (DSP Pure Tone Audiometer). Normaalisti tutkittavien äänitaajuuksien (250 – 8000 Hz) lisäksi tutkitaan kuulokyky myös välitaajuuksilla (750, 1500, 3000 Hz). Kuulontutkimuksessa etsitään kunkin taajuusalueen kuulokynnys eli kuulohavaintokyvyn herkkyys. Testaus tapahtuu suljetuilla kuulokkeilla normaalissa huoneessa, mahdollisimman häiriöttömässä ympäristössä. Samalla tarkkuusaudiometrillä arvioidaan myös kuulon bilateraaliset toiminnot, jotta saadaan selvitettyä

auditiivisen järjestelmän jäsentyneisyys. Tutkimus tapahtuu kaikilla edellä mainituilla taajuusalueilla. Kuulon bilateraalisuus testataan 20 dB:n voimakkuudella antamalla ääni yhtäaikaaisesti molempiin korviin.

Kuulokykyä arvioitaessa asiakkaan kuuloa verrataan Tomatixin kehittämään ihannekuulokäyrään (LIITE 1). Kuntoutuksen tavoitteena on saada kuulo mahdollisimman lähelle ihannekuulokäyrää, optimaalista puheen kuulemisen tasoa. Myös mahdollinen vasemman korvan dominanssi pyritään poistamaan aktivoimalla suhteellisesti enemmän oikean korvan kautta välittyvää kuulotiedon käsittelyä. Kuulon ollessa tasapainossa, toistaa kuulo ympärillä olevan äänimaailman tarkasti ja puhumaan, lukemaan sekä kirjoittamaan oppiminen on helpompaa (<http://pekuluki.net> 2004).

Sensomotorisen kuntoutuksen vahvuutena on se, että sitä voidaan pitää kokonais-kuntoutusmenetelmänä. Sensomotorinen kuntoutus on aistivajaatoimintojen ja yliaktiivisesti toimivien aistien kuntoutusohjelma, jossa hoito ja testaaminen kohdistuvat kuulo- ja tasapainoaistiin, näköaistiin sekä motoriikkaa häiritseviin primitiivirefleksijäänteisiin (Alopaus-Laurinsalo & Laurinsalo 1999, 1).

Sensomotorisessa arvioinnissa tehdään analyyttinen alkuhaastattelu, jossa selvitetään tutkittavan taustatietoja. Alkuhaastattelussa käytetään iän mukaista kyselylomaketta, josta esimerkkinä kouluikäisen kyselylomake (LIITE 2). Kyselylomakkeen avulla pyritään saamaan mahdollisimman tarkka kuva kuntoutettavan ongelmista ja niihin johtaneista tekijöistä. Sensomotorisella tutkimuksella kartoitetaan hieno- ja karkeamotoriikan sekä tasapainon ongelma-alueet, havainnoidaan kehon ristikkäisliikkeiden hallintaa ja lateraalisuutta. Primitiivirefleksit kartoitetaan testeillä, jotka tuovat esille häiritsevät refleksijäänteet.

Tutkittavan näkökykyä tutkitaan Keestone Visual Skills – testisarjalla, johon sisältyy 15 erilaista näön osa-alueita. Tämä tutkimussarja kartoittaa visuaalisia valmiuksia. Visuaalisessa hahmottamisessa oikea silmä on tavallisimmin johtava. Vasemman silmän dominoivuus voi aiheuttaa tutkittavalle erilaisia vaikeuksia. Vasensilmäisyys aiheuttaa ympäristön selaamista oikealta vasemmalle eli lukusuuntaa vastaan. Tällöin lukemisprosessi hidastuu ja sanat sekä kirjaimet saattavat kääntyä. Tutkimuksissa selvitetään myös henkilön kykyä hallita silmänliikkeitään, kykyä kohdentaa katsettaan ja fokusoida katse eri etäisyyksille.

Tutkimuksen perusteella tutkittavalle laaditaan henkilökohtainen harjoitusohjelma. Kuntoutus tapahtuu kuuntelemalla yksilöllisesti muokattua terapiamusiikkia (IADT) ja tekemällä refleksijäänteitä varten suunniteltuja liikeharjoituksia (INPP, Peter Blythe). Nämä harjoitukset aktivoivat ja integroivat aivojen vasenta ja oikeaa aivopuoliskoa luonnolliseen yhteistoimintaan sekä auttavat refleksijäänteiden normalisoitumista.

Harjoitusohjelman toistaminen riittävän usein vahvistaa heikosti kehittyneitä hermoratoja ja vaikuttaa aivojen neuraalisiin yhteyksiin. Kuntoutuksen etenemistä seurataan kontrollitutkimuksilla noin 2-3 kuukauden välein. Harjoitteluvaikutukset näkyvät kehon- ja avaruudellisen hahmottamisen selkiytymisenä, motorisen hallinnan kehittymisenä ja aistitoiminnan normalisoitumisena. Käytännössä nämä näkyvät keskittymis- ja oppimiskyvyn, muistitoimintojen ja päättelytaitojen paranemisena.

### 3.2. Lukitaitojen, oppimisen ja käyttäytymisen arviointi

**Behavioraaliset testaukset:** Bostonin nimentätesti, Sanaketju-testi (tekninen lukutaito), ALLU-testi (ymmärtävä lukeminen), Stroop-testi (puheen automatismit) ja Karman musikaalisuustesti (kuulohavaintojen tarkkuus).

Monilla nuorilla dysleksiaan liittyy tarkkaavaisuuden, sosiaalisten taitojen ja tunne-elämän ongelmia. Näiden piirteiden kartoittaminen on tärkeää silloin, kun kyseessä on murrosikäisten ryhmä. Arviointiin käytettiin lastenpsykiatriassa yleisesti käytössä olevia Achenbachin (1993) arviointilomakkeita (Achenbach System of Empirically Based Assessment, ASEBA). Kuvauksen avulla saatiin nuorille käyttäytymisprofiili, jossa huomioitiin seuraavia piirteitä: vetäytyneisyys, somaattinen oireilu, ahdistuneisuus/masentuneisuus, sosiaaliset/ kuvitteelliset ongelmat ja aggressiivinen/ kielteinen käyttäytyminen.

Tutkimuksessa haluttiin myös selvittää, millä tavoin dysleksisen lapsen/nuoren musikaalisuus vaikuttaa silloin, kun kuntouttavana elementtinä on musiikki. Tätä kysymystä selvitettiin Karman musikaalisuustestin ja musiikkimieltymyksiä arvioivien nauhoitteiden avulla. Tulosten julkistaminen tapahtuu tältä osin erillisessä raportissa.

### 3.3. Herätevastetutkimukset (event related potential, ERP)

Kuulotiedon käsittelystä suuri osa tapahtuu tiedostamattomasti, joten kyseisiä sentraalisia prosesseja ei myöskään voi mitata tavallisten testausten avulla. Viime vuosikymmeninä neurofysiologisia menetelmiä on alettu enenevässä määrin käyttää kielihavaintojen ja kielelliskognitiivisten toimintojen tutkimiseen. Kun herätevastetutkimukset (event related potential, ERP) yhdistetään behavioraaliin testauksiin ja käyttäytymisen tason arviointeihin, saadaan luotettava kuva kieli- tai lukiongelman taustatekijöistä ja yksilön oppimisprofiilista.

Tässä tutkimuksessa käytetty ERP-diagnostiikkaan kuuluva ns. 'oddball paradigma' sopii erityisen hyvin tilanteisiin, joissa halutaan objektiivisin keinoin selvittää, miten aivot käsittelevät automaattisella tasolla ääniärsykeitä. Rekisteröinnit suoritettiin Oulun yliopistollisessa sairaalassa, KNF/kognitiivisessa laboratoriossa. Rekisteröinneistä vastasi koulutettu KNF-hoitaja.

Aivovasteiden rekisteröintituloksista arvioitiin obligatorinen, ärsykkeiden aivokuorelle saapumista mittaava N1-vaste (negatiivinen vaste n. 100 ms:n viiveajalla) ja poikkeavuusnegatiivisuusvaste (mismatch negativity, MMN). MMN-vaste kuvaa kuuluerottelun ja työ/kaikumuistin yhteistoimintaan (Näätänen 1992; 1995). Monista aivojen kuvantamismenetelmistä juuri auditiiviset ERP-mittaukset sopivat kielen ilmiöiden tutkimiseen, koska tulosanalyysissä voidaan tarkkaan seurata kuulohavaintojen aikajäsentäisiä, temporaalisia piirteitä. Ärsykkeinä voidaan käyttää yksinkertaisia tai komplekseja ääniärsykeitä, yksittäisiä äänneitä, tavuja, sanoja tai jopa kokonaisia lauseita (ELAN, N400). Tällöin analyysi voidaan kohdentaa erilaisiin kielen ja muistin toimintoihin.

Kuuloherätevasteet (event related potential, ERP) ovat koeasetelmassa käytettyihin ärsykkeisiin ajallisesti sidoksissa olevia muutoksia aivojen sähköisessä toiminnassa. ERP-vasteet saadaan esille aivojen taustasähkötoiminnasta summausten ja keskiarvoistuksen avulla. Tässä tutkimuksessa rekisteröinti tapahtui NeuroScan-ohjelmiston avulla ja analysointiin käytettiin Brain Vision Analyzer –ohjelmaa.

Rekisteröinnit tapahtuivat oddball-koeasetelmalla, jossa poikkeavat ärsykkeet (deviantit) esiintyvät satunnaisesti standardiärsykkeiden joukossa. Tässä tutkimuksessa käytettiin kolmea (3) koeasetelmaa, joissa kussakin oli kaksi devianttia (esiintymistodennäköisyys kummallakin deviantilla 10%). Koeasetelmat rakennettiin siten, että ne mittasivat sentraalisia kuuloreaktioita puheen kannalta tärkeillä äänitaajuuksilla ja myös tavuerottelun tasolla. Tutkimus mittaa ei-tietoisia kuuloreaktioita. Rekisteröinnin aikana koehenkilöt katselevat äänettömiä videofilmejä.

Koeasetelma I: Puheen keskeiset äänitaajuudet	Std	1800 Hz
	Dev1	2000 Hz
	Dev2	2200 Hz

Koeasetelma II: Konsonanttien erottelutaajuudet	Std	3600 Hz
	Dev1	4000 Hz
	Dev2	4400 Hz

Koeasetelma III: Tavuerottelu	Std	AMA
	Dev1	ANA
	Dev2	ALA

Ärsykkeiden kesto:	Siniäänet 100 ms, tavut 400 ms
Ärsykkeiden esittämisnopeus:	500 ms
Äänen voimakkuus:	75 dB

## ERP-rekisteröintitulosten arvioinnin periaatteita

Auditiivisten herätevastemittausten avulla arvioidaan kuntoutuksen aikana tapahtuvaa muutosta yksilön kuulohahmotuksen neuraalisissa perusteissa. Tutkimukset suoritti Oulun Yliopistollisen Sairaalan EEG-hoitaja. Tutkittavilta mitattiin automaattiset ERP (event-related potential) -vasteet kuntoutuksen alkaessa, päättyessä ja kolmen kuukauden seurantajakson jälkeen. Tutkimus on vaaraton, eikä se edellytä tutkittavan lääkitsemistä tai valvottamista. Tutkimuksen aikana koehenkilö katselee äänetöntä videonauhoitetta (esim. piirrettyä elokuvaa) ja kuulee samanaikaisesti ääniärsykeitä korvakuulokkeista. Aivotoiminnan sähköiset muutokset tallentuvat tietokoneelle myöhempää analysointia varten.

Ikäryhmälle tyypillisessä ERP-vasteessa odotetaan esiin tulevan negatiivinen vaste n. 100 ms latenssilla (N1 komponentti, korteksin aktivoituessa ääneen). Seuraava negatiivinen aivovaste N2 syntyy normaalisti n. 200 ms viiveajalla ärsykkeen alusta. N2 liittyy attention ohjautumiseen kuulohavaintoihin. Poikkeavuusnegatiivisuus (mismatch negativity, MMN) on kognitiivinen ERP-komponentti, jonka on havaittu olevan luotettava neurofysiologinen vastine kuuluerottelun tarkkuudelle. Tästä syystä MMN-vasteen tutkiminen soveltuu

erityisen hyvin akustis-foneettisen dysleksiatutkimuksen metodiksi. MMN-vaste ajoittuu osittain päällekkäin obligatoristen, ärsykkeisiin sidoksissa olevien vasteiden kanssa.

Siniärsykkeet tuottavat useimmilla aikuisilla aktiivisimman, fronto-temporaalisesti paikantuvan MMN-vasteen oikeassa hemisfäärissä (tässä tutkimuksessa koeasetelmat I ja II) ja kielelliset ärsykkeet (tässä kokeessa tavut, koeasetelma III) vasemmassa hemisfäärissä. Tuloksista voidaan päätellä poikkeavuudet hemisfäärien toiminnassa. Aiempien tutkimusten perusteella voidaan olettaa, että sentraaliset kuuloreaktiot saadaan esille kaikilla käytetyillä koeasetelmilla, selkeimmin optimaalisella puhekuulon alueella (koeasetelma I). Standardi-deviantti-eron kasvaessa ERP-vasteet yleensä voimistuvat. Tämän tutkimuksen jokaisessa koeasetelmassa deviantti 2 on aina selkeämmin standardiärsykkeestä poikkeava kuin deviantti 1.

ERP-vasteiden analyysissä erityisen mielenkiintoista on seurata muutoksia korteksilla aktivoituvien kuulovasteiden viiveajoissa (latensseissa) ja paikantumisessa aivokuorelle. Vasteiden amplitudi on vaikeammin tulkittava arvo, koska esim. lapsilla aivovasteet ovat voimakkaita ja vaimenevat kun kyseinen prosessi automatisoituu ja antaa ikään kuin tilaa uudelle oppimiselle.

#### 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.

**A-ryhmä** koostuu huostaan otetuista, sijaisperheissä asuvista nuorista. Koulu- ja perheolojen vaihtuvuus on vaikuttanut heidän oppisuorituksiinsa ja elämänratkaisuihinsa. A-ryhmässä vastuu tämän tutkimuksen harjoitteiden suorittamisesta oli nuorilla itsellään ja heidän sijoitusperheillään. Nuorilla esiintyi huomattavia oppimisen ja keskittymisen ongelmia.

**B-ryhmän** nuoret ovat itse hakeutuneet ammatilliseen koulutukseen. Heidän oppimisvaikeutensa ovat selvemmin luonteeltaan neurologisia kuin A-ryhmässä. B-ryhmän harjoitukset on toteutettu pääsääntöisesti koulussa. Päivittäisistä harjoitteista on pidetty tarkkaa harjoittelupöytäkirjaa. Nuorilla esiintyi huomattavia oppimisen ja keskittymisen ongelmia sekä ammatillista suoriutumista haittaavia esteitä.

**C-ryhmä** koottiin vapaaehtoisesti tutkimukseen ilmoittautuneista, ikäverrokeiksi sopivista nuorista. C-ryhmäläisillä ei saanut olla koulussa erityisiä oppimisongelmia tai aiempia kielenkehityksen viiveitä tai poikkeavuutta.

Poissulkukriteerit: (tekijät, joita kuntoutujaksi valittavalla ei saanut olla)

- kuulovamma, toistuvat korvatulehdukset
- CP-vamma, epilepsia tai muu vastaava neurologinen diagnoosi
- jatkuva lääkitys, esim. Ritalin

Valintamenettely: Koehenkilöitä valittaessa käytettiin dysleksian varmistamismenetelminä teknistä lukutaitoa mittaavaa Sanaketju-testiä (6. lk. tehtävät) ja luetun ymmärtämistä arvioivaa ALLU-testiä (6. luokan taso). Vaikeustaso katsottiin riittäväksi, koska useimpien kuntoutujien lukemisen ongelmat olivat hyvin huomattavia. Tutkimukseen valikoituivat nuoret, jotka saivat tulokseksi taitotason 1 = hyvin heikko tai 2 = heikko jollakin Sanaketjutestin osa-alueella ja joiden suoriutuminen oli heikkoa myös luetun ymmärtämisen osalta ALLU-testillä arvioituna. Ryhmään valinnassa käytettiin apuna koulujen erityisopettajia ja puheterapeutteja.

## 5. TUTKIMUKSEN AIKATAULU JA TULOSTEN JULKISTAMINEN

Tutkimus toteutettiin ns. aikasarjatutkimuksena. Alkuarvioinnit, koehenkilöiden valinta sekä A-ryhmän ensimmäiset ERP-rekisteröinnit toteutettiin maaliskuussa 2004. A-ryhmän (n=10) II ERP-rekisteröinti suoritettiin 6 kk kuluttua ensimmäisestä baseline-mittauksesta (spontaanin kehityksen seurantajakso). A- ja B-ryhmä aloittivat 6 kk:n harjoittelujakson samanaikaisesti. Ryhmien harjoittelujaksot päättyivät huhti-toukokuussa 2005. ERP-mittausten osalta analysoitiin alku- ja loppurekisteröinnin tulokset.

<b>Baseline 1</b>	<b>Baseline 2</b>	<b>Kuntoutus</b>	<b>Loppumittaus</b>	<b>Seuranta -&gt; Kuntoutus</b>
AI	6 kk	AII	6 kk	AIII
		BI	6 kk	BII 3kk BIII 6 kk BIV

### **Kuva 1.**

Ennen kuntoutusta spontaanimuutosta seurattiin A-ryhmällä 6 kk. Molemmilla ryhmillä kuntoutuksen kesto oli 6 kk. Kuntoutukseen liittyvän muutoksen pysyvyyttä mitattiin B-ryhmällä 3 kk:n kuluttua kuntoutuksen loppumisesta. B-ryhmäläisille järjestettiin myös mahdollisuus toiseen 6 kk kestävään kuntoutusjaksoon.

Osa Merikosken oppilaista (B-ryhmä) halusi jatkaa kuntoutusta seurantajakson jälkeen. Heille järjestettiin mahdollisuus toiseen 6 kk:n kuntoutukseen seurantajakson jälkeen. Tästä ryhmästä viisi (n=5) nuorta tuli vielä IV ERP-rekisteröintiin. He saivat myös kirjallisena henkilökohtaisen palautteen tutkimuksen aikana tapahtuneista muutoksista.

Kuntoutustutkimuksen alustavat tulokset raportoitiin väliraportissa 31.8.2005. Tutkimustuloksista pidettiin yleisölle suunnattu julkistamistilaisuus Kuopion yliopistossa 8.12.2005. Kuntoutustutkimuksen tuloksia on raportoitu kansainvälisessä MMN-kongressissa Cambridgessä keväällä 2006 (Korpilahti ym. 2006; Zachau ym. 2006) ja niistä on valmistunut yksi pro gradu –tutkielma (Jaukka 2006). Ylä-Savon Luki yhdistys Ry:lle jätettävän loppuraportin lisäksi tutkimustuloksista on valmistella kaksi tieteellistä, kansainvälistä julkaisua. Lisäksi lukemisprofiilien eroista valmistuu Oulun yliopistoon yksi logopedian alan pro gradu –tutkielma.



## 6. TULOKSET

Molemmille kuntoutusryhmille annettiin ohjeet päivittäisestä harjoittelusta. B-ryhmän nuorten harjoittelupöytäkirjojen mukaan harjoittelu oli lähes poikkeuksetta säännöllistä koko 6-kuukauden jakson ajan. A-ryhmässä useimpien nuorten harjoittelu supistui muutaman viikon pituiseksi, eivätkä nuoret olleet motivoituneet itsenäiseen harjoitteiden tekemiseen. Kuntoutustulosten raportoinnissa verrataan ryhmien tuloksia toisiinsa, jotta nähdään säännöllisen harjoittelun vaikutus dysleksian kuntoutumiseen. Harjoitteluvaikutus saatiin selvimmän esille vertaamalla kuntoutuksen jälkeen säännöllisesti harjoitelleen B-ryhmän lopputulosta epäsäännöllisesti harjoituksia tehneen A-ryhmän tuloksiin.

ERP-rekisteröintien vertailussa käytettiin tilastollisena menetelmänä Mann-Whitney –testiä ja ANOVA-varianssianalyysia (Huynh-Feldt) (SPSS-ohjelma).

### 6.1. Kuulontutkimus ja sensomotorinen arviointi

Kuulontutkimukset suoritettiin tarkkuusaudiometrillä ja tulokset esitettiin taajuuksien (250, 500, 750, 1000, 1500, 2000, 3000, 4000, 6000 ja 8000Hz) kuulokynnyskäyränä. Kuulokäyrää verrattiin Tomatoksen ihannekuulokäyrään. Kuulojärjestelmän jäsentyneisyyttä tutkittiin bilateraalilla testillä 20 dB:n voimakkuudella. Tutkimusten perusteella kaikille tutkittaville tehtiin henkilökohtainen kuulonmuokkausmusiikki IADT (Individual Auditory Diskrimination Training) harjoitusohjelmaa käyttäen. Kuulon kuntoutumista seurattiin kuntoutusjakson aikana kuulontutkimuksilla ja tarvittaessa uusi harjoitusäänite valmistettiin kuulokynnyskäyrän mukaisesti.

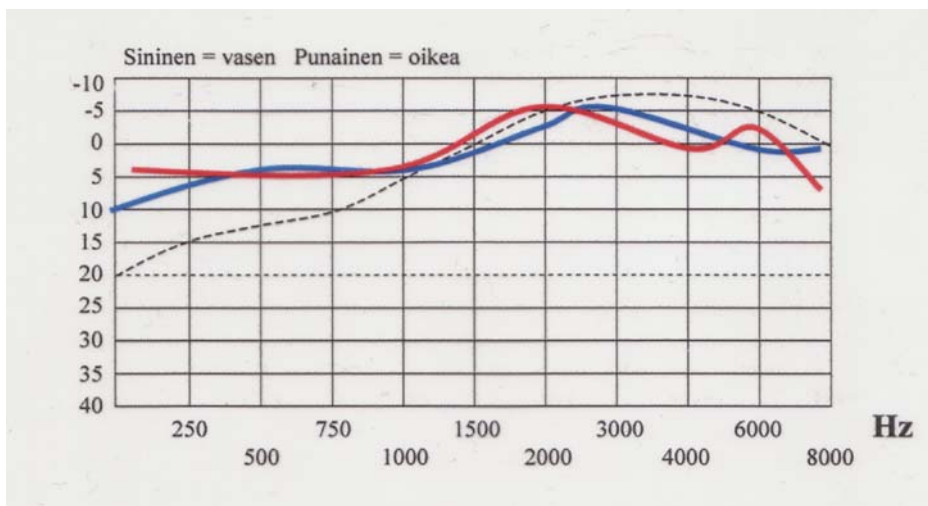
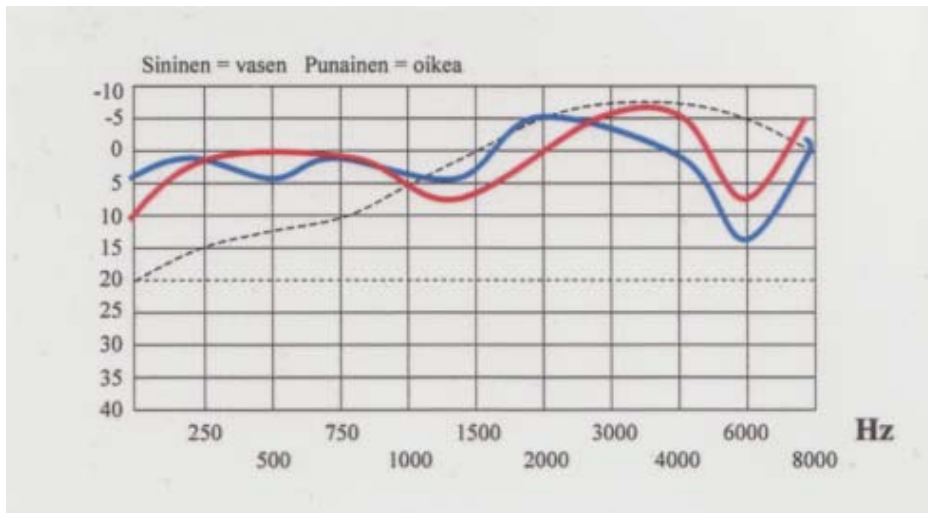
Tutkimusryhmän sensomotorisissa arvioinneissa tutkittiin molemmilla ryhmillä tasapainoa, hieno- ja karkeamotoriikan toimintaa, ristikkäishallintaa, lateraalisuutta ja kykyä hallita silmänmotoriikkaa. Jäänteitä primitiivireflekseistä testattiin ATNR, STNR, TLR Moro, Galant, Palmar ja oraalialueen refleksien osalta sekä suojareflekseistä arvioitiin HRR. Tutkimuksessa esiin tulleita refleksijäänteitä varten kaikki tutkittavat saivat henkilökohtaisen harjoitusohjelman (INPP, Peter Blythe). Harjoitusohjelmalla poistetaan primitiivirefleksien jäänteitä ja stimuloidaan suojarefleksejä.

#### A-ryhmä

A-ryhmässä harjoitusten tekeminen jäi vähäiseksi muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta. Osa ryhmäläisistä ei tehnyt harjoituksia lainkaan, osa teki vain kuunteluharjoituksia ja muutama nuori teki sekä liike- että kuunteluharjoituksia jossain määrin. Kokonaisuudessa ryhmän aktiivisuus harjoitusten tekemisessä jäi huomattavasti alle 50 %:iin.

Ennen kuntoutusta A-ryhmän kuulokynnyskäyrien keskiarvo ihannekuulokäyrään verrattuna osoittautui melko suoraksi kuulokynnysten keskiarvon ollessa matalilla taajuuksilla ihannekuulokäyrää herkempi. Oikean ja vasemman korvan kuulokynnyksissä oli pientä eroa (Kuva 1 yläkaavio).

Kuntoutuksen jälkeen matalilla äänitaajuuksilla ilmenneet yliherkkyydet olivat vähän lieventyneet. Vasemman ja oikean korvan kuulokynnyskäyrät lähenivät toisiaan sekä ihannekuulokäyrää puheen keskeisillä äänitaajuuksilla (Kuva 1 alakaavio).



**Kuva 1**

Ryhmän A kuulokynnysten keskiarvot, yläkaavio ennen kuntoutusta, alakaavio kuuden kuukauden jälkeen.

Ennen kuntoutusta sensomotorisessa arvioinnissa havaittiin A-ryhmän kaikilla jäsenillä lieviä tasapaino-ongelmia ja osalla ryhmän jäsenistä oli vaikeuksia silmänliikkeiden hallinnassa. Karkeamotoriikka oli normaalin rajoissa. Kaikilla ryhmän jäsenillä oli viitteitä Moro, ATNR ja STNR reflekseistä. 20 %:lla oli oraalialueen ja Palmar-refleksejä sekä 10%:lla ei päänsuoristusrefleksi toiminut odotetusti.

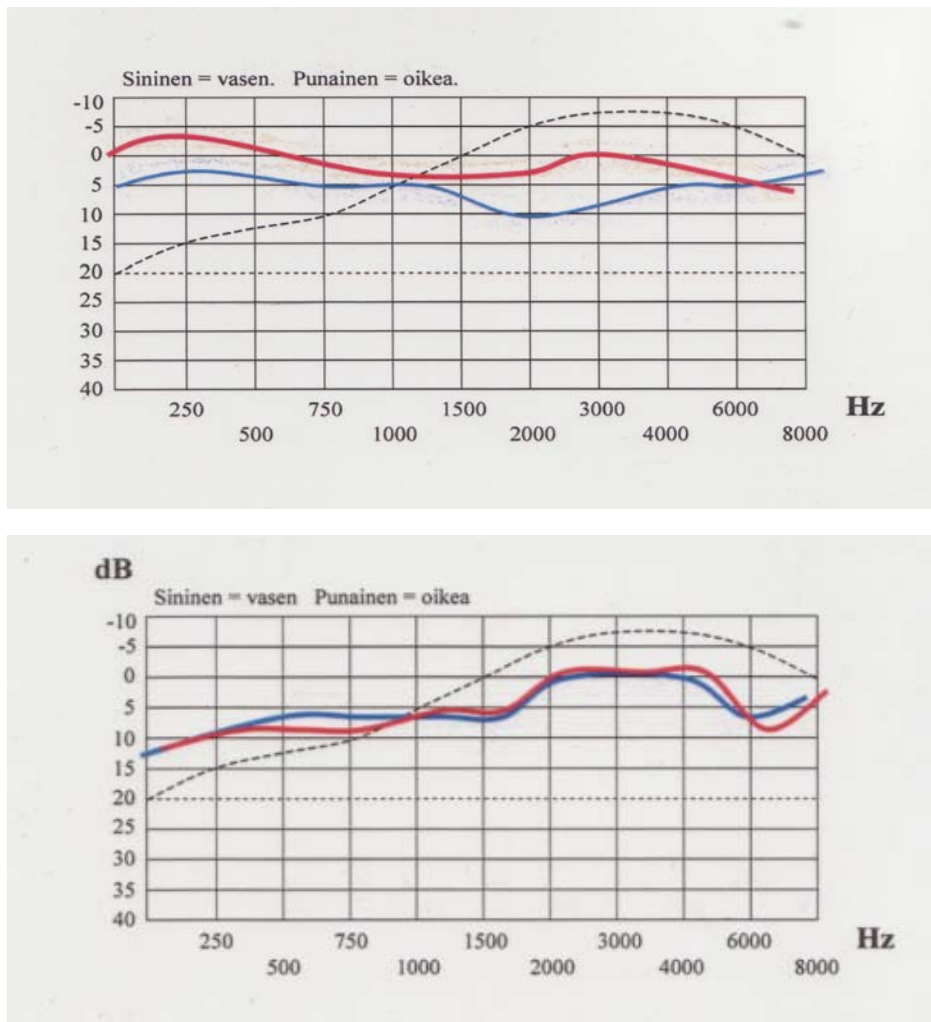
Kuntoutuksen jälkeen havaittiin joillakin ryhmän jäsenillä tasapainon ja motoriikan kehittymistä sekä lievää refleksijäämien vähenemistä. Ryhmätasolla muutokset jäivät merkityksettömiksi.

## B-ryhmä

B-ryhmän jäsenet tekivät kuulo- ja liikeharjoitukset säännöllisesti ja kontrolloidusti. Ryhmän jäsenet olivat motivoituneita harjoitusten tekemiseen. Harjoitukset tehtiin pääasiassa koulussa ja ryhmän jäsenet saivat tukea harjoitteluun opettajilta ja ohjaajilta.

Ennen kuntoutusta B-ryhmän kuulokynnyskäyrien keskiarvon havaittiin olevan laskeva. Oikean ja vasemman korvan kuulokynnykset olivat kaukana toisistaan (Kuva 2 yläkaavio).

Kuntoutuksen jälkeen kuulokynnyskäyrien keskiarvo oli nouseva, sekä oikean ja vasemman korvan kuulokynnykset olivat lähempänä toisiaan kuin alkutilanteessa. Yliherkkyys matalilla taajuuksilla oli vähentynyt ja puheen keskeiset taajuudet havaittiin herkemmin (Kuva 2 alakaavio).



## Kuva 2

Ryhmän B kuulokynnysten keskiarvot, yläkaavio ennen kuntoutusta, alakaavio kuuden kuukauden kuntoutusjakson jälkeen.

Ennen kuntoutusta sensomotorisessa arvioinnissa B ryhmän jäsenillä karkeamotoriikka oli heikohkoa ja hienomotoriikan hallinta heikkoa aiheuttaen kehon kokonaisvaltaisen liikesynergiavaikeuden. Tasapaino-ongelmia oli kaikilla ryhmän jäsenillä ja silmän motoriset ongelmat olivat yleisiä. Refleksijäänteistä kaikilla oli Moro, ATNR ja STNR. 40 %:lla oli oraalialueen ja Palmar-refleksejä sekä 20 %:lla ryhmästä ei päänsuoristusrefleksi toiminut odotetusti.

Kuntoutuksen jälkeen havaittiin tasapainon ja karkeamotoriikan kehittyneen huomattavasti. Karkeamotoriikan kehittymisen myötä myös hienomotoriikka edistyi. Ryhmän jäsenten refleksijäänteet olivat hävinneet kokonaan tai lieventyneet merkittävästi. Kokonaisvaltaiset Moro-refleksin tuomat esteet ja spesifit ATNR-refleksin aiheuttamat ongelmat olivat poistuneet ryhmän jäseniltä.

## 6.2. Herätevastetutkimukset (ERP)

### 6.2.1. Lukiongelmaisten nuorten herätevasteet kontrolliaineistoon verrattuna

Tutkimuksessa haluttiin varmistaa dysleksialle tyypillisten ERP-vasteiden poikkeavuuspiirteet verrokeilta koottujen rekisteröintien avulla. Dysleksianuorten ERP-vasteet erosivat ikäverrokkien tuloksista kaikissa koeasetelmissa. Erityisen selvästi aivoaktivaation erot terveeseen, iälle tyypilliseen rekisteröintitulokseen verrattuna näkyivät fronto-temporaalisella alueella (F4, F3, C4 ja C3). Frontaalisissa elektrodipaikoissa rekisteröidään tavallisesti voimakkaimmat MMN-vasteet siniäänille.

Matalien äänien koeasetelmassa 1800/2000/2200 Hz suurimmat ryhmäerot todettiin eMMN-vasteissa siten, että dysleksianuorten erotteluvasteet olivat hitaampia ja voimakkaampia kuin tyypillisesti kehittyneillä ikäverrokeilla (taulukko 1). **Ryhmien eMMN-amplitudien erot yli koko aineiston olivat tilastollisesti merkitseviä seuraavasti 1800/2000 Hz,  $p = .001$  ( $F = 17.707$ ); 1800/2200 Hz,  $p = .001$  ( $F = 14.569$ ).** Koeasetelmassa, jossa poikkeavan äänen ero standardiäänestä oli selvempi (1800/2200 Hz) ei vastaava efekti yli koko aineiston ollut tilastollisesti merkitsevä.

**Taulukko 1.**

Koeasetelmassa 1800/2000/2200 Hz ryhmien tilastollisesti merkitsevät erot MMN vasteissa

		<u>Koeasetelma</u>	
		Deviantti 2000 Hz	Deviantti 2200 Hz
<u>eMMN</u>			
<b>F4</b>	amplitudi	p = .000	p = .000
	latenssi		p = .002
<b>F3</b>	amplitudi	p = .000	p = .001
<b>Fz</b>	amplitudi	p = .000	p = .000
<b>C4</b>	amplitudi		p = .031
	latenssi		p = .023
<b>C3</b>	amplitudi	p = .005	p = .050
<b>Cz</b>	amplitudi		p = .039
<b>CP5</b>	latenssi	p = .007	
<b>P3</b>	latenssi		p = .018
<u>IMMN</u>			
<b>F4</b>	amplitudi	p = .015	
<b>F3</b>	amplitudi	p = .014	p = .045
<b>Fz</b>	amplitudi	p = .007	
<b>C3</b>	amplitudi	p = .019	
<b>CP6</b>	latenssi	p = .040	

Korkeiden äänien koeasetelmassa 3600/4000/4400 Hz suurimmat ryhmäerot todettiin sekä eMMN-vasteen amplitudeissa että latensseissa siten, että dysleksianuorten erotteluvasteet olivat voimakkaampia ja tilastollisesti merkitsevällä tasolla hitaampia kuin tyypillisesti kehittyneillä ikäverrokeilla (taulukko 2). **Ryhmien eMMN erot yli koko aineiston olivat tilastollisesti merkitseviä seuraavasti: amplitudit 3600/4000 Hz,  $p = .008$  ( $F = 8.737$ ); 3600/4400 Hz,  $p = .037$  ( $F = 5.072$ ); latenssit 3600/4400 Hz,  $p = .009$  ( $F = 8.481$ ). Ryhmäerot yli koko aineiston näkyivät myös IMMN-vasteissa latenssien osalta: 3600/4000 Hz,  $p = .040$  ( $F = 4.903$ ); 3600/4400 Hz,  $p = .004$  ( $F = 10.672$ ).**

## Taulukko 2.

Koeasetelmassa 3600/4000/4400 Hz ryhmien tilastollisesti merkitsevät erot MMN vasteissa

		<u>Koeasetelma</u>	
		Deviantti 4000 Hz	Deviantti 4400 Hz
<u>eMMN</u>			
<b>F4</b>	amplitudi	$p = .000$	
<b>F3</b>	latenssi		$p = .032$
<b>Fz</b>	amplitudi	$p = .047$	
<b>C4</b>	amplitudi	$p = .001$	$p = .021$
<b>C3</b>	amplitudi	$p = .019$	
<b>Cz</b>	amplitudi	$p = .030$	
<b>CP5</b>	latenssi	$p = .011$	$p = .002$
<b>P4</b>	latenssi		$p = .021$
<b>P3</b>	latenssi		$p = .029$
<b>Pz</b>	latenssi	$p = .010$	$p = .006$
 <u>IMMN</u>			
<b>F4</b>	amplitudi	$p = .001$	
	latenssi	$p = .008$	
<b>F3</b>	latenssi		$p = .041$
<b>Fz</b>	amplitudi	$p = .025$	
	latenssi	$p = .033$	
<b>C4</b>	latenssi		$p = .049$
<b>C3</b>	latenssi		$p = .000$
<b>CP6</b>	latenssi	$p = .016$	$p = .035$
<b>CP5</b>	latenssi		$p = .015$
<b>P3</b>	latenssi		$p = .038$
<b>Pz</b>	latenssi		$p = .019$

Tavuärsykykeitä sisältäneessä koeasetelmassa AMA/ANA/ALA suurimmat ryhmäerot todettiin eMMN-vasteen latensseissa siten, että dysleksianuorten erotteluvasteet olivat tilastollisesti merkitsevällä tasolla hitaampia kuin tyypillisesti kehittyneillä ikäverrokeilla. Useimmin poikkeava tiedon käsittelyn hitaus näkyi vasemmanpuoleisilla aivoalueilla (taulukko 3). **Terveillä verrokeilla vasen hemisfääri käsitteli tavuihin sisältyvää kuulotietoa nopeammin (lyhyemmät eMMN:n latenssit) kuin oikea hemisfääri, kun puolestaan dysleksiaryhmällä ei hemisfäärien välillä ollut vastaavaa eroa (Hemisfääri X Ryhmä,  $p = .015$  ( $F = 7.244$ )).** Myöhemmän erotteluvasteen, IMMN, osalta tilastolliset erot olivat vähäisempiä.

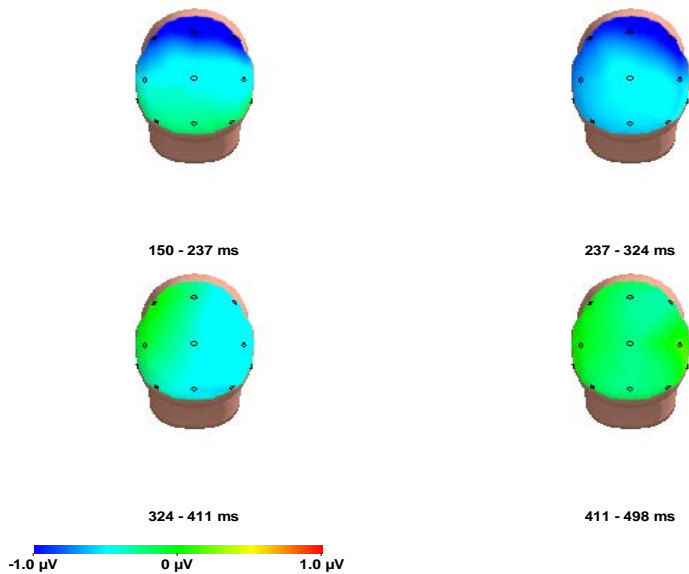
### Taulukko 3.

Koeasetelmassa AMA/ANA/ALA ryhmien tilastollisesti merkitsevät erot MMN vasteissa.

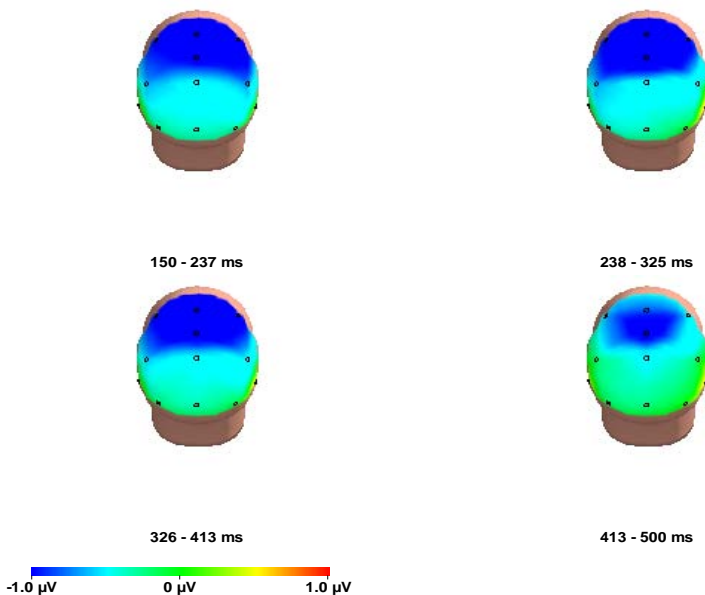
		<u>Koeasetelma</u>	
		Deviantti ANA	Deviantti ALA
<u>eMMN</u>			
<b>F3</b>	latenssi		$p = .009$
<b>Fz</b>	latenssi		$p = .011$
<b>C3</b>	latenssi		$p = .021$
<b>CP5</b>	latenssi	$p = .020$	$p = .001$
<b>Cz</b>	amplitudi	$p = .039$	
	latenssi		$p = .020$
<b>P3</b>	latenssi		$p = .049$
<b>Pz</b>	latenssi	$p = .048$	$p = .017$
<u>IMMN</u>			
<b>F4</b>	amplitudi		$p = .048$
<b>F3</b>	latenssi		
<b>Fz</b>	amplitude		$p = .013$
<b>Cz</b>	latenssi	$p = .047$	
<b>CP5</b>	latenssi		$p = .040$
<b>Pz</b>	latenssi		$p = .028$

Kuvassa 3 nähdään miten dysleksiaryhmän nuorilla (n=10) tavuerottelu AMA/ALA tapahtuu samankaltaisesti molemmissa aivopuoliskoissa ja kestää ajallisesti n. 500 ms tavun alusta laskettuna. Terveillä verrokeilla (n=10) tavuerottelu alkaa frontaalisesti ja suuntautuu vasemman hemisfäärin sentraalisille, kielellistä tietoa käsitteleville aivo-alueille. Viiveajaltaan vaste on tilastollisesti lyhyempi kuin dysleksia-ryhmällä. **Ryhmien eMMN erot yli koko aineiston olivat merkitseviä latenssien osalta,  $p = .025$  ( $F = 5.995$ ).**

### 3 A: Terveet verrokkit , n = 10



### 3 B: Dysleksiaryhmän nuoret, n = 10



### Kuva 3.

Ryhmien eMMN-vasteiden keskiarvot tavueroille AMA/ALA. Ylemmässä kuvassa 3A nähdään terveiden verrokkinuorten kuuloreaktioiden tapahtuvan nopeammin ja paikantuneemmin kuin dysleksiaryhmän nuorilla (alakuva 3B).



### 6.2.2. Dysleksianuorten ERP-rekisteröintien tulokset

Kuuloherätevasteet rekisteröitiin kaikilta kuntoutettavilta 3 kertaa. Aktiivisesti kuntoutukseen osallistuneiden B-ryhmäläisten rekisteröinnit tapahtuivat tutkimuksen alussa, 6 kk:n kuntoutusjakson jälkeen ja 3 kk kestäneen seurantajakson päättyessä. B-ryhmän kuntoutujilla oli mahdollisuus myös osallistua toiseen 6 kk:n kuntoutusjaksoon. Tämän osaryhmän nuorista vain 5 suostui tulemaan viimeiseen ERP-rekisteröintiin, joten tältä osin tulokset eivät ole täysin verrattavissa aiempiin tutkimustuloksiin. Jokaisessa ERP-rekisteröinnissä kerättiin aivovasteet kolmentyyppisille ääniärsykeille: keskeiselle vokaalialueelle (1800/2000/2200 Hz), konsonanttien erottelualueelle (3600/4000/4400 Hz) sekä tavuille (ama/ana/ala).

Kuuloherätevasteista analysoitiin obligatorisena syntyvä N1-vaste sekä kuuloerottelua ja kuulomuistia kuvaavan poikkeavuusnegatiivisuus (mismatch negativity, MMN) -vasteen kaksi osakomponenttia. Monilla dysleksianuorilla N1-vasteen viiveaika (latenssi) oli poikkeuksellisen pitkä. Tämä osoitti kuulovasteiden kypsyttömyyttä ja poikkeavuutta automaattisessa kuuloärsykeisiin orientoitumisessa. Kuntoutuksen jälkeen N1-vaste vastasi paremmin iälle tyypillistä kuuloaktivaatiota. Kuntoutuksen vaikutuksesta myös MMN-vaste normalisoitua. Tutkimustulokset osoittavat, että dysleksiaan liittyy poikkeavaa kuulotiedon käsittelyä sekä perusääneksillä että kielen fonologisilla yksiköillä. Kuntoutusjakso osoitti, että ihmisaivojen toimintamalli on joustava edelleen aikuisiässä ja että dysleksialle tyypilliseen kuulohavaintojen poikkeavuuteen voidaan vaikuttaa yksilöllisesti suunnitellulla ja intensiivisellä IADT-kuntoutuksella.

### 6.2.3. Kuntoutustulokset: Puheen keskeiset äänitaajuudet, 1800/ 2000 / 2200 Hz

Tutkimuksen alkaessa molemmilla kuntoutettavien ryhmillä saatiin standardiärsykeelle esille N1 ja N2-komponentit. Verrattain voimakas neuraalinen aktivaatio viipyi molemmilla ryhmillä ajallisesti poikkeavan pitkään, n. 500 ms saakka. Devianttien aikaansaama vaste nopeutui odotusten mukaisesti jonkin verran standardi-deviantti-eron kasvaessa. Kummallakaan ryhmällä ei todettu hemisfäärien välistä työnjakoa siniäänille. Aktiivisesti harjoituksia tehneen B-ryhmän osalta muutos lähtötilanteeseen verrattuna näkyi tasoittumisena devianttiärsykkeiden aikaansaatavissa aivovasteissa. Ryhmätason kuvissa hemisfäärien työnjakoa ei edelleenkään saatu esille. A-ryhmän ERP-vasteet olivat lähes ennallaan, jonkin verran tasoittumista aktivaatitasossa verrattuna kuntoutuksen aloittamistilanteeseen.

Ryhmätasolla (B-ryhmä, n=10) N1-vasteen latenssit lyhenivät kuntoutuksen ja seurantajakson aikana (6 kk + 3 kk) tilastollisesti merkitsevästi, erityisesti vokaaleille tyypillisellä frekvenssialueella (1800/2000/2200 Hz, p=.009) (Taulukko 4). Usein toistuvilla 1800 Hz:n standardi-äänillä harjoitteluvaikutus näkyi yli elektrodien melkein merkitsevällä tasolla (p=.041) ja 3600 Hz:n standardiäänen osalta oikean hemisfäärin vasteet olivat tilastollisesti lyhyempiä kuin vasemman (p=.007). Tämä osoitti vasemman korvan kuulotiedon hallitsevan kuulemistapahtumaa. Myös korkeammilla äänitaajuuksilla ryhmämuutos N1:n latensseissa oli merkitsevä (3600/4000/4400 Hz, p=.017).

Tavuärsykkeillä latenssien muutos oli tilastollisesti melkein merkitsevä ( $p=.046$ ). Muutokset näkyivät erityisesti vasemmassa aivopuoliskossa.

#### Taulukko 4.

N1-vasteen viiveajat mitattuna yksittäisistä elektrodeista ennen kuntoutusta ja kuntoutus + seurantajakson jälkeen (jakso 6 + 3 kk, B-ryhmä, N=10).

##### Ennen kuntoutusta

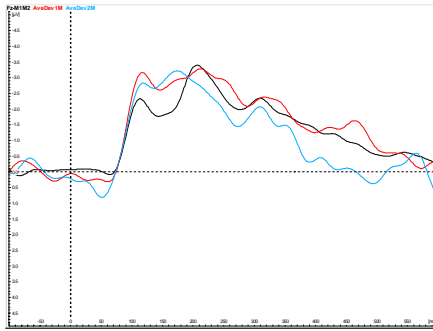
Stim	F4	C4	P4	F3	C3	P3	ka
<b>1800</b>	132	142	143	126	127	147	<b>136</b>
<b>2000</b>	126	138	139	133	132	140	<b>135</b>
<b>2200</b>	134	138	142	127	134	146	<b>137</b>
<b>3600</b>	120	126	132	113	119	125	<b>123</b>
<b>4000</b>	120	129	129	120	125	134	<b>126</b>
<b>4400</b>	126	129	126	113	118	124	<b>123</b>
<b>Ama</b>	116	114	125	115	120	122	<b>119</b>
<b>Ana</b>	119	112	111	109	114	114	<b>113</b>
<b>Ala</b>	120	118	123	112	119	117	<b>118</b>

##### Kuntoutuksen jälkeen

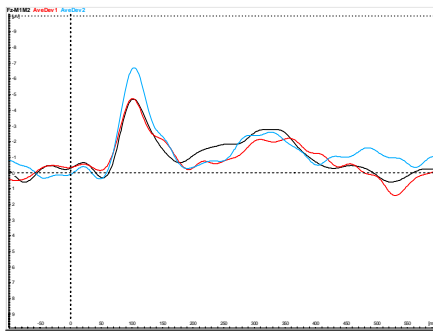
Stim	F4	C4	P4	F3	C3	P3	ka
<b>1800</b>	111	120	137	110	111	125	<b>119*</b>
<b>2000</b>	110	118	132	114	114	120	<b>118</b>
<b>2200</b>	118	120	132	116	114	118	<b>120</b>
<b>3600</b>	103	122	139	108	111	117	<b>117</b>
<b>4000</b>	107	113	119	111	109	110	<b>112</b>
<b>4400</b>	111	110	120	112	118	109	<b>113</b>
<b>Ama</b>	104	105	105	108	100	92	<b>102</b>
<b>Ana</b>	106	100	101	107	105	105	<b>104</b>
<b>Ala</b>	105	98	102	111	102	106	<b>104</b>

Kuvassa 4A nähdään aikuiselle epätyypillinen N1-vaste, joka on latenssiltaan hyvin pitkä ja muodoltaan täsmentymätön. Kuntoutuksen jälkeen N1:n latenssi on lyhentynyt ja vaste täsmentynyt muodoltaan (4B).

#### 4A: Ennen kuntoutusta



#### 4B: 6 kk:n kuntoutusjakson + 3 kk seurannan jälkeen

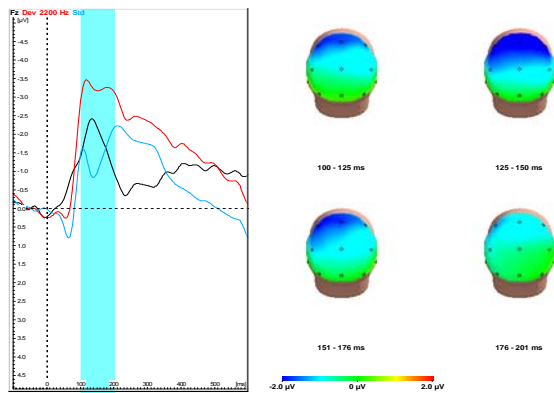


#### Kuva 4.

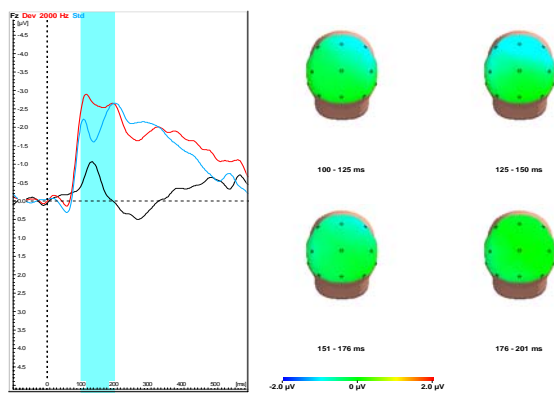
Esimerkki N1 muutoksesta (negatiivinen, ylöspäin suuntautuva aivovaste n. 100 ms:n viiveajalla). Koehenkilönä dysleksiaryhmän tyttö, 19 v. Aivovasteet vokaalien erottelun kannalta keskeisille äänille (1800/2000/2200 Hz). Musta viiva: perusääni 1800 Hz, punainen: deviantti 2000 Hz, sininen: deviantti 2200 Hz. Molemmat deviantti-ärsykkeet esiintyvät sarjassa 10% todennäköisyydellä.

Kuvassa 5 nähdään ryhmätasoinen muutos sekä standardeille, deviantteille että MMN-vasteelle. MMN-vasteen amplitudi kasvoi tilastollisesti aivojen frontaaliosalla (Fz  $p=.003$ ).

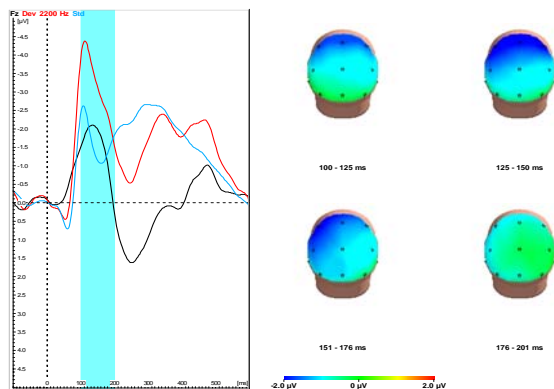
## A: Ennen kuntoutusta



## 5B: 6 kk:n kuntoutusjakson jälkeen



## 5C: 3 kk:n seurantaajakson jälkeen

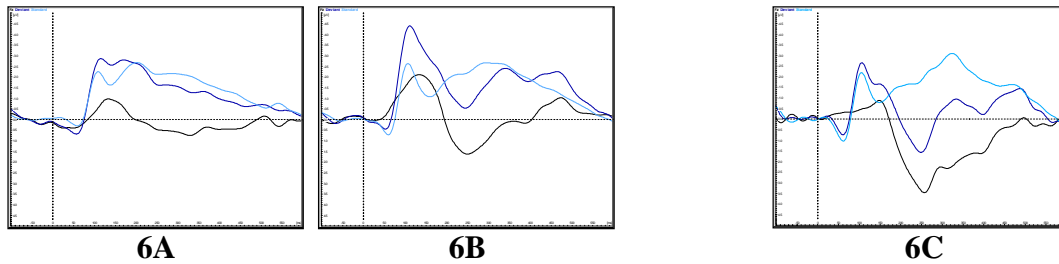


### Kuva 5.

Ryhmätulokset (B-ryhmä, n=10), ääniärsykkeet 1800/2200 Hz. Rekisteröintikerrat kuvissa 2A – 2C, ajallisesti 9 kk:n jakso. Kuvassa näkyy devianttivasteiden voimistuminen ja täsmentyminen = paneelit vasemmalla, sininen taustaväri kohdennettu N1:n alueelle: standardi (sininen), deviantti (punainen), MMN (musta).

MMN-vasteen ajoittumista ja paikantumista kuvaavat aivokartat oikealla, aikajakso 100-200 ms. deviantti-ärsykkeen alusta. MMN-vaste esiintyy fronto-temporaalisesti ja ohjautuu kuntoutuksen edetessä vasempaan aivopuoliskoon.

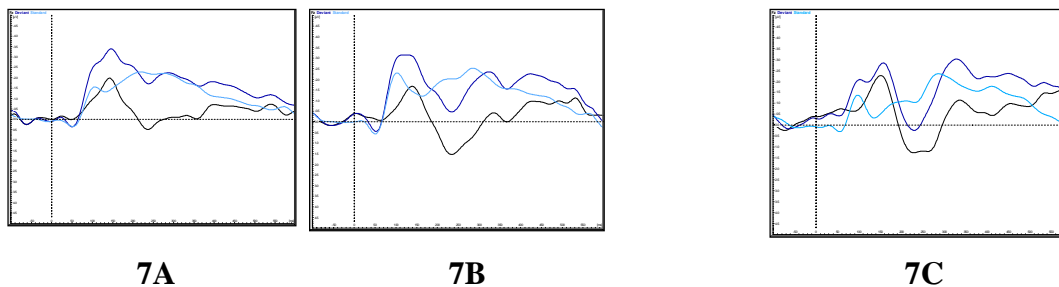
Sentraalisten kuuloprosessien funktionaalinen muutos jatkui tauon aikana. Uusi tapa havainnoida ääniympäristöä näytti vakiintuvan arkitilanteisiin. Tilanne näyttäytyi samanlaisena sekä matalien (Kuva 6) että korkeiden äänien taajuuksilla (Kuva 7). Kuntoutusta jatkettiin dysleksia-nuorten omasta pyynnöstä vielä uuden 6 kk:n jakson ajan. Kuntoutujista viisi (n=5) osallistui viimeiseen ERP-mittaukseen. Heidän aivovasteissa nähtiin latensseissa ja ERP-aaltomuodossa tapahtuneen muutoksen pysyvyys.



**Kuva 6.**

Muutos ERP-vasteissa (6A kuntoutuksen jälkeen, 6B tilanne 3 kk tauon jälkeen). Ryhmätulokset (B-ryhmä, n=10), ääniärsykkeet 1800/2200 Hz; standardi (vaalean sininen), deviantti (tumman sininen), MMN (musta).

Kuva 6C: Uuden 6 kk:n kuntoutusjakson jälkeinen muutos osaryhmällä (B-ryhmä, n=5).



**Kuva 7.**

Muutos ERP-vasteissa (7A kuntoutuksen jälkeen, 7B tilanne 3 kk tauon jälkeen). Ryhmätulokset (B-ryhmä, n=10), ääniärsykkeet 3600/4400 Hz; standardi (vaalean sininen), deviantti (tumman sininen), MMN (musta).

Kuva 7C: Uuden 6 kk:n kuntoutusjakson jälkeinen muutos osaryhmällä (B-ryhmä, n=5).

Muutokset erotteluvasteessa, (poikkeavuusnegatiivisuus, MMN) aktiivisesti harjoitelleella B-ryhmällä:

Harjoittelun aikaansaama ero eMMN-vasteessa saavutti tilastollisen eron erityisesti Dev 2:n aikaansaamien vasteiden voimakkuudessa. Dev1 amplitudi elektrodit F3 p = .034, Cz p = .049 ja latenssi P3 p = .049 (ka 214 ms -> 188 ms)

Dev2 amplitudi elektrodit F3 p = .003, Fz p = .003, Pz p = .023, F4 p = .016, P4 p = .028.

Myöhemmissä IMMN-vasteessa tilastolliset erot näkyivät selvästi vasteiden voimakkuudessa.

Dev1 amplitudi elektrodit F4 p = .041, Fz p = .041, Cz p = .013 ja latenssi P4 p = .049

Dev2 amplitudi elektrodit F4 p = .001, Fz p = .013, F3 p = .016 ja latenssi F3 p = .023

#### Harjoitteluvaikutuksen vertaaminen ryhmillä

Puheen keskeisillä äänitaajuuksilla (std 1800 Hz, dev 2200 Hz) **intensiivisen harjoittelun vaikutus** (B-ryhmä) **eMMN ja IMMN viiveaikojen osalta oli tilastollisesti merkitsevä**, Hemisfääri x Anterior-Posterior x Ryhmä eMMN  $p = .021$  ja IMMN  $p = .042$ . Ennen kuntoutusta ryhmät eivät eronneet toisistaan. **Harjoitteluvaikutus tuli esille myös vasteiden voimakkuudessa IMMN-vasteen osalta** Hemisfääri x Anterior-Posterior x Ryhmä eMMN  $p = .021$ .

#### **6.2.4. Kuntoutustulokset: Konsonanttien erottelualue, 3600/ 4000 / 4400 Hz**

Ryhmien väliset erot ennen kuntoutusta olivat vähäisiä. B-ryhmän neuraaliset vasteet olivat jonkin verran voimakkaampia devianttiärsykyille. Kummallakaan ryhmällä ei saatu esille hemisfäärien työnjakoa.

#### Yleinen ERP-aaltomuoto: ryhmäkeskiarvot kuntoutuksen jälkeen:

Aktiivisesti harjoitelleen B-ryhmän kuuloherätevasteet olivat nopeutuneet ja voimistuneet erityisesti vasemman hemisfäärin sentro-parietaalisilla alueilla.

#### Muutokset erotteluvasteessa, (poikkeavuusnegatiivisuus, MMN) aktiivisesti harjoitelleella B-ryhmällä

Harjoittelun aikaansaama ero eMMN-vasteessa saavutti tilastollisen eron Dev1:n aikaansaamien vasteiden viiveajassa. Dev1 latenssi elektrodissa P4  $p = .034$ . Dev2 osalta eivät muutokset olleet tilastollisesti merkitseviä.

Myöhemmässä IMMN-vasteessa tilastolliset erot näkyivät molempien devianttien aikaansaamien vasteiden viiveajoissa. Dev1 latenssi elektrodissa F4  $p = .049$ . Dev2 latenssi elektrodit C3  $p = .031$ , CP5  $p = .019$

#### Harjoitteluvaikutuksen vertaaminen ryhmillä

Konsonanttien erottelun kannalta tärkeillä äänitaajuuksilla (std 3600 Hz, dev 4000 Hz) harjoitteluvaikutus näkyi lähes merkitseväna ryhmätason erona eMMN viiveaikojen osalta, Ryhmä  $p = .066$ . Korkeampien taajuuksien osalta (dev 4400 Hz) tiiviin harjoittelun aikaan saamaa muutosta ei voitu seurata, koska ryhmäero oli havaittavissa jo ennen harjoittelun aloittamista.

Seurantajaksolla jatkuva, harjoittelujakson jälkeinen muutos näkyi myös konsonanttien kannalta korkeammilla äänitaajuuksilla. (ks. Kuva 7). Muutos oli luonteeltaan pysyvä ja tehostui edelleen kuntoutuksen jatkuessa (Kuva 7C).

#### **6.2.5. Kuntoutustulokset: Tavut AMA/ ANA / ALA**

Tutkimuksessa seurattiin kuntoutuksen siirtovaikutusta kielellisiin kuulohavaintoihin. IADT-kuntoutusohjelma perustuu musiikkiin, eikä siis sisällä mitään kielellisiä harjoitteita. Tämän tutkimuksen kannalta oli keskeistä seurata, missä määrin automaattiset kuulohavainnot täsmentyvät, kun arviointi perustuu normaalilla puheella tuotettuihin tavuihin. Harjaantumisen siirtovaikutus (transfer-ilmiö) näkyi selvästi puheärsykkeiden aikaansaamissa ERP-muutoksissa (Kuvat 8 ja 9).

Kun rekisteröinneissä käytetään kielellisiä ääniärsykeitä, ovat ERP-aaltomuodot vaikeammin tulkittavia ärsykkeiden useiden foneemisten piirteiden ja verbaaliseen luonteen vuoksi. Vasteet olivat monihuippuisia ja levisivät laajoille aivoalueille. Tämä osoitti myös, että dysleksiaryhmällä automaattiset kuulohavainnot perustuivat aluksi erillisiin foneemipiirteisiin, ei tavutasoisten yksikköjen havaitsemiseen (vrt. Korpilahti ym. 2001, sanojen ja epäsanon havaitseminen).

Ennen kuntoutusta auditiiviset herätevasteet ajoittuivat molemmilla ryhmillä yhtenevästi. Myöskään amplitudeissa ei ollut tilastollisia eroja. Kuntoutusvaikutukset näkyivät selvimmin frontaalisilla alueilla molemmissa tavuerojen havaitsemiseen perustuvissa koeasetelmissa.

#### Muutokset erotteluvasteessa, (poikkeavuusnegatiivisuus, MMN)

Aktiivisesti harjoitelleella B-ryhmällä harjoittelun aikaansaama ero eMMN-vasteessa saavutti tilastollisen eron erityisesti Dev2:n aikaansaamien vasteiden voimakkuudessa. Dev2 latenssi elektrodissa Cz  $p = .013$  (akustis-fonologinen ero tavujen AMA ja ALA välillä).

Dev1:llä (akustis-fonologinen ero tavujen AMA ja ANA välillä) ei syntynyt harjoittelujakson aikaisia tilastollisesti merkittäviä muutoksia.

Myöhemmässä, kielelliseen prosessointiin liittyvässä IMMN-vasteessa tilastolliset erot näkyivät erityisesti deviantti 2:n (AMA/ALA) aikaansaamien vasteiden voimakkuudessa.

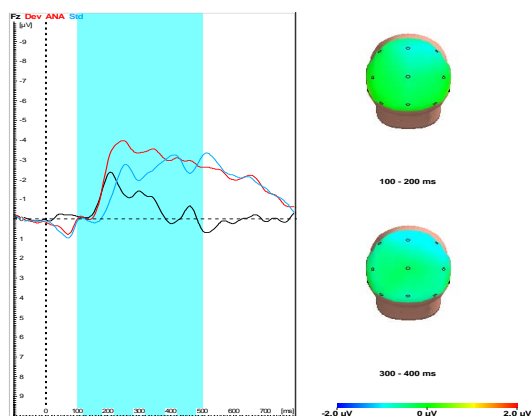
Dev1 amplitudi elektrodissa Cz  $p = .019$ . Dev2 amplitudi elektrodit F4  $p = .004$ , Fz  $p = .002$ , F3  $p = .028$ , Cz  $p = .001$  ja latenssi F3  $p = .004$ .

#### Harjoitteluvaikutuksen vertaaminen ryhmillä

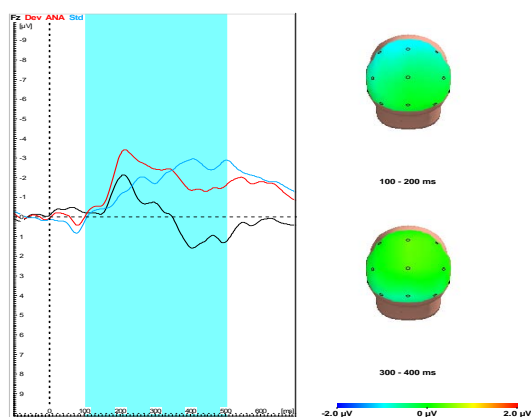
Intensiivisen harjoittelun vaikuttavuus eMMN vasteen viiveaikoihin oli suuntaa-antava, joskaan ei tilastollinen, käytettäessä ääniärsykeinä luonnollisia tavuja (std AMA, dev ANA), ryhmä  $p = .068$ . Harjoitteluvaikutus tuli esille IMMN-vasteiden latenssien osalta yhteisvaikutuksena Anterior-Posterior x Ryhmä  $p = .006$ .

Aktiivisesti harjoitelleella B-ryhmällä näkyi aivokartoissa devianttivasteiden täsmentyminen. Samalla tapahtui MMN vasteen aikaistumista (lyhenevä latenssi). Maksimaalisen MMN-vasteen viiveajat siirtyivät lähes 100 ms aikaisemmiksi. Samalla tapahtui MMN-vasteen siirtymä vasemman hemisfäärin kielellisiä ärsykeitä aktiivisesti käsitteleville aivo-alueille (Kuva 9B). Kuitenkin dyslesianuorten oli harjoittelun edetessä vaikea pitää tarkentuvaa huomiota poissa tavuista. Tarkkaavuuden ohjautuminen kuultuihin tavuihin näkyy 400 ms:n aikaikkunassa (punaiseksi kuvantuva positiivinen aivovaste kuvan 9B viimeisessä aikaikkunassa).

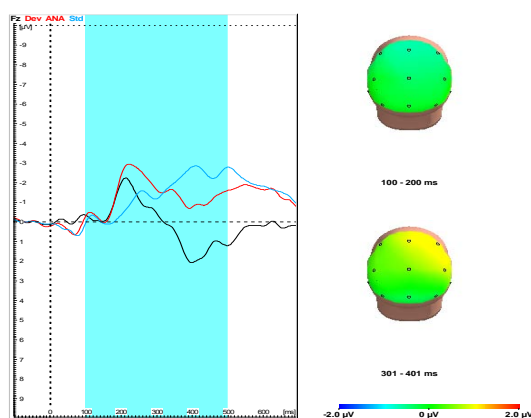
## 8 A: Ennen kuntoutusta



## 8 B: 6 kk:n kuntoutusjakson jälkeen



## 8 C: 3 kk:n seurantajakson jälkeen



### Kuva 8.

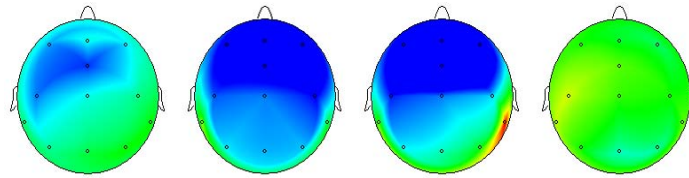
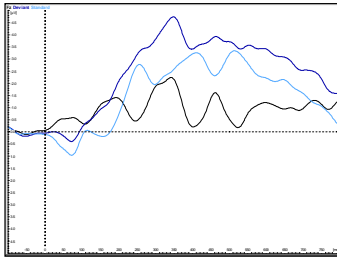
Ryhmätulokset (B-ryhmä,  $n=10$ ), luonnollinen puhe, tavuärsykkeet AMA/ANA. Rekisteröintikerrat 8 A – 8 C, ajallisesti 9 kk:n jakso.

Kuvassa näkyy devianttivasteiden täsmentyminen = paneelit vasemmalla, sininen taustaväri kohdennettu N1:n alueelle: standard (sininen), deviantti (punainen), MMN (musta).

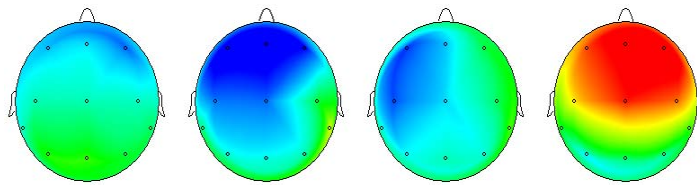
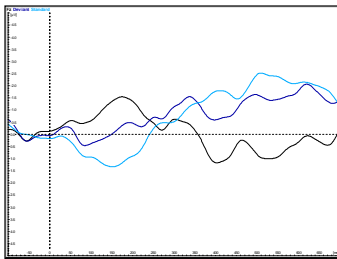
MMN-vasteen voimistumista ja ohjautumista vasempaan aivopuoliskoon kuvaavat aivokartat oikealla.



### 9 A: Ennen kuntoutusta



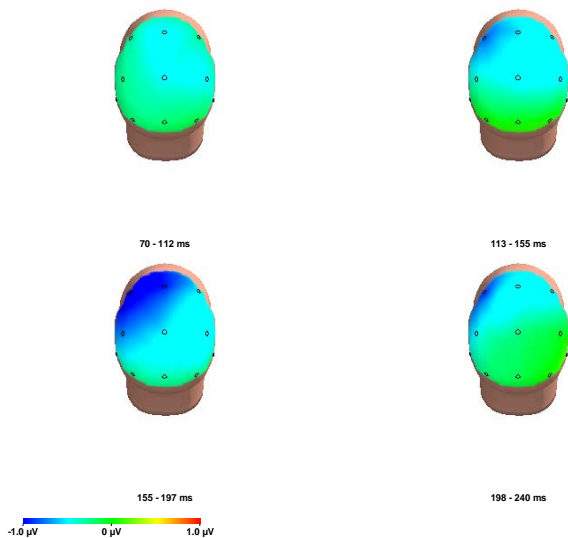
### 9 B: Kuntoutuksen seuranta (6 kk harjoittelua, 3 kk taukoa, 6 kk harjoittelua)



### 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% esiintyvyyttä). Vasen hemisfääri toimii aktiivisesti kuulotiedon käsittelyssä.

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

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

### 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 epäsanon 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 (keskiarvomuuutos 8,9 -> 9,8 v). Muutos on käytännön oppimistilanteiden kannalta merkittävä, kun huomioidaan lukemsvaikeuksien 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	Lukuikä ALLU v;kk	Tavaaminen (Sanaketju, tekninen lukeminen, osatesti)	Bostonin Nimentätesti
Ennen	8;9	18,5 p	45,6 p
Jälkeen (6 kk kuntoutus + 3 kk seuranta)	9;8	29,4 p ** muutos p = .006	48,2 p

#### Taulukko 5.

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

## 6.4. Dyslektianuorten psyykinen profiili

ASEBA (Achenbach & Rescorla, 2001) arviointimenetelmän avulla luotiin tutkittaville suoritusprofiili (vetäytyminen, fyysinen oireilu, jännittäminen, sosiaaliset ongelmat, ajattelun taso, tarkkaavaisuus, rikolliset taipumukset ja aggressiivisuus). Tutkimuksen alkaessa kyselyn täyttivät opettajat, vanhemmat ja nuori itse. Tutkimuksen lopussa nuori täytti uudelleen oman arviointilomakkeensa. Tulokset on raportoitu erillisessä pro gradu -tutkielmassa (Jaukka 2006).

Tuloksissa verrattiin dysleksian yhteydessä usein esiintyvän psyykkisen oireilun ilmenemismuotoja perhekotinuorilla (A-ryhmä) ja ammatillisen oppilaitoksen erityisnuorilla (B-ryhmä). Samoin haluttiin selvittää myös, millä tavoin nuorten omat arviot erosivat vanhempien ja opettajien arvioista.

Kaikista arvioijista perhekodin nuoret toivat voimakkaimmin esille psyykkisen oireilun, erityisesti käyttäytymisen ongelmien osalta (ero B-ryhmään,  $p=.005$ ). Myös tarkkaavaisuuden ongelmia esiintyi erityisesti perhekodin nuorilla. ASEBA-arvion kokonaispistemäärän kanssa voimakkaimmin korreloivat fyysiset oireet ja aggressiivinen käyttäytyminen.

Opettajien tekemät arviot poikkesivat huomattavasti nuorten itsearviointeista. Ammatillisen oppilaitoksen opettajat toivat selvemmin esille psyykkisten oireiden määrän ( $p=.041$ ). Tarkkaavaisuuden ongelmat korostuivat kuitenkin perhekotinuorilla ( $p=.030$ ). Opettajien arvioissa ASEBA-kokonaispistemäärään korreloi selvimmin sosiaaliset ongelmat ja aggressiivinen käyttäytyminen.

Vanhempien tai perhekodin sijaisvanhempien arvioissa psyykkistä oireilua esiintyi enemmän perhekodin nuorilla, erityisesti käyttäytymisen häiriöitä ( $p=.002$ ), tarkkaavaisuuden ongelmia ja aggressiivista käyttäytymistä. Ammatillisen oppilaitoksen osalta vanhemmat raportoivat useammin nuorilla esiintyvän jännitys-masennus-oireita.

Kokonaisuutenaan tutkimukseen osallistuvilla nuorilla ei ollut poikkeavan suurta määrää psyykkisiä oireita. Yksilötasolla oireiden määrä ja laatu kuitenkin vaihtelivat suuresti molemmissa ryhmissä. Nuorten omissa arvioissa oireilu tuli selvemmin esille kuin opettajien ja vanhempien arvioissa. Tutkimus osoitti, kuinka vaikeaa kasvattajien on huomioida oppimisongelmiin liittyvää masentuneisuutta ja vetäytyneisyyttä, erityisesti silloin, kun häiriökuvaan liittyy aggressiivista käyttäytymistä.

## 6.5. Esimerkki yksilötuloksista

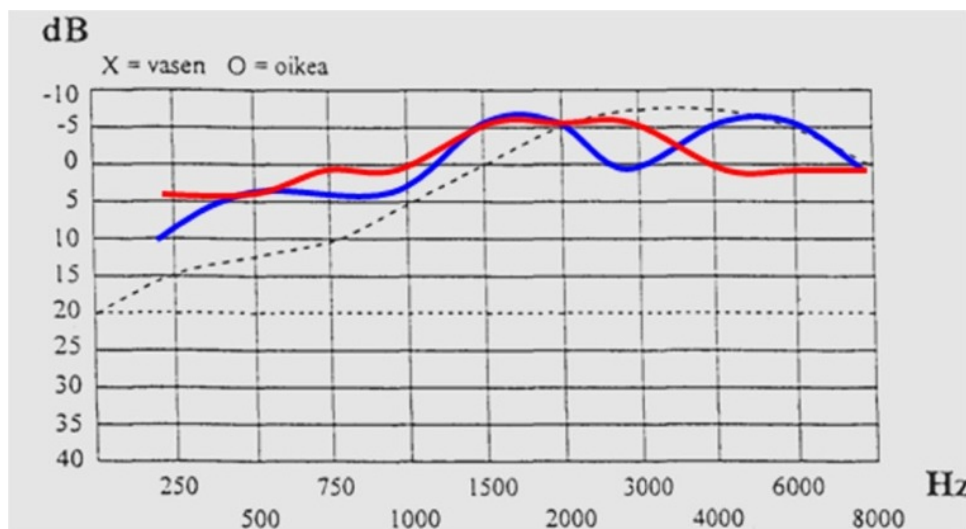
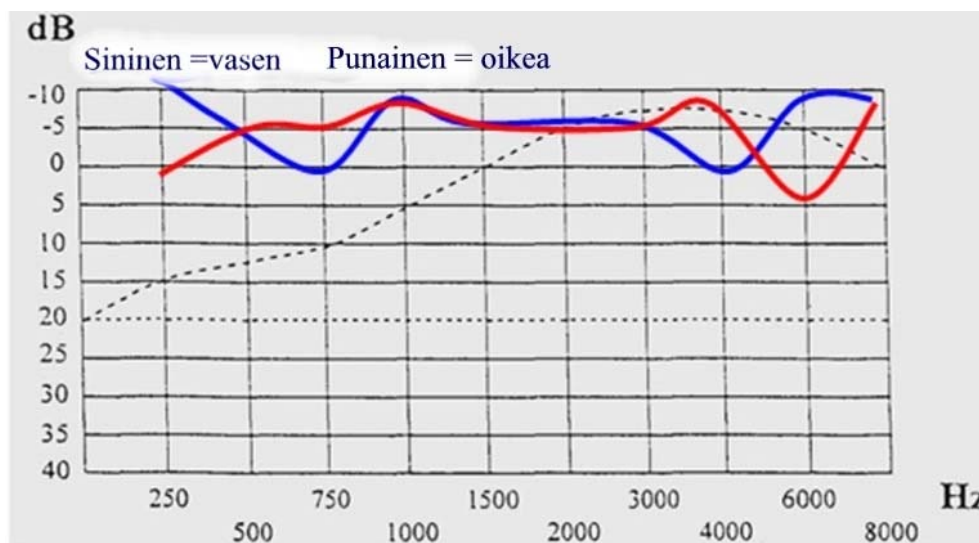
### CASE 1, nainen 19 v

Koehenkilö oli tutkimukseen tullessaan hyvin varauksellinen. Oman kertomansa mukaan hän ei ollut nukkunut edellisenä yönä lainkaan. Aamulla hän oli jännittänyt tutkimusta niin kovasti, että hän ei ollut syönyt aamupalaa, koska oli pelännyt pahoinvointia. Tutkimuksen

aikana hän vapisi kauttaaltaan jännittämisen takia ja kertoi avoimesti peloistaan ja häneen kohdistuneesta koulukiusaamisesta.

Kuulontutkimuksessa ennen kuntoutusta (Kuva 11 yläkaavio) tutkittavan kuulokäyrän havaittiin olevan Tomatixen ihannekuulokäyrään verrattuna yliherkkä sekä matalilla että korkeilla taajuuksilla. Tämä aiheuttaa ongelmia keskittymisessä, kuulon erottelukyvyyssä, ja muistitoiminnoissa. Tutkittava koki stressiä meluisassa ympäristössä.

Kuntoutuksen jälkeen kuulontutkimuksessa (Kuva 11 alakaavio): kuulovasteet myötäilivät Tomatixen ihannekuulokäyrää. Alkutilanteessa selkeimmin esiin tullut yliherkkyys matalilla äänitaajuuksilla oli kuntoutuksen aikana poistunut. Myös korkeat kuulotaajuudet olivat tasoittuneet.



**Kuva 11**

Case 1 Kuulokynnyskäyrä, alakaavio ennen kuntoutusta, alakaavio kuntoutuksen jälkeen

Sensomotorisessa arvioinnissa ennen kuntoutusta tutkittavan tasapaino oli hyvä kun arviointi tehtiin silmät auki. Silmät suljettuna tasapainon ylläpito oli vaikeaa ja hän pyrki korjaamaan tasapainoa ylävartalon suurilla lihaksilla. Tämä viittaa vestibulaarijärjestelmän toiminnan jäsentymättömyyteen. Yleinen fyysinen spastisuus toi vaikeuksia mm. liikunnallisissa toiminnoissa. Tutkittavalla havaittiin viitteitä ATNR, STNR, Moro, Galant-, Palmar- ja TLR-refleksistä, joista suurimmat toiminnalliset esteet aiheutuivat Moro- ja ATNR-reflekseistä. Vahva Moro-refleksin jäännös näkyi henkilön voimakkaana paniikkihäiriötyyppisenä käyttäytymisenä ja psykososiaalisena arkuutena. ATNR-refleksin vaikutus ilmeni erityyppisten toimintojen vaikeutena ja arkuutena yrittää niitä.

Kuntoutuksen jälkeen silmien merkitys tasapainon korjaamisessa oli vähentynyt. Tämä näkyi liikunnan varmuudessa ja tasapainoon liittyvien automatismien vakiintumisessa. Karkeamotoriikan kehittymisen myötä myös hienomotoriset toiminnot edistyivät. Fyysinen suoriutuminen ilmeni varmempana ja tietoisesti suoritettuna. Yleinen fyysinen spastisuus oli lähes poistunut ja sitä ilmeni enää hiukan hienomotorisissa spesifisuorituksissa. Kehon kokonaisvaltaisissa eriytyvissä toiminnoissa ilmeni vielä lievästi ristikkäishallinnan vaikeutta. Tutkittavan primitiivirefleksit olivat huomattavasti lieventyneet. Muutos näkyi parempana keskittymiskykenä (oma, opettajien ja vanhempien arviot) ja yleisenä olemuksen rauhoittumisena. Toiminnallisuuden taso nousi huomattavasti. Henkilön psyykinen muutos oli merkittävää ja ilmeni itsetunnon kohentumisena sekä uskalluksena yrittää aikaisemmin tavoittamattomiakin suorituksia, esim. liikunnallinen harrastus ja lukuharrastus aktivoituivat kuntoutuksen aikana.

### **Yleiskuvaus ERP-vasteista**

Kuntoutuksen alkaessa todettiin puheen keskeisille äänitaajuuksille (1800, 2000, 2200 Hz) hitaat, ylireagoivat ja paikantumattomat ERP-vasteet. Kuntoutuksessa kuuloreaktiot 2000 Hz:n normalisoituivat ja ajoittuminen täsmentyi. Samansuuntainen kuntoutusvaikutus havaittiin myös 2200 Hz:n deviantille. Aktivaatio korkeille äänitaajuuksille (3600, 4000, 4400 Hz) oli aluksi hidasta. Yleisaaltomuoto normalisoitui kuntoutuksen aikana.

Kuntoutuksen alussa tavuärsykkeiden aikaansaamat ERP-vasteet olivat hyvin voimakkaita ja paikantumattomia. Hemisfäärien työnjako normalisoitui jonkin verran, mutta ei vielä osoittanut vasemman hemisfäärin dominointia kielellisille ärsykkeille.

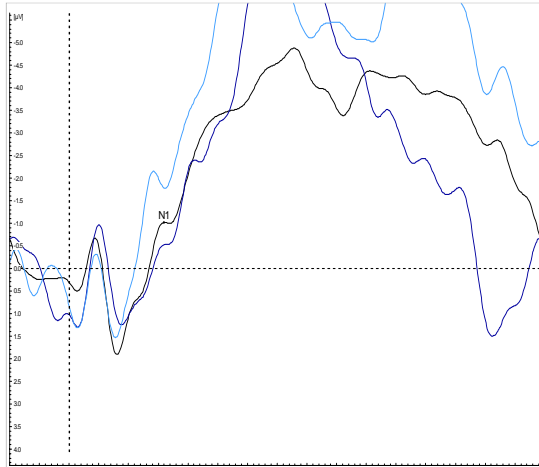
### **N1-vaste, orientoituminen ääniin**

1800, 2000, 2200 Hz: N1-vaste paikantui alkujaan hyvin, vaste nopeutui ja voimistui harjoittelun aikana.

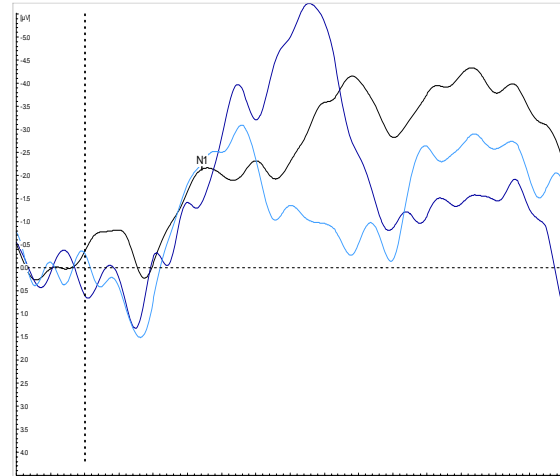
3600, 4000, 4400 Hz: Alkujaan esiintyi ylireagoivuutta 4400 Hz:n äänille, yliaktiivisuus hävisi harjoittelun aikana. Vasteet 4000 Hz:n äänille olivat vaikeat.

Tavut /AMA, ANA, ALA/ Ylireagoivuus sarjassa esiintyville deviantitavuille tasottui harjoittelun aikana (Kuva 12).

Tavut AMA std musta, ANA dev1 tumman sininen, ALA dev2 vaalean sininen



12 A



12 B

### Kuva 12.

Kuntoutettavan kuuloherätevasteet osoittivat tavueroille aluksi ylireagoivuutta (kuva 12 A). ERP-vasteet tasoittuivat kuntoutuksen aikana ja N1-vaste voimistui (kuva 12 B) (negatiivisuus ylöspäin, kuvaaja +5 to -5  $\mu\text{V}$ ).

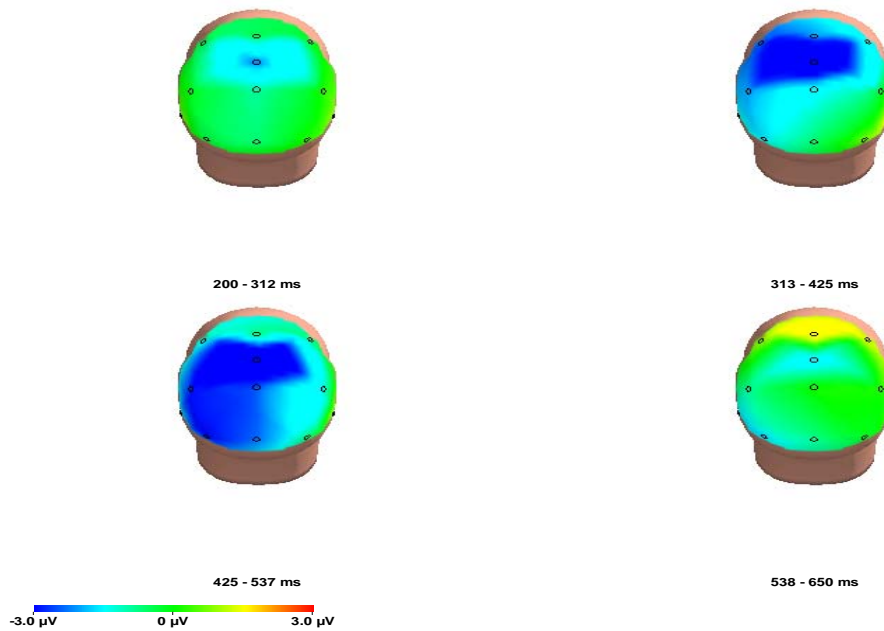
### MMN-vaste, kuulomuistin ja erottelun kuvaaja

1800, 2000, 2200 Hz: Aluksi hitaat ja voimakkaat vasteet tasoittuvat ja kuuloerottelu muuttuu tietoiseksi. Kuntoutujalla esiintyi vaikeutta pitää huomiotaan poissa äänistä.

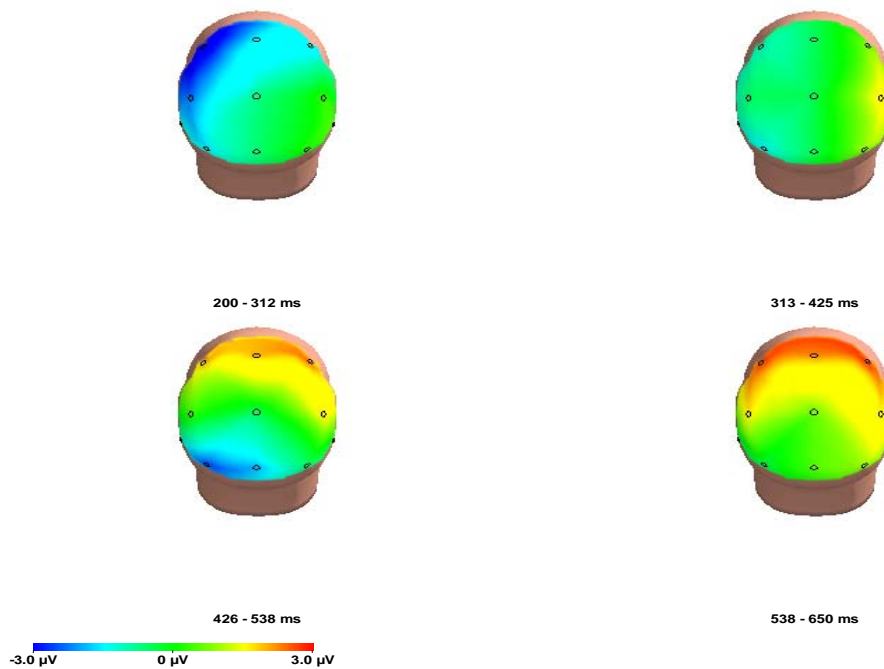
3600, 4000, 4400 Hz: Muutokset kuuloerotteluvasteissa olivat vähäisiä. Kuntoutuja ei pystynyt välttämään tietoisuuden ohjautumista ääniin.

Tavut /AMA, ANA, ALA/: Tavueroille aluksi erittäin voimakkaat ja laajasti leviävät MMN-vasteet, paikantuvat harjoittelujakson I aikana (kuva 13).

### 13 A CASE 1: MMN-vasteet ennen kuntoutusta



### 13 B CASE 1: MMN-vasteet kuntoutuksen jälkeen



### Kuva 13

Kuntoutuksen jälkeen herätevasteet tavueroille normalisoituvat: MMN-vaste aikaistuu (tavuerottelu nopeutuu) ja paikantuu vasemman hemisfäärin fronto-temporaalisille alueille (aikaikkunat 200 -650 ms tavuärsykkeen alusta).

### **Lukemiseen liittyvät taidot:**

SANAKETJU – tekninen lukeminen: harjaantuminen näkyi sanojen erottamisessa 6 → 17 p ja erityisesti sanojen tavuttamisessa 24 → 50 p.

ALLU – ymmärtävä lukeminen: harjoittelujaksolla tapahtui lukuiässä n. 2 v edistyminen

BNT – nimeävän kielen taso: ei muutosta

### **ASEBA (psykykinen profiili)**

Nuori arvioi olevansa jossain määrin jännittynyt ja tarkkaamaton

Opettajan arviossa tulivat esille myös tarkkaavaisuuden ja jännittyneisyyden ongelmat.

Vanhemmat näkivät nuoren olemuksessa samoja ongelmia kuin opettaja.

Loppuarviossa nuori kuvasi itseään kriittisesti. Hän toi esille vetäytyneisyyteen ja fyysisiin oireisiin liittyviä piirteitä, mutta myös positiivisia piirteitään. Hän tiedosti myös olevansa yliherkkä joillekin äänille.

## **7. KUNTOUKSEN VAIKUTTAVUUS OPISKELUUN, AMMATTIIN SUUNTAUTUMISEEN JA ARKIELÄMÄÄN**

Oppimis- ja suoriutumisvaikeudet voidaan sijoittaa samaan kontekstiin. Yksilön suoriutumisvaikeudet pohjautuvat samoihin syihin kuin oppimisvaikeudetkin. Suoriutumisvaikeuksina käsitetään yleensä yksilön toiminta koulun ulkopuolella tai opiskeluun liittyvä käytännön toiminta. Koulun ulkopuolinen toiminta on yleistä arkitoimintaa ja opiskelun käytännön toiminta on arkitoimintoihin samaistettavaa toimintaa tai esim. ammatillista harjoittelua.

### **7.1. Tutkimusryhmän oppimis- ja suoriutumisvaikeuksista ennen tutkimusta**

Kaikilla tutkimusryhmän yksilöillä oli huomattavia oppimis- ja suoriutumisvaikeuksia, joiden yhteydessä oli havaittavissa selviä motoriikan ja aistijärjestelmän toiminnallisia esteitä. Ensimmäiset arviot em. vaikeuksista perustuivat yksilöiden aikaisempiin yksilöittämisspätöksiin. Oppimis- ja suoriutumisvaikeuksien havainnointia tukivat LUKI- ja seulatestit, jotka tehtiin opiskelun alussa. Havainnoiteihin perustuvat keskustelut ja haastattelut tutkimusryhmän jäsenten kanssa työskentelevien opettajien ja ohjaajien kanssa antoivat tarkkaa tietopohjaa ko. yksilöiden vaikeuksista, niin oppimistilanteissa, kuin ammatillisissa suoriutumisissa. Yksilöiden haastattelut ja sensomotoriset testit kartoittivat ja tukivat aikaisempia havaintoja.

### **7.2. Tutkimuksen aikana ja lopussa tehtyjä huomioita sekä muutoksia**

Kuuloharjoitusohjelman ja sensomotoristen harjoitteiden myötä B-ryhmän jäsenillä oli havaittavissa muutoksia, jotka ilmenivät opiskelukentässä ja arkitoiminnassa. Yksilöiden opiskeluun liittyvissä vaikeuksissa varsinkin keskittymis- ja tarkkaavaisuusongelmat vähenivät merkittävästi. Em. muutos tuli esille myös selvästi asuntolatoiminnassa koulun ulkopuolella. Kuntoutus toi uusia mahdollisuuksia opiskeluun ammatillisissa käytännön toiminnoissa motoristen taitojen kehittymisen myötä. Ammatillinen spesifisuoritus kehittyi, myös turvallisuustekijät olivat tätä myötä paremmat ja loivat näin uusia



mahdollisuuksia ammatillisessa kehittämisessä. Merkittävää edistymistä yksilöiden kannalta tapahtui myös heidän psykososiaalisessa statuksessaan, mikä ilmeni heidän tasapainoisemmassa toiminnassaan ja olemuksessaan sosiaalisessa ympäristössä.

” Uskaltaa puhua toisille”, ” Ei tarvitse enää käyttää joka paikassa kuulosuojaimia pajalla, koska muiden äänet ei häiritse” ja ” Musta tuntuu, että mää oon vielä joskus puuseppä, koska mittaan nyt oikein” ovat vain muutamia tutkimusryhmän yksilöiden tuomia omakohtaisia kokemuksia ja tunteita. Hyvin merkittävää olikin kuntoutujille tutkimuksen aikana kehittynyt kyky havainnoida itseään. Em. seikat ja edistyminen oppimisessa ja suoriutumisen lisäsivät huomattavasti motivaatiota toteuttaa tutkimukseen liittyvät harjoitteet.

Oppimis- ja suoriutumisen vaikeudet voivat aiheuttaa ongelmia arkielämässä ja ammatilliseen toimintaan siirtymisessä jopa niin paljon, että ammatillinen tutkinto on mahdoton suorittaa. Ko. tutkimuksen perusteella sensomotorisilla harjoitteilla ja kuulonharjoitusohjelmalla oli merkittävä vaikutus tutkimusryhmän opiskeluun. Kynnys ammatilliseen työskentelyyn on jatkossa huomattavasti helpompi ylittää.

**Esimerkkinä edellä kuvattu CASE 1** (kuntoutujan kanssa työskentelevän puheterapeutin havaintoja):

Case 1 henkilölle kuntoutus on tuonut suurimpia muutoksia psykososiaaliselle alueelle. Arkuus ja ylireagointi ovat lieventyneet. Koulumaailmassa ohjaajan tukea on pystytty vähentämään huomattavasti. Ennen kuntoutuksen aloittamista itsenäinen asioiden hoito ei sujunut. Kuntoutuksen jälkeen kuntoutuja tarvitsee edelleen rohkaisua, mutta pystyy jo hoitamaan useimmat asiat täysin itsenäisesti.

Kuntoutujalla oli todettu huomattavaa yliherkkyyttä matalien taajuuksien hälyäänille. Kuntoutuksen aikana tuntityöskentely on helpottunut, samoin muissa hälyisissä ympäristöissä oleminen. Aiemmin kuntoutuja ei selvinnyt linja-automatkasta ilman, että kuunteli kuulokkeilla musiikkia peittääkseen yllättävät hälyäänit. Kuntoutuksen jälkeen hän ei ole enää tarvinnut musiikin kuuntelua selviytyäkseen hälytilanteista.

Kuntoutusprosessin aikana sanantunnistuksessa on tapahtunut huomattavaa nopeutumista. Kuntoutettava lukee jo harjoitustilanteissa varsin hyvin yksittäisiä sanoja. Lausetasolla kuntoutettavan lukeminen on kuitenkin vielä hidasta ja osittain virheellistäkin. Pidemmät ja hieman oudommat sanat tuottavat vaikeuksia. Poikkeavat silmänliikkeet vaikeuttavat rivillä pysymistä ja tekstin seuraamista.

Kuntoutettavan käsiala on siisti, mutta käsin kirjoittaminen on vielä hidasta. Edellä mainitun vaikeuden osalta kuntoutus on vielä kesken. Tietokoneella kirjoittaminen on nopeampaa. Kuulonharjoitusohjelman ja sensomotoristen harjoitteiden vaikutuksesta kirjoittamisessa on tapahtunut edistystä, joka on huomattu kotonakin. Äidin kertoman mukaan kuntoutettavan kirjoittamat viestit olivat aiemmin lähes yksisanaisia, kun hän nykyään kirjoittaa kokonaisia lauseita. Myös kirjoitusvirheet ovat vähentyneet.

Kuntoutettavan koulutussuunnitelma on ollut aina yksilöityä. Kuntoutettava tuli Merikosken ammatillisen koulutuskeskukseen Oulun kaupungin ja em. oppilaitoksen yhteiskymppiluokalta

valmentavan ja kuntouttavan opintolinjalle. Alkututkimusvaiheen aikana hänellä oli huomattavia esteitä toimia oppilaitosmaisessa ympäristössä, myös vapaa-aikana. Tänä päivänä hän on ammatilliseen tutkintoon valmistavalla linjalla, mitä ei olisi voinut uskoa ennen kuntoutukseen osallistumista, ei edes kuntoutettava itse.

## 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 tutkimuksessamme havaittiin erittäin selvästi harjoittelun intensiivisyyden merkitys. Kuntoutuksella saavutettiin selkeästi paremmat tulokset B-ryhmässä, jossa harjoitteet tehtiin valvotusti kouluympäristössä. Kuntoutuksessa yhdistettiin kuulonharjoitukseen 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 kehittivät. 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 jäsentämisen voitiin todeta etenevän uuden kuntoutusjakson aikana.

Kuntoutukseen osallistuneiden lukiongelmaisten nuorten kuuloherätevasteet erosivat tilastollisesti merkittävällä 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](http://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.

- 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, Céponiène 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). Äänten havaitseminen lukihäiriöissä mismatch negativity – vasteen heijastamana. *NMI Bulletin* 1, 8-9.
- Kujala T, Karma K, Ceponiène 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 improvement. *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.

- 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.

<http://www.pekuluki.net> 2004

<http://www.pekuoy.fi> 2004

<http://www.thalamusoy.com> 2004

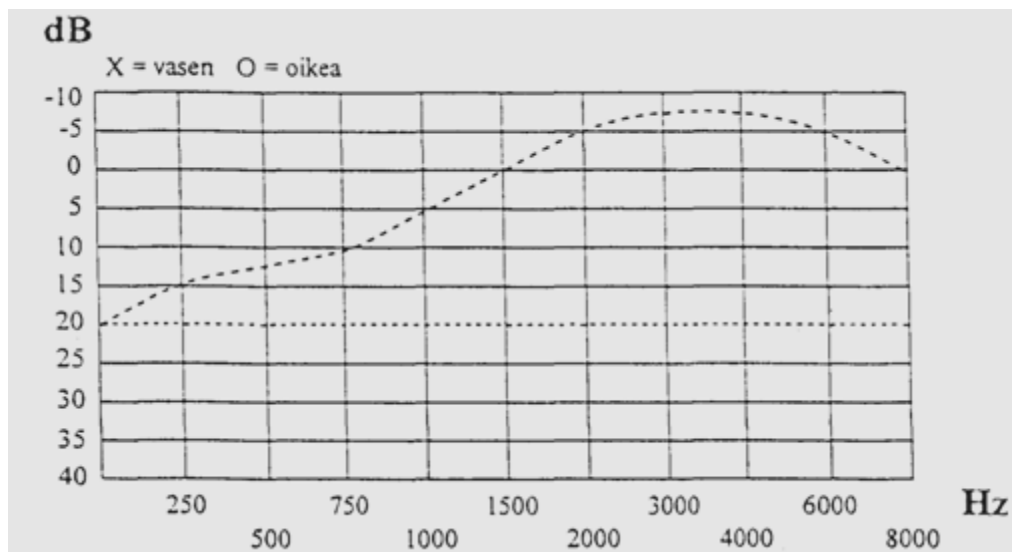
<http://www.dyslexia-lab.dk> 2006

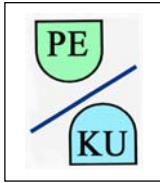
<http://www.inpp.org.uk> 2006

## **LIITTEET**

LIITE 1 Ihannekuulokäyrä

LIITE 2 Kyselylomake kouluikäiselle

**Ihannekuulokäyrä**



**PEKU Luki-kuntoutuspalvelut**  
**Juhani Ahon tie 4**  
 73100 Lapinlahti  
 Puh. 017 732 701  
 Fax 017 732 691

## Kyselylomake kouluikäisille

Jotta saisimme mahdollisimman tarkan kuvan lapsenne ongelmista ja niihin mahdollisesti vaikuttavista tekijöistä, pyytäisimme Teitä ystävällisesti vastaamaan mahdollisimman tarkasti kaikkiin alla oleviin kyselylomakkeiden kysymyksiin.

Lapsen nimi \_\_\_\_\_ Syntymäaika: \_\_\_\_\_

Kotiosoite: \_\_\_\_\_

Postinumero: \_\_\_\_\_ Postitoimipaikka \_\_\_\_\_

Puh. koti: \_\_\_\_\_ Sähköposti \_\_\_\_\_

Äidin nimi: \_\_\_\_\_ Puh. päivisin: \_\_\_\_\_

Isän nimi: \_\_\_\_\_ Puh. päivisin: \_\_\_\_\_

Koulu: \_\_\_\_\_ Luokka: \_\_\_\_\_

Onko lapsenne ollut muualla tutkittavana ? Kyllä / Ei

Jos "Kyllä", niin missä? \_\_\_\_\_

Diagnoosi ? \_\_\_\_\_

Kuka diagnoosin antoi? \_\_\_\_\_

Antamiani tietoja saa käyttää PEKU Oy:n ja Ylä-Savon Luki-yhdistys ry:n PEKU Luki-kuntoutuspalvelujen kuntoutustoiminnassa. Kyllä \_\_\_ Ei \_\_\_

Päiväys: \_\_\_\_\_

Allekirjoitus \_\_\_\_\_

PEKU Luki-kuntoutuspalvelut kerää ja säilyttää kuntoutukseen osallistuvien asiakkaiden antamia henkilötietoja asiakasrekisterissään manuaalisesti ja ATK:lla toimitiloissaan Juhani Ahon tie 4, 73100 Lapinlahti henkilötietojen salassapito määräysten mukaisesti.

Seuraavat kysymykset täydennetään seuraavasti: Ympyröi mielestäsi oikea vastausnumero, jotka ovat 0, 1, 2, 3 tai 4, joissa pyritään selvittämään ongelmien määrää siten, että 0 tarkoittaa “ ei ongelmia” ja 4 “suuria ongelmia, tai ei selviä kysytystä tehtävästä”.

Esimerkiksi: “Onko lapsellanne vaikeuksia lukemisessa?”

Ongelman määrä:

jos vastaus on Ei, ympyröi “0”

Ei ongelmia

jos hänellä on hieman ongelmia lukemisessa, ympyröi “1”

25 % ongelma

jos lukeminen on melko vaikeaa, ympyröi “2”

50 % ongelma

Jos lukeminen on erittäin työlästä, ympyröi “3”

75 % ongelma

Jos hän ei osaa lukea, ympyröi “4”

100% ongelma, ei kykene suoriutumaan

	Vähän ongelmia		Paljon ongelmia		
	0	1	2	3	4
1. Onko lapsellanne ongelmia kirjoittamisessa?	0	1	2	3	4
2. Onko hänellä ongelmia koulussa taululta kopioimisessa?	0	1	2	3	4
3. Kun hän kopioi tekstiä kirjasta, tekeekö hän paljon virheitä?	0	1	2	3	4
4. Täytyykö hänen pyyhkiä tai korjata yhtenänsä kirjoittamaansa tekstiä?	0	1	2	3	4
5. Onko hänellä epätavallinen kynäote?	0	1	2	3	4
6. Pitääkö hän kynää lujasti/tiukasti kiinni?	0	1	2	3	4
7. Saako lapsenne kramppeja kirjoittamisesta?	0	1	2	3	4
8. Kirjoittaako lapsenne ikään kuin pöydällä maaten?	0	1	2	3	4
9. Kun lapsenne kirjoittaa, istuuko hän toisen jalkansa päällä tai kiertääkö hän jalkansa istumansa tuolin jalkojen ympärille?	0	1	2	3	4
10. Kun lapsenne tekee kotitehtäviään, makaako hän mieluiten mahallaan lattialla?	0	1	2	3	4
11. Kun lapsenne kirjoittaa, onko hän turhaantunut tai ärtynyt tai tyytymätön olotilaansa?	0	1	2	3	4
12. Onko kirjoittaminen vaivalloista?	0	1	2	3	4
13. Väsykö lapsenne helposti kopioimisesta tai kirjoittamisesta?	0	1	2	3	4



14. Kun hän kirjoittaa ja istuu tavallisella suoraselkänöjaisella tuolilla, onko hänen vaikeaa pysyä paikallaan yhtäjaksoisesti (onko hänellä kuin “muurahaisia housuissa”)?	0	1	2	3	4
15. Käyttääkö hän esim. ainetta. kirjoittaessaan toisinaan peilikirjaimia?	0	1	2	3	4
16. Kirjoittaessaan ainetta, jääkö hänellä sanoista kirjaimia pois, onko sanoja väärässä järjestyksessä tai jääkö sanoja puuttumaan kokonaan?	0	1	2	3	4
17. Onko hänellä epäsiisti käsiala?	0	1	2	3	4
18. Kirjoittaessaan esim. ainetta, onko hänen kirjoittamisensa toisinaan lähes käsittämätöntä?	0	1	2	3	4
19. Onko lapsellanne tavausongelmia?	0	1	2	3	4
20. Lausuuko lapsenne suullisesti sanat ja lauseet hyvin, mutta kun hänen pitäisi kirjoittaa samat sanat paperille, hän tekee virheitä?	0	1	2	3	4
21. Onko lapsellanne ongelmia lukemisessa?	0	1	2	3	4
22. Kun pyydätte lastanne lukemaan ääneen, lukeeko hän tasapaksulla ja monotonisella äänellä?	0	1	2	3	4
23. Luettuaan ääneen tai itsekseen, unohtaako hän helposti mitä juuri äsken luki?	0	1	2	3	4
24. Onko lapsellanne ongelmia tasapainon hallinnassa?	0	1	2	3	4
25. Onko hänellä ongelmia hienomotoriikassa?	0	1	2	3	4
26. Onko hänellä ongelmia ristikkäishallinnassa?	0	1	2	3	4
27. Onko lapsenne lyhytjänteinen?	0	1	2	3	4
28. Onko hän häiriöaltis tehdessään jotain työtehtävää?	0	1	2	3	4
29. Onko hän yliherkkä joillekin äänille?	0	1	2	3	4
30. Ymmärtääkö hän helposti väärin kysymykset?	0	1	2	3	4
31. Onko hänelle vaikeuksia seurata useita samanaikaisesti annettuja ohjeita?	0	1	2	3	4
32. Onko lapsenne erittäin väsynyt tullessaan koulusta?	0	1	2	3	4
33. Onko lapsenne “ylivilkas”?	0	1	2	3	4
34. Onko lapsellanne vaikeuksia oppia kertotaulua, viikonpäiviä tai kuukausia jne. ?	0	1	2	3	4