

**EI-KIELELLISEN AUDITIIVISEN HARJOITTELUN VAIKUTUS
KUULLUNEROTTELUUN JA KIELELLISIIN TAITOIHIN
LAPSILLA, JOILLA ON KIELELLINEN ERITYISVAIKEUS**

Heidi Partanen
Pro gradu -tutkielma
Psykologian laitos
Jyväskylän yliopisto
Lokakuu 2013

PARTANEN, HEIDI: Ei-kielellisen auditiivisen harjoittelun vaikutus kuullunerotteluun ja kielellisiin taitoihin lapsilla, joilla on kielellinen erityisvaikeus

Pro gradu -tutkielma, 51 s.

Ohjaaja: Paavo Leppänen

Aineiston keruu ja harjoittelun toteutus: Leena Ervast

Psykologia

Lokakuu 2013

Tämä Pro gradu -tutkielma on osa Oulun yliopiston, Oulun yliopistollisen sairaalan Neurokognitiivisen yksikön ja Jyväskylän yliopiston psykologian laitoksen vuosina 2005–2010 toteutettua yhteistyöprojektia, jossa tutkittiin kielihäiriöisten lasten kuullun prosessointia ja siihen liittyvien ongelmien kuntoutuvuutta. Tässä työssä tutkittiin ei-kielellisen auditiivisen harjoittelun vaikutuksia kuullunerottelun taitoihin sekä kielellisiin ja kognitiivisiin taitoihin 4–6-vuotiailla lapsilla, joilla on kielellinen erityisvaikeus. Tutkimuksessa oli kolme ryhmää: SLI-kuntoutusryhmä, SLI-kontrolliryhmä ja tyypillisesti kehittyneiden kontrollilasten ryhmä, joissa kaikissa oli 12 tutkittavaa. SLI-kuntoutusryhmä sai kuuden viikon kuntoutusjakson aikana harjoitusta kolme kertaa viikossa professori Paavo Leppäsen ja työryhmän kehittämällä Mr. Luiki -ohjelmalla, joka on seikkailupelinomaisesti rakennettu äänten erottelua harjoitettava tietokoneohjelma. SLI-kontrolliryhmä osallistui kuntoutusjakson ajan tavanomaiseen puheterapiaan 1–2 kertaa viikossa ja tyypillisesti kehittyneet kontrollilapset eivät saaneet minkäänlaista kuntoutusta.

Harjoittelun vaikuttavuutta tarkasteltiin sekä ryhmä- että yksilötasolla. Ryhmätasolla SLI-kuntoutusryhmän taitojen paranemista verrattiin SLI-kontrolliryhmän taitojen paranemiseen efektiivisyyden avulla. Yksilötasolla jokaiselle SLI-kuntoutus- ja SLI-kontrolliryhmän tutkittavalle laskettiin niin kutsuttu RCI-arvo (*Reliable Change Index*), joka kuvaa sitä, kuinka paljon ja mihin suuntaan tutkittavan pistemäärä on muuttunut ja onko muutos luotettava ja kliinisesti merkitsevä. Näitä RCI-arvoja vertailtiin sekä SLI-ryhmien kesken että erikseen SLI-kuntoutusryhmän osalta. SLI-kuntoutusryhmän tutkittavat jaettiin RCI-arvojen perusteella harjoittelusta paljon ja vähän hyötyneisiin. Yksilöllisiä suoritusprofiileja tarkastelemalla tutkittiin sitä, millaiset olivat harjoittelusta paljon ja vähän hyötyneiden lasten taidot tutkimuksen lähtötilanteessa.

Tulosten mukaan ei-kielellinen auditiivinen harjoittelu paransi ensinnäkin harjoiteltuja auditiivisen erottelun taitoja, mutta myös joitakin kielellisiä taitoja (ohjeiden ymmärtäminen, värien nopea nimeäminen). Yksilötarkastelujen mukaan harjoittelun tuloksellisuuteen saattoi vaikuttaa tutkittavien ikä sekä tarkkaavaisuuden ja fonologisen muistin taidot. Yleisesti ottaen harjoitteluvaikutukset olivat kuitenkin hyvin yksilöllisiä. Tämä tutkimus antaakin tukea sille ajatukselle, että myös kehitys- ja neuropsykologian alan kuntoutustutkimuksissa kannattaisi hyödyntää ryhmätason vertailujen lisäksi yksilöllistä lähestymistapaa, joka voisi antaa syvällisempää tietoa siitä, miten kuntoutus toimii ja ketkä kaikki siitä hyötyvät.

Avainsanat: *kielellinen erityisvaikeus, auditiivinen erottelu, ei-kielellinen auditiivinen harjoittelu, kielellinen ymmärtäminen ja tuottaminen, kognitiiviset taidot, RCI*

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	1
1.1	Auditiivisen prosessoinnin ongelmat kielellisessä erityisvaikeudessa.....	1
1.2	Auditiivisen prosessoinnin tietokonepohjainen kuntoutus.....	4
1.3	Harjoittelun vaikuttavuuden arviointi.....	7
1.4	Tutkimuskysymykset ja hypoteesit.....	8
2	MENETELMÄT.....	9
2.1	Tutkittavat.....	9
2.2	Tutkimuksen kulku.....	10
2.4	Auditiivisen erottelun harjoituspelejä.....	12
2.6	Harjoitteluvaikutusten arvioinnissa käytetyt mittarit.....	14
2.5	Aineiston analysointi.....	17
3	TULOKSET.....	20
3.1	Ryhmien lähtötasovertailut.....	20
3.2	Harjoittelun vaikuttavuus ryhmätasolla tarkasteltuna.....	22
3.3	Harjoittelun vaikuttavuus yksilötasolla tarkasteltuna.....	25
3.4	Harjoittelusta paljon ja vähän hyötyneiden tarkastelua.....	29
4	POHDINTA.....	35
4.1	Harjoittelun vaikutukset auditiivisen erottelun taitoihin.....	35
4.2	Harjoittelun vaikutukset kielellisiin ja kognitiivisiin taitoihin.....	36
4.3	Harjoittelusta paljon ja vähän hyötyneet.....	40
4.4	Tutkimuksen arviointia.....	43
4.5	Johtopäätökset.....	45
	LÄHTEET.....	46

1 JOHDANTO

Kielellinen erityisvaikeus (eng. *Specific Language Impairment, SLI*) on kehityksellinen neurobiologinen häiriö, joka vaikeuttaa puheen ja kielen oppimista normaalista kuulosta, älykkyydestä ja kielen oppimiseen suotuisasta ympäristöstä huolimatta (esim. Bishop, 2006). Kansainvälisten tutkimusten mukaan 6–8 % alle kouluikäisistä lapsista kärsii kielellisestä erityisvaikeudesta (Tomblin ym., 1997). Suomalaisessa tutkimuksessa kielellisen erityisvaikeuden esiintyvyys on arvioitu huomattavasti pienemmäksi (alle 1 %), joskin sen havaittiin kasvaneen tutkimusjakson aikana (Hannus, Kauppila, & Launonen, 2009). Kielellinen erityisvaikeus lisää riskiä myöhemmille lukemisen vaikeuksille (Bishop & Snowling, 2004; Catts, Fey, Tomblin, & Zhang, 2002), minkä takia häiriön varhainen kuntouttaminen olisi tärkeää. Haasteita kuntoutukselle ja siihen liittyvälle tutkimukselle asettaa kuitenkin se, että kielellinen erityisvaikeus ei johdu mistään yksittäisestä tekijästä, johon kuntoutus olisi helppo kohdistaa (Bishop & Snowling, 2004). Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, voidaanko ei-kielellistä auditiivista erottelua harjoituttavalla tietokonepohjaisella kuntoutusohjelmalla parantaa kuullunerottelun taitoja sekä kielellisiä ja siihen läheisesti liittyviä kognitiivisia taitoja lapsilla, joilla on kielellinen erityisvaikeus.

1.1 Auditiivisen prosessoinnin ongelmat kielellisessä erityisvaikeudessa

Kielellinen erityisvaikeus on vahvasti perinnöllinen häiriö (Fisher, Lai, & Monaco, 2003), johon kuuluvat vaikeudet puheen ymmärtämisessä ja / tai tuottamisessa, kuten esimerkiksi puheäänteiden oppimisessa sekä sanaston, taivutusmuotojen ja lauserakenteiden hallinnassa ja oman kerronnan sujuvuudessa (Bishop, 2006). Kielellisen erityisvaikeuden syytekijöistä on kiistelty jo pitkään. Nykyään ajatellaan, että kehityksellisiä ongelmia tulisi tarkastella useamman syyn tai riskitekijän näkökulmasta (Bishop, 2006; Pennington, 2006). Tämän mukaisesti kielelliseen erityisvaikeuteenkin liittyy useita eri riskitekijöitä, jotka kasautuessaan aiheuttavat kielen kehityksen ongelmia. Tällaisiksi riskitekijöiksi on esitetty muun muassa kieliopillisten rakenteiden ymmärtämisen vaikeutta (van der Lely, 2005; van der Lely, Rosen, & Adlard, 2004; Rice & Wexler, 1996), tarkkaavaisuuden ongelmia (Ebert & Kohnert, 2011) ja fonologisen työmuistin heikkoutta (Gathercole & Baddeley, 1990; Montgomery, 2002). Eräs paljon huomiota saanut riskitekijä on auditiivisen prosessoin-

nin vaikeudet (McArthur, Ellis, Atkinson, & Coltheart, 2008; Tallal, 2000; Tallal & Piercy, 1978; Wright ym., 1997b).

Auditiivisen prosessoinnin vaikeuksia kielellisen erityisvaikeuden taustatekijänä on tutkittu laajasti. Puheen ymmärtäminen vaatii kykyä havaita puhevirrasta erilaisia piirteitä – esimerkiksi taajuuseroja ja ajallisia muutoksia – ja vaikeudet tässä havainnoinnissa voivat hankaloittaa puheinformaation prosessointia ja sitä kautta puheen ymmärtämistä (Moore, 2008; Shannon, Zeng, Kamath, Wygonski, & Ekelid, 1995). Yhden laajaa huomiota saaneen hypoteesin mukaan kielelliseen erityisvaikeuteen liittyy vaikeutta havaita, kategorisoida ja yhdistellä nopeasti esiintyviä ääniä, mikä voi johtaa epäselviin foneemirepresentaatioihin eli puheäänten edustuksiin aivoissa (Tallal, 2000; Tallal & Piercy, 1978). Foneemirepresentaatioiden taas ajatellaan vaikuttavan puheen havaitsemiseen ja sitä kautta korkeammanasteiseen kielelliseen oppimiseen aina fonologiasta (äännejärjestelmä) semantiikkaan (sanojen merkitys) ja syntaksiin (kielioppi) (Pennington & Bishop, 2009).

Lapsilla, joilla on kielen kehityksen ongelmia, onkin havaittu olevan vaikeuksia käsitellä puhevirrann nopeasti muuttuvaa akustista informaatiota, kuten ääniärsykkeissä tapahtuvia erittäin lyhyitä kesto- ja taajuusmuutoksia. (Fitch & Tallal, 2003; Tallal, 2000). Tutkimusten mukaan kielihäiriöiset lapset tarvitsevat pidemmän ärsykkeiden välisen ajan voidakseen erottaa kahden eritaajuisen äänen esiintymisjärjestyksen yhtä luotettavasti kuin tyypillisesti kehittyneet lapset (Tallal & Piercy, 1978). Näin on myös silloin, kun tehtävä ei vaadi ajallisen järjestyksen huomioimista vaan pelkästään sen erottamista, ovatko soitetut äänet samoja vai erilaisia.

Puheen prosessoinnin tasolla vaikeudet nopeasti esiintyvän kuulonvaraisen informaation havaitsemisessa näkyvät erityisesti konsonantti-vokaali-tavujen erottelussa (Fitch & Tallal, 2003; Tallal, 2000), koska näissä tavuissa siirtymä konsonantista vokaaliin, eli niin kutsuttu formanttitransitio, on hyvin lyhyt, alle 50 millisekuntia. Tukea sille, että kyseessä olisi nimenomaan nopeasti esiintyvän auditiivisen informaation käsittelyn vaikeus, on saatu tutkimuksista, joissa konsonantti-vokaali-siirtymiä on muokattu synteettisesti pidemmiksi. Tällaisessa tilanteessa kielihäiriöiset lapset erottelevat konsonantti-vokaali-tavuja aivan yhtä hyvin kuin tyypillisesti kehittyneet lapset (Tallal, 2000; Tallal & Piercy 1974). Tutkimuksissa on lisäksi havaittu, että nopeaa auditiivista prosessointia vaativien ääni- ja puheärsykkeiden erottelu on poikkeavaa sekä behavioraalisella että neuraalisella tasolla jo varhaislapsuudessa lapsilla, joilla on perinnöllinen riski kielen kehityksen vaikeuksille (Benasich ym., 2006; Benasich & Tallal, 2002; Benasich, Thomas, Choudhury, & Leppänen, 2002). Lisäksi näillä varhaislapsuudessa mitatuilla nopean auditiivisen prosessoinnin taidoilla tai niihin liittyvillä neuraalisen tason vasteilla on voitu ennustaa lasten myöhempiä ymmärtävän ja tuottavan kielen taitoja (esim. Benasich & Tallal 2002; Choudhury & Benasich, 2011).

Kaikki tutkijat (esim. Rosen, 2003) eivät kuitenkaan usko kielellisen erityisvaikeuden johtuvan vaikeudesta havaita ja prosessoida nimenomaan nopeasti esiintyvää auditiivista informaatiota. Tutkimusten mukaan kielelliseen erityisvaikeuteen liittyy vaikeuksia myös sellaisissa ei-kielellisissä auditiivisen erottelun tehtävissä, jotka eivät vaadi nopeaa ärsykeinformaation havaitsemista, erotte-
lua tai yhdistelyä (Corriveau, Pasquini, & Goswami, 2007; McArthur & Bishop, 2004). McArthur ja Bishop (2004) vertasivat 10–19-vuotiaita kielellisen erityisvaikeuden diagnoosin saaneita lapsia /
nuoria (n=16) heidän ikätasoihin verrokkeihin (n=16) ja havaitsivat, että osalla kielihäiriöisistä lap-
sista ei-kielellisten ääniärsykkeiden taajuuserottelu oli heikompaa kuin verrokeilla, kun taas nopeaa
auditiivista prosessointia vaativassa erottelutehtävässä kielihäiriöiset eivät eronneet verrokeista.

Corriveau kollegoineen (2007) puolestaan tutkivat äänen keston ja nousujan havaitsemista
7–11-vuotiailla kielellisen erityisvaikeuden diagnoosin saaneilla lapsilla (n=21) sekä kronologisen
iän (n=21) ja kielellisen iän (n=21) mukaan suhteutetuilla tyypillisesti kehittyneillä verrokeilla. Tu-
lostien mukaan jopa 70–80 % kielellisen erityisvaikeuden ryhmään kuuluvista lapsista suoriutui ää-
nen keston ja nousujan havaitsemista mittaavissa tehtävissä alle ikätasosten verrokkien 5. persen-
tiilin. Lisäksi yksilölliset erot äänen keston ja nousujan havaitsemisessa selittivät 11–31 % sanas-
ton hallinnassa, fonologisessa tietoisuudessa ja lukemisessa havaitusta varianssista. Tosin on syytä
huomioida, että Corriveaun ym. (2007) tulokset liittyvät kuitenkin äänen ajallisiin piirteisiin, eivät-
kä siten ole välttämättä ristiriidassa Tallalin ym. (Tallal & Piercy, 1978) nopean auditiivisen proses-
soinnin hypoteesin kanssa. Lähinnä tulokset viittaavat siihen, että kielelliseen erityisvaikeuteen liit-
tyy monenlaista auditiivisen havaitsemisen vaikeutta. Tämä taas on linjassa Bishopin ja kumppa-
neiden (Bishop & Snowling, 2004; Bishop, 2006) ajatuksiin kielellisen erityisvaikeuden useista
kasautuvista riskitekijöistä.

Edellä kuvatut auditiivisen prosessoinnin heikkoudet voivat olla yhteydessä kielellisiin vaike-
uksiin esimerkiksi hankaloittamalla puheen prosodisten vihjeiden – erityisesti äänen kestossa ja
painossa sekä puheen intonaatiossa tapahtuvien muutosten – havaitsemista (Corriveau ym., 2007).
Puheen prosodisten vihjeiden hyödyntäminen on puolestaan tärkeässä roolissa kielen oppimisessa ja
ylipäättään puheen ymmärtämisessä. Suomen kielessä sanan pääpaino on aina ensimmäisellä tavulla,
ja sanan toinen ja viimeinen tavu ovat painottomia (Iivonen, 1998). Sanapaino on suomen kielen
jatkuvässä puhevirrassa vihje siitä, missä kulkee sanojen raja, kun kunnollista taukoa sanojen välis-
sä ei ole. Sanapainon havaitseminen taas vaatii äänen kesto- ja nousuaikapiirteiden erottamista,
koska painolliset tavut eroavat painottomista tyypillisesti juuri keston sekä kokonaisamplitudin kas-
vun suhteen (Choi, Hasegawa-Johnson, & Cole, 2005; Gay, 1978). Suomen kielessä myös äänten
keston havaitseminen on oleellista, koska vokaalin tai konsonantin pituus on semanttista merkitystä
erottavassa asemassa eli vokaalin tai konsonantin pidentäminen voi muuttaa sanan merkitystä (esim.

tuli-tuuli, mato-matto) (Lehtonen, 1970). Äänen kesto- ja nousuaikapiirteet ovat siis merkityksellisiä puheen prosessoinnin kannalta, mutta niiden yhteydestä kielelliseen erityisvaikeuteen tarvittaisiin lisää eri kielillä toteutettuja tutkimuksia.

Vaikka yhä edelleen käydään debattia nopean auditiivisen prosessoinnin vaikeuden roolista kielellisen erityisvaikeuden etiologiassa (esim. Rosen, 2003; Tallal, 2004), niin näyttää siltä, että kielihäiriöisillä lapsilla on usein ainakin jonkinlaisia auditiivisen erottelun vaikeuksia. Nämä erilaiset auditiivisen erottelun vaikeudet voivat näkyä niin neuraalisella kuin behavioraaliselkin tasolla ja saattavat liittyä aivojen auditiivisten alueiden kypsyttömyyteen (Corriveau ym., 2007; McArthur & Bishop, 2004; 2005). Tästä syystä auditiiviseen prosessointiin osallistuvien hermoverkkojen intensiivinen harjoittaminen esimerkiksi tietokonepohjaisilla menetelmillä voisi olla tarpeellinen osa kielellisen erityisvaikeuden kuntoutusta.

1.2 Auditiivisen prosessoinnin tietokonepohjainen kuntoutus

Auditiivisen prosessoinnin tietokonepohjainen kuntoutus on yleistynyt viime aikoina. Tietokoneella tehtävän intensiivisen harjoittelun ajatellaan johtavan aivokuoren hermoverkkojen uudelleen järjestymiseen, mikä puolestaan saa aikaan behavioraalisen tason muutoksia esimerkiksi kuullunerotte- lussa ja kielellisissä taidoissa (Loo, Bamiou, Campbell, & Luxon, 2010). Tämän hypoteesin testaaminen ja mahdollinen vahvistaminen vaatii kuitenkin hyvin toteutettuja kuntoutustutkimuksia, joita tällä hetkellä on kielelliseen erityisvaikeuteen liittyen tehty vielä melko vähän.

Varhaisissa Tallalin ja hänen tutkimusryhmänsä tutkimuksissa (Merzenich ym., 1996; Tallal ym., 1996) saatiin kyllä lupaavia tuloksia erittäin intensiivisen erilaisista auditiivisista tehtävistä koostuvan harjoittelun vaikutuksista 5–10-vuotiaiden kielihäiriöisten lasten kuullunprosessointiin ja kielellisen ymmärtämisen taitoihin. Neljän viikon ajan viitenä päivänä viikossa (3,5 h / päivä) puolet tutkittavista (n=11) osallistuivat harjoitteluun, joka sisälsi adaptiivisia eli lapsen yksilöllisen osaamistason mukaan mukautuvia kuunteluharjoituksia ja tietokonepelejä akustisesti muokatulla puheella, jossa puheen tiettyjen elementtien kestoja oli pidennetty (Merzenich ym., 1996). Käytössä oli sittemmin kaupallistetun kuntoutusohjelman prototyyppi (*Fast ForWord*; ks. www.scilearnglobal.com), joka sisältää ääni-, äänne-, tavu-, sana- ja lausetason harjoituksia. *Fast ForWord* perustuu Tallalin teoriaan (Tallal & Piercy, 1978) siitä, että kielellinen erityisvaikeus joh- tuu nimenomaan nopeasti esiintyvän auditiivisen informaation prosessointivaikeudesta. Loput tut- kimukseen osallistuneista lapsista (n=11) saivat yhtä paljon harjoitusta samantlaisilla tehtävillä, mut-

ta tehtävät eivät olleet adaptiivisia eikä puheärsyksiä oltu synteettisesti muokattu. Harjoittelun jälkeinen testaus osoitti, että kaikki lapset paransivat suoritustaan standardoiduissa kielellisissä testeissä, mutta ryhmä, joka harjoitteli muokatuilla puheärsyksiä, paransi suoritustaan enemmän. Keskimäärin heidän kielelliset taitonsa paranivat lähes kahden ikävuoden verran (Tallal ym., 1996). Lisäksi ainoastaan muokatuilla puheärsyksiä harjoitellulla ryhmällä nopeaa auditiivista prosessointia vaativien äänten ja tavujen erottelutaidot paranivat tilastollisesti merkitsevästi harjoittelun seurauksena (Merzenich ym., 1996). Nämä tulokset olivat lupaavia, mutta tutkimuksia voidaan myös kritisoida. Tutkittavien ryhmä oli melko pieni ja heterogeeninen eikä tutkimukseen sisällynyt ollenkaan varsinaista kontrolliryhmää, joka ei olisi saanut lainkaan harjoitusta.

Varhaiset tutkimustulokset kannustivat uusiin tutkimuksiin. Esimerkiksi Stevens ym. (2008) tutkivat 6–8-vuotiailla lapsilla *Fast ForWord* -ohjelmalla tapahtuvan intensiivisen harjoittelun vaikutuksia kielellisiin taitoihin. Tutkimuksessa oli harjoitusryhmä (20 lasta) ja tyypillisesti kehittyneiden kontrolliryhmä (13 lasta). Harjoitusryhmän lapsista kahdeksalla oli kielellisen erityisvaikeuden diagnoosi ja loput 12 olivat tyypillisesti kehittyneitä lapsia. Kaikki tutkimuksessa mukana olleet lapset testattiin ennen ja jälkeen kuuden viikon harjoittelujakson, joka harjoitusryhmällä sisälsi auditiivisen prosessoinnin harjoittelua viitenä päivänä viikossa (100 min / päivä). Tulosten mukaan harjoitteluun osallistuneiden lasten kielellisen ymmärtämisen taidot kohenivat, kun taas kontrolliryhmän taidoissa ei tapahtunut muutosta. Harjoitusryhmän sisällä ne lapset, joilla oli kielellinen erityisvaikeus, paransivat suoritustaan selvästi enemmän kuin tyypillisesti kehittyneet lapset (Stevens ym., 2008). Auditiivinen harjoittelu voi kuitenkin parantaa fonologisia ja kielellisiä taitoja myös tyypillisesti kehittyneillä lapsilla (Moore, Rosenberg, & Coleman, 2005). Mooren ym. (2005) tutkimuksessa 8–10-vuotiaiden lasten fonologinen tietoisuus sekä sanantunnistustaidot paranivat foneemikontrastien havaitsemiseen perustuvan tietokonepelin pelaamisen seurauksena tyypillisesti kehittyneiden lasten harjoitusryhmällä (n=18), kun taas kontrolliryhmän (n=12) taidoissa ei tapahtunut muutosta. On kuitenkin hiukan epäselvää, johtuvatko tulokset auditiivisen havaitsemisen parantumisesta vai kenties tarkkaavaisuuden paranemisesta.

Vaikka osassa tutkimuksia kielellisten taitojen kohentaminen ääniärsyksiä tai yksinkertaisilla puheärsyksiä toteutetulla harjoittelulla on osoittautunut tulokselliseksi, niin julkaistujen meta-analyysien (Strong, Torgerson, Torgerson, & Hulme, 2011) ja systemaattisten katsausten (Fey ym., 2011; Loo, Bamiou, Campbell, & Luxon, 2010; McArthur, 2009) perusteella auditiivisen harjoittelun tuloksellisuudesta kielellisten taitojen osalta on vain vähän näyttöä. Sen sijaan auditiivisen prosessoinnin taidot ja joissain tutkimuksissa myös fonologinen tietoisuus näyttävät parantuneen harjoittelun seurauksena. Syitä siihen, että ääniärsyksiä tai yksinkertaisilla puheärsyksiä toteutettu harjoittelu ei välttämättä ole johtanut kielellisten taitojen paranemiseen, voi olla useita. Ensin-

näkin kuten aiemmin todettiin (McArthur & Bishop, 2004; Rosen, 2003), kaikilla kielellisen erityisvaikeuden diagnoosin saaneilla lapsilla ei ole auditiivisen prosessoinnin ongelmia tai ongelmat eivät ole niinkään nopeassa auditiivisessä prosessoinnissa, jonka harjoittamiseen käytössä olevat kuntoutusohjelmat pitkälti perustuvat. Tästä syystä ryhmätason tarkastelu voi peittää alleen osan mielenkiintoisista harjoitteluvaikutuksista, varsinkin jos tutkittava ryhmä on hyvin heterogeeninen.

Toisekseen tutkimukset eroavat toisistaan muun muassa tutkittavien iän, valintakriteerien ja harjoittelun intensiteetin suhteen. Kun pyritään harjoittamaan aivojen auditoristen hermoverkkojen toimintaa, harjoittelun intensiteetillä on suuri merkitys. Harjoittelun on oltava riittävän tiheää ja pitkäaikaista, jotta sillä olisi vaikutusta (Merzenich ym., 1996). Kolmanneksi voidaan pohtia sitä, kuinka todennäköistä on, että perustason auditiivinen havainto-oppiminen yleistyy korkeamman tason kielellisiin toimintoihin. Onhan tutkimuksissa havaittu, että taitojen yleistyminen muuhun kuin harjoiteltuun tehtävään tai harjoiteltuihin ärsykkeisiin voi olla hyvin rajallista jo pelkästään auditiivisen prosessoinnin tasolla (esim. Amitay, Zhang, & Moore, 2012; Wright, Buonomano, Mahncke, & Merzenich, 1997a; katsaus, Wright & Zhang, 2009). Esimerkiksi kahden äänen välisen ajan (*temporal-interval*) erottelukyvyn intensiivinen harjoittelu (1h / päivä, 10 päivän ajan) tietyn taajuisella äänellä (1 kHz) ja äänten standardivälillä (100 ms) parantaa kestonerottelua harjoitelluilla ärsykkeillä ja harjoitteluvaikutus yleistyy myös ei-harjoiteltuun taajuuteen (4 kHz). Harjoittelu ei kuitenkaan yleisty ei-harjoiteltuihin äänten välisiin aikoihin (50, 200, 500 ms), vaikka äänen taajuus olisi sama kuin harjoittelussa (Wright ym., 1997a).

Useita julkaistuja kuntoutustutkimuksia voi myös kritisoida siitä, että niistä puuttuu seurantamittaus kokonaan. McArthur ym. (2008) ovat esittäneet mielenkiintoisen ajatuksen seurantamittauksen oleellisuudesta: mitä jos auditiivisen prosessoinnin harjoittelu ei itsessään johda kielellisten taitojen paranemiseen, mutta edesauttaa uusien kielellisten taitojen oppimista? Tällöin tutkimuksessa täytyisi olla alku- ja loppumittauksen lisäksi seurantamittaus (kuten esim. Cohen ym., 2005), jotta lapsella olisi aikaa hyödyntää harjoittelun seurauksena parantuneita auditiivisen prosessoinnin taitoja uusien kielellisten taitojen oppimiseen. Auditiivisen prosessoinnin harjoitteluvaikutukset kielellisten taitojen osalta saattaisivatkin näkyä siis vasta pidemmän ajan kuluttua harjoittelun päättymisestä. Toisaalta voidaan myös kysyä, mikä taito on sellainen, joka säilyy, vaikka sitä ei harjoittelisi. Eli vaikka harjoitteluvaikutukset kielellisten taitojen osalta saattaisivat näkyä vasta seurantamittauksessa, niin kuntoutuksessa harjoitellut auditiivisen prosessoinnin taidot saattavat jopa heiketä loppumittauksesta seurantamittaukseen, koska näitä kyseisiä taitoja ei tule harjoiteltua arkielämässä samalla tavalla kuin kielellisiä taitoja.

Paitsi että tehtyjen kuntoutustutkimusten tulokset ovat osin ristiriitaisia ja monista niistä puuttuu seurantamittaus kokonaan, niiden puutteena on myös se, että auditiivisen havaitsemisen harjoit-

telu on tapahtunut joko täysin tai ainakin suurimmaksi osaksi nopeaa auditiivista prosessointia vaativilla kielellisillä ärsykeillä. Puhtaasti ei-kielellistä auditiivisen erottelun harjoittelua ei liene tähän mennessä tehty ollenkaan lapsilla, joilla on kielellinen erityisvaikeus. Ei-kielellisillä auditiivisilla ärsykeillä toteutetuille kuntoutustutkimuksille olisi siis tarvetta. Tästä syystä tässä tutkimuksessa auditiivinen harjoittelu on päädytty toteuttamaan kokonaan ei-kielellisillä ääniärsykeillä, jotka harjoittavat äänen keston ja nousujan erottelua. Lisäksi tutkimukseen kuuluu myös seurantamittaus, jotta voidaan tarkastella harjoittelun välittömien vaikutusten lisäksi sen pitkäaikaisvaikutuksia.

1.3 Harjoittelun vaikuttavuuden arviointi

Harjoittelun vaikuttavuutta on tyypillisesti tarkasteltu toistomittausasetelmalla, jossa verrataan ennen ja jälkeen harjoittelun mitattuja ryhmäkeskiarvoja toisiinsa t-testin, varianssianalyysin tai kovarianssianalyysin avulla (esim. Merzenich ym., 1996; Moore ym., 2005; Stevens ym., 2008). Näin saadaan selville, onko alku- ja loppumittauksen välinen ero tilastollisesti merkitsevä. Tilastollinen merkitsevyys ei kuitenkaan automaattisesti tarkoita sitä, että tulokset olisivat myös kliinisesti merkitseviä (Murphy, Myors, & Wolach, 2009). Isoilla aineistoilla voidaan saada tilastollisesti merkitseviä tuloksia, jotka ovat kuitenkin kliinisesti merkityksettömiä. Keskiarvoerojen vertailu pienillä aineistoilla voi taas olla ongelmallista siksi, että keskiarvoerot saattavat peittyä suuren yksilöiden sisäisen ja välisen vaihtelun alle, jolloin tilastolliset testit eivät anna merkitseviä tuloksia.

Efektikokotarkastelut (Cohen, 1988) tarjoavat yhden vaihtoehdon kliinisesti merkitsevän muutoksen tutkimiseen, koska efektikoko kertoo nimensä mukaisesti vaikutuksen suuruudesta. Efektikokoa onkin käytetty erilaisissa kuntoutustutkimuksissa kuntoutuksen vaikuttavuuden arviointiin (esim. Hatcher, 2000; Kyle, 2013). Efektikokotarkastelut – kuten tilastolliset keskiarvotestitkin – perustuvat kuitenkin ryhmäkeskiarvoihin, joten ne eivät tarjoa tietoa ryhmän sisällä tapahtuvista yksilöllisistä muutoksista. Nämä yksilölliset muutokset ovat kuitenkin usein kiinnostavia kuntoutustutkimuksissa, koska on mahdollista että harjoittelu toimii vain osalla kuntoutettavista. Jos halutaan vastata kysymykseen ”Kuinka moni kuntoutettavista paransi suoritustaan merkitsevästi harjoittelun seurauksena?”, täytyy vaikuttavuutta tarkastella jollain muulla tavalla.

RCI-arvo (eng. *Reliable Change Index*) tarjoaa mahdollisuuden tarkastella harjoittelun vaikutuksia sekä tilastollisesta että kliinisestä näkökulmasta (Jacobson & Truax, 1991). RCI sopii erityisen hyvin pienille aineistoille, koska se lasketaan yksilöllisesti jokaiselle tutkittavalle (Zahra & Hedge, 2010). RCI kertoo, kuinka paljon ja mihin suuntaan tutkittavan pistemäärä on muuttunut ja

onko muutos luotettava ja kliinisesti merkitsevä. Kliinisesti merkitsevällä muutoksella tarkoitetaan sitä, onko tutkittavan suoriutuminen harjoittelun jälkeen lähempänä normaalisti suoriutuvien populaatiota (esim. tyypillisesti kehittyneet lapset) kuin kliinistä populaatiota (kielellisestä erityisvaikeudesta kärsivät). RCI on varsin yksinkertainen ja toimiva työkalu harjoittelun vaikuttavuuden arvioimiseksi yksilötasolla, joskin sitä on toistaiseksi hyödynnetty melko vähän psykologian alan tutkimuksissa (Zahra & Hedge, 2010).

1.4 Tutkimuskysymykset ja hypoteesit

Tämän tutkimuksen taustalla on havainto siitä, että kielelliseen erityisvaikeuteen liittyy vaikeuksia äänten kestojen ja nousuaikojen erottelussa (Corriveau ym., 2007), mikä voi olla osasyynä puheen prosessoinnin ongelmiin. Tämän havainnon testaamiseksi tässä tutkimuksessa tarkastellaan mahdollisia poikkeavuuksia auditiivisen erottelun taidoissa ja ei-kielellisen auditiivisen harjoittelun vaikuttavuutta lapsilla, joilla on kielellinen erityisvaikeus. Kysymykset, joihin tämä tutkimus pyrkii vastaamaan, ovat:

1. Eroavatko lapset, joilla on kielellinen erityisvaikeus, auditiivisen erottelun taidoissa samanikäisistä tyypillisesti kehittyneistä lapsista?
2. Voidaanko äänten kestojen ja nousuaikojen havaitsemista harjoituttavalla tietokoneohjelmalla kohentaa kielihäiriöisten lasten auditiivisen erottelun taitoja sekä kielellistä ymmärtämistä tai tuottamista?
3. Onko auditiivisen erottelun harjoittelulla vaikutusta kielellisiin taitoihin läheisesti liittyviin kognitiivisiin taitoihin (auditiivinen tarkkaavuus ja kielellinen muisti)?
4. Ovatko mahdolliset harjoitteluvaikutukset pysyviä?
5. Onko harjoittelusta paljon ja vähän hyötyneiden lasten lähtötason taidoissa systemaattisia eroavaisuuksia?

Aiempien tutkimusten ja niistä tehtyjen meta-analyysien ja katsausten perusteella (esim. McArthur, 2009) voidaan olettaa, että harjoittelu parantaa lasten auditiivisen prosessoinnin taitoja, mutta harjoittelun vaikutuksista kielellisiin taitoihin ei voida esittää selkeää hypoteesia. Aiempien tutkimusten (esim. Oksanen, 2012; Salmi, 2008) pohjalta kuitenkin tiedetään, että harjoitteluvaikutukset ovat hyvin yksilöllisiä. Viides tutkimuskysymys pyrkiikin laadullisesti vastaamaan siihen, mitkä lähtötason tekijät saattavat edesauttaa tai heikentää tietokonepohjaisen auditiivisen erottelun harjoittelun tuloksellisuutta lapsilla, joilla on kielellinen erityisvaikeus.

2 MENETELMÄT

Tämän tutkimuksen aineisto on osa Oulun yliopiston, Oulun yliopistollisen sairaalan Neurokognitiivisen yksikön ja Jyväskylän yliopiston psykologian laitoksen vuosina 2005–2010 toteutettua yhteistyöprojektia, jossa tutkittiin kielihäiriöisten lasten kuullun prosessointia ja siihen liittyvien ongelmien kuntoutuvuutta. Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiirin eettinen toimikunta on antanut tutkimukselle puoltavan lausunnon.

2.1 Tutkittavat

Tutkimukseen osallistui 36 iältään 4–6-vuotiasta lasta, joista 24:llä oli kielellisen erityisvaikeuden diagnoosi ja loput 12 olivat tyypillisesti kehittyneitä kontrollilapsia. Kaikki lapset olivat oikeakätisiä ja kotoisin suomenkielisistä perheistä. Kellään lapsista ei ollut todettu kuulo-, näkö- tai liikuntavammaa, neurologisia sairauksia, poikkeavaa puhe-elimistön rakennetta tai vakavia psyykkisiä häiriöitä. Ei-kielellinen älykkyydosamäärä oli kaikilla tutkittavilla vähintään 80 (*WPPSI-R*; Wechsler, 1995). Kaikki tutkittavat olivat myös läpäisseet kuulokokeen (kuulokynnys 20 dB HL tai parempi 250–4000 Hz:n taajuuksilla). Kielellisen erityisvaikeuden diagnoosin saaneista lapsista muodostettiin kaksi ryhmää, SLI-kuntoutus- ja SLI-kontrolliryhmät. Tyypillisesti kehittyneet lapset muodostivat kolmannen ryhmän, tyypilliset kontrollit.

SLI-kuntoutus- ja SLI-kontrolliryhmän lapset ohjautuivat tutkimukseen Oulun yliopistollisen sairaalan foniatrian poliklinikan tutkimusten kautta. Heillä tuli olla foniatriin toteama kielellinen erityisvaikeus ICD-10 -diagnosikriteerien mukaan (World Health Organization; WHO, 2011) sekä kliinisesti todettuja kuullunhavaitsemisen ja -erottelun ongelmia. Selkeä verbaalinen dyspraksia eli puheen motorisen ohjailun vaikeus oli puolestaan este tutkimukseen osallistumiselle. Tyypillisesti kehittyneet kontrollilapset rekrytoitiin tutkimukseen vapaaehtoisina oululaisista päiväkodeista. Oulun kaupungin sosiaali- ja terveystoimen päivähoitotoimisto oli myöntänyt luvan tutkittavien rekrytoimiseen. Kaikkien tutkimukseen osallistuneiden lasten huoltajat antoivat tietoisensa suostumuksensa lastensa tutkimukseen osallistumiselle ja testitulosten käyttämiselle tutkimustarkoituksiin. Taulukoon 1 on koottu taustatiedot kustakin ryhmästä.

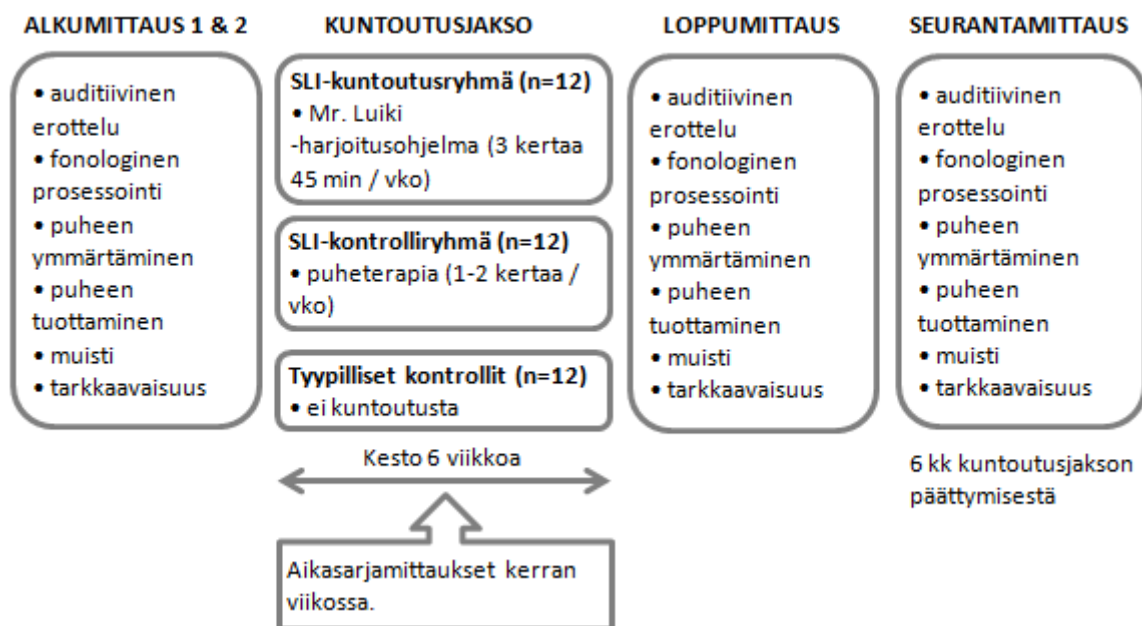
TAULUKKO 1. Ryhmien taustatiedot tutkimuksen lähtötilanteessa.

	(1) SLI-kuntoutus	(2) SLI-kontrolli	(3) Tyypillinen kontrolli	Ryhmien väliset erot
Ryhmän koko	12	12	12	–
Sukupuoli (tytöt, pojat)	4, 8	3, 9	4, 8	–
Ikä (vuodet; kuukaudet)	5; 8	5; 8	5; 6	<i>e.m.</i>
Kielellinen-ÄO ^a	74	81	112	1 < 3 ^{***} , 2 < 3 ^{***}
Ei-kielellinen-ÄO ^a	102	105	103	<i>e.m.</i>

Huom. ^a WPPSI-R:n (Wechsler, 1995) standardipisteet (ka=100, kh=15). *** p < .001; *e.m.* Ei merkitsevä.

2.2 Tutkimuksen kulku

Koko tutkimuksen kesto yhden tutkittavan osalta oli keskimäärin 8,5 kuukautta. Tutkimus jakaantui ensimmäiseen ja toiseen alkumittaukseen, kuuden viikon kuntoutusjaksoon aikasarjamittauksineen sekä loppu- ja seurantamittauksiin (kuvio 1).



KUVIO 1. Tutkimusasetelma.

Kaikki tutkimuksessa mukana olleet lapset testattiin mittaripatteristolla, johon kuului auditiivisen erottelun, fonologisen prosessoinnin, puheen ymmärtämisen ja tuottamisen sekä kielellisen muistin ja auditiivisen tarkkaavuuden tehtäviä. Alkumittaukset jaettiin kahteen osaan, jotta yksittäinen testauskerta ei venyisi liian pitkäksi ja jotta lasten auditiivisen erottelun taitoja voitiin mitata

kahdesti ennen kuntoutusjakson alkamista. Ensimmäisen ja toisen alkumittauksen välillä oli kuusi viikkoa. Jälkimmäinen alkumittaus suoritettiin juuri ennen kuntoutusjakson alkua.

Kuntoutusjakso kesti kuusi viikkoa. Sen aikana SLI-kuntoutusryhmä pelasi auditiivista erotte-
lua harjoituttavaa Mr. Luiki -tietokonepeliä puheterapeutin ohjauksessa 3 kertaa viikossa 45 mi-
nuuttia kerrallaan eli koko kuntoutusjakson aikana yhteensä 13,5 tuntia. Yhdellä harjoituskerralla
aktiivista peliaikaa oli noin 30 minuuttia. Muu kielihäiriön hoitoon suunnattu kuntoutus, esimerkik-
si tavanomainen puheterapia, oli tauolla tutkimuksen kuntoutusjakson ajan. Harjoittelu toteutettiin
lasten päiväkodeissa rauhallisessa tilassa kuntouttaja-kuntoutettava-suhteen ollessa aina 1:1. Yksi ja
sama puheterapeutti vastasi kaikkien kuntoutusryhmän lasten harjoittelusta. Lapsi sai itse vaikuttaa
siihen, mitä osatehtäviä Mr. Luiki -pelistä tehtiin, mutta kuntouttaja piti huolen siitä, että joka kun-
toutuskerralla tuli tehtyä vähintään neljä erilaista tehtävää. Kuntouttaja monitoroi ja ohjasi lapsen
toimintaa harjoittelun aikana kannustaen ja tarvittaessa tarkkaavaisuutta ohjaten.

Lapsen motivaatiota kuntoutuspelin pelaamiseen yritettiin pitää yllä palkkiojärjestelmällä. Mr.
Luiki -pelin ideaa noudatellen (ks. pelistä tarkemmin s. 12) jokaisen suoritettujen osatehtävien jälkeen
lapsi sai värittää paperisesta aarrekartasta yhden ruudun ja neljän osatehtävän suorittamisesta lapsi
sai aina tarran. Kuntoutusjakson lopulla aarrekartan kaikki ruudut oli väritetty ja aarrekartta päättyi
aarreakun kuvaan. Viimeisellä kuntoutuskerralla lapsi sai siis ”aarteen” eli hieman isomman palk-
kion, joka oli joku lapselle mieluinen lelu. Palkkioiden saaminen ei ollut sidoksissa siihen, kuinka
hyvin lapsi suoriutui kuntoutuspelin tehtävistä.

SLI-kontrolliryhmä ei osallistunut auditiivisen erottelun harjoitteluun, mutta sai kuntoutusjak-
son ajan tavanomaista puheterapiaa 1–2 kertaa viikossa. Kyseessä oli tutkimuksen ulkopuolinen
yksilöllisesti kohdennettu puheterapia, jota ei näin ollen voitu kontrolloida juurikaan. Lasten puhe-
terapeuttien kanssa oli kuitenkin sovittu, että tutkimuksen kuntoutusjakson aikana puheterapiassa ei
harjoiteltaisi auditiivista erottelua. Yleisesti ottaen tavanomainen puheterapia voi sisältää lapsen
vaikeuksista ja iästä riippuen esimerkiksi verbi- ja persoonamuotojen käytön, fonologisen tietoisuu-
den sekä kielellisten ohjeiden ymmärtämisen ja muistamisen harjoittelua (Käypä hoito, 2010).

Tyypillisesti kehittyneiden kontrollilasten ryhmä ei saanut minkäänlaista kuntoutusta. He
osallistuivat vain kaikkiin tutkimukseen kuuluneisiin mittauksiin. Kuntoutusjakson aikana kaikille
tutkittaville tehtiin auditiivisen erottelun aikasarjamittaukset kerran viikossa yhteensä kuusi kertaa.
Loppumittaus suoritettiin noin viikon sisällä kuntoutusjakson päättymisestä. Kuusi kuukautta kun-
toutusjakson päättymisen jälkeen kaikille tutkimuksessa mukana olleille lapsille tehtiin vielä seu-
rantamittaus, jotta voitiin tarkastella harjoittelun pitkäaikaisvaikutuksia. Käytännön syistä myös
loppu- ja seurantamittaukset jouduttiin yleensä hajauttamaan kahdelle eri päivälle. Kaikki mittauk-
set suoritti joko psykologi tai puheterapeutti.

2.4 Auditiivisen erottelun harjoituspelejä

Tässä tutkimuksessa käytetty Mr. Luiki -tietokonepeli (Leppänen, Oksanen, & Hämäläinen, 2004) on Jyväskylän yliopiston Psykologian laitoksen Tempo-kuntoutusprojektissa osana Lapsen Kielen Kehitys -projektia kehitetty menetelmä, jonka avulla voidaan harjoituttaa kuullunprosessoinnin perustaitoja. Peli on tehty seikkailupelinomaiseksi ja siitä on olemassa kaksi eri versiota. Toisessa harjoitellaan puheäänien ja toisessa kompleksien ei-puheäänien erottelua. Tässä tutkimuksessa käytettiin pelkästään ei-puheversiota, jossa harjoitellaan äänten kestojen ja nousuaikojen erottelua erilaisilla tehtävätyypeillä. Nousuajalla tarkoitetaan aikaa ääniärsyksen alkamishetkestä siihen, kun sen amplitudi saavuttaa maksimiarvonsa. Mr. Luiki -pelin ei-puheversiossa ääniärsykkeet ovat harmonisista siniäänistä koostuvia kompleksisia ääniä. Tällä tarkoitetaan sitä, että äänet muodostuvat useista taajuuksista, joita ovat yksi siniääni ja sen kerrannaiset. Pelissä käytettävien äänten taajuuksien, kestojen ja nousuaikojen valitsemisessa on pyritty huomioimaan suomen kielen foneemien ja tavarakenteiden akustiset – erityisesti keston liittyvät – piirteet (Karlsson, 1982).

Mr. Luiki -pelissä päähenkilöinä ovat Luiki-niminen poika ja hänen kaverinsa Pipsa-hiiri. Pelaajan tavoitteena on ratkaista erilaisia auditiivista erottelua vaativia tehtäviä, joiden oikein suorittamisesta pelaaja saa aina kartanpalan. Tarkoituksena on kerätä kokoon kaikki kartanpalat ja muodostaa niistä kokonainen kartta, jonka avulla Luiki ja Pipsa löytävät aarteen luo. Peli on adaptiivinen eli pelin vaikeustaso määräytyy lapsen yksilöllisen osaamisen mukaan. Tavoitteena on, että peli on tarpeeksi haastava, jotta harjoittelulla olisi vaikutusta, mutta ei liian haastava, jotta tehtävät eivät tuntuisi liian vaikeilta (Leppänen ym., 2004).

Mr. Luiki -pelin tehtävätyyppien valinta on perustunut aikaisempiin tieteellisiin tutkimuksiin (mm. Leppänen ym., 2002; Tallal, 2000), joissa on havaittu, että kielellisistä ja lukemisen vaikeuksista kärsivillä lapsilla kuulotiedon käsittely on erilaista kuin normaalisti kehittyvillä lapsilla. Pelin tarkoituksena on harjoituttaa auditorisen järjestelmän äänten edustuksiin liittyviä hermoverkkoja (Leppänen ym., 2004). Aiempien tutkimusten pohjalta tiedetään, että tällaisten perusprosessointiin liittyvien hermoverkkojen muokkaamiseen tarvitaan pitkäaikainen ja intensiivinen altistus harjoitettavalle piirteelle (Merzenich ym. 1996; Wright ym. 1997a).

Mr. Luiki -pelissä seikkaillaan neljässä eri ympäristössä, joita voidaan pelata missä järjestyksessä tahansa (ks. kuvio 2, s. 14). Ympäristöt eroavat toisistaan auditiivisten ärsykkeiden lukumäärässä. Kaupunki-ympäristössä auditiiviset ärsykkeet koostuvat yhdestä äänestä, aavikko-ympäristössä kahdesta, viidakko-ympäristössä kolmesta ja meri-ympäristössä neljästä äänestä. Kusakin peliympäristössä on viisi erilaista tehtävätyyppiä, joita ovat huomioiminen, kategorisointi,

erottelu, tunnistus ja muisti (Leppänen ym., 2004; Oksanen, 2012). Kaikissa tehtävätyypeissä harjoitellaan äänten kesto- tai nousuaikaerojen havaitsemista. Tehtävissä on useita vaikeustasoja, jotka alkavat aina helpoimmasta. Jos lapsi vastaa kolmeen peräkkäiseen kohdeärsykkeeseen oikein, tehtävä vaikeutuu yhdellä tasolla. Kahdesta peräkkäisestä virheestä tehtävä puolestaan helpottuu yhdellä tasolla. Muistitehtävää lukuun ottamatta kaikki tehtävätyypit päättyvät, kun lapsi on vastannut 99 kertaa oikein, tehtävän aloittamisesta on kulunut kuusi minuuttia tai lapsi on päässyt viimeiselle vaikeustasolle ja vastannut siellä viiteen peräkkäiseen kohdeärsykkeeseen oikein. Eri tehtävätyypit on kuvattu lyhyesti alla.

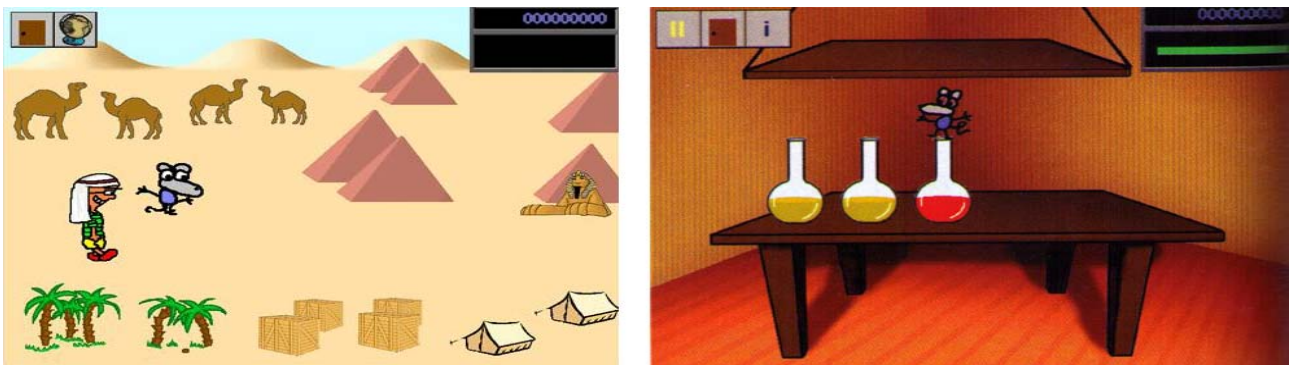
Huomioiminen. Huomioimistehtävässä lapselle esitetään ääniärsykejä jatkuvana sarjana ja hänen tulee havaita poikkeavat ärsykkeet (esim. lyhyt ääni pitkien joukossa). Helpoimmalla vaikeustasolla ärsykkeiden välinen aika (*inter stimulus interval, ISI*) on 1600 millisekuntia. Tehtävän vaikeutuessa äänten kestot ja nousuajat pysyvät samana, mutta ärsykkeiden välinen aika pienenee asteittain ollen viimeisellä tasolla enää vain 400 millisekuntia. Lapsella on aikaa reagoida ärsykkeisiin ensimmäisellä viidellä tasolla 1500 millisekuntia ja kahdella viimeisellä 1000 millisekuntia.

Kategorisointi. Kategorisointitehtävä on ohjeistukseltaan samanlainen kuin huomioimistehtävä. Kategorisointitehtävässä sekä standardi- että kohdeärsykkeiden kesto kuitenkin lyhenee samalla kun ärsykkeiden välinen tempo nopeutuu, kun taas huomioimistehtävässä ärsykkeiden kesto pysyy samana kaikilla vaikeustasoilla. Tämä kategorisointitehtävä vaatii lapselta siis kontekstin huomioon ottamista; pitkä ja lyhyt äänen kesto tai nousuaika eivät ole vakioita. Esimerkiksi tehtävän alussa lyhyenä esiintynyt ääni (esim. 70 ms) saattaa viimeisillä vaikeustasoilla olla pitkä ääni, koska äänten kestot ja nousuajat lyhenevät tehtävän edetessä.

Erottelu. Erottelutehtävässä lapsen tulee kuunnella kaksi ääniärsykettä ja sen jälkeen ilmoittaa, olivatko äänet keskenään samanlaisia vai erilaisia. Vaikeustasolta seuraavalle siirryttäessä ääniparit ovat kestoltaan tai nousuajaltaan yhä lähempänä toisiaan. Esimerkiksi kestotehtävässä pitkän ja lyhyen äänen välinen ero on ensimmäisellä vaikeustasolla 45–70 millisekuntia ja viimeisellä 2–10 millisekuntia.

Tunnistus. Tunnistustehtävässä lapsi kuulee 3–5 ärsykkeen sarjan, jossa esiintyy yksi poikkeava ääni satunnaisesti missä kohtaa sarjaa tahansa. Lapsen tehtävänä on tunnistaa tämä poikkeava ääni. Tunnistamista on helpotettu siten, että ääniärsykkeiden kanssa samaan aikaan esiintyy visuaalinen ärsyke, joka helpottaa huomion kohdentamista poikkeavaan ääneen (ruudulla on rivi purkkeja ja Pipsa-hiiri hyppää aina sen purkin päälle, josta ääni tulee). Ensimmäisellä vaikeustasolla poikkeava ärsyke eroaa selvästi standardiärsykkeestä (esim. lyhyt ääni 60 ms, pitkä 135 ms), mutta tehtävän edetessä poikkeava ärsyke tulee yhä lähemmäksi standardiärsykettä (esim. lyhyt ääni 60 ms, pitkä 75 ms). Kaikissa äänisarjoissa ärsykkeiden välinen aika (*ISI*) on 500 millisekuntia.

Auditiivinen muisti. Auditiivisen muistin tehtäviä on kahdenlaisia. Ensimmäinen tehtävä on äänisarjatehtävä, jossa lapsen tulee luokitella kuulemansa äänet (3–5 kpl) äänen keston tai nousuajan mukaan pitkiin ja lyhyisiin. Ärsykkeiden välinen aika on 500 millisekuntia. Auditiivisen muistin toinen tehtävä on muistipeli, jossa lapsen tulee löytää äänten suhteen identtiset korttiparit. Kortteja on vaikeustasosta riippuen yhteensä kahdeksan, kaksitoista tai kuusitoista. Kun lapsi kääntää peräkkäin kaksi korttia, joissa on täsmälleen sama ääni, kortit häviävät näytöltä. Jos korteissa on eri ääni, ne kääntyvät takaisin nurinpäin. Peli päättyy, kun lapsi on löytänyt kaikki korttiparit ja näytöllä ei ole enää yhtään korttia.



KUVIO 2. Esimerkkejä peliympäristöstä (Aavikko) ja tehtävätyypistä (Tunnistustehtävä).

2.6 Harjoitteluvaikutusten arvioinnissa käytetyt mittarit

Tässä tutkimuksessa käytetty mittaripatteristo kokonaisuudessaan on kuvattu ohessa. *Auditiivisen erottelun taidot.* Lasten kuullunerottelutaitoja mitattiin Dorothy Bishopin (Oxfordin yliopisto) kehittämällä tietokonepohjaisilla **Dinosaurus-diskriminaatiotesteillä**, joita on käytetty myös Jyväskylän yliopiston psykologian laitoksen Lapsen Kielen Kehitys -projektin tutkimuksissa (esim. Hämmäläinen ym., 2009). Auditiivisia diskriminaatiotestejä oli yhteensä neljä. Niissä mitattiin äänen keston, nousuajan ja taajuuden sekä foneettisen keston (eke-ekke) havaitsemista.

Kyseisissä testeissä tietokoneen ruudulla näkyi kolme eriväristä dinosaurusta. AXB-paradigman mukaisesti keskimäinen dinosaurus (X) sanoi aina standardisanan tai -äänen ja satunnaisesti joko ensimmäisen (A) tai viimeisen (B) dinosauruksen sanoma sana tai ääni poikkesi standardista. Ärsykkeiden välinen aika (*ISI*) oli 400 millisekuntia. Lapsen tehtävänä oli tunnistaa erilaisen sanan tai äänen sanonut dinosaurus. Testit olivat adaptiivisia eli tietokone vaikeutti tai helpotti tehtävää sen mukaan, tunnistiko lapsi poikkeavan ärsykkeen vai ei. Jokaisessa testissä lapsen suoritus ilmoitettiin kynnyksarvona, joka laskettiin neljän viimeisen käännoispisteen keskiarvona. Kyn-

nysarvo merkitsi pienintä tasoa, jolla lapsi vielä kykeni erottamaan auditiivisten ärsykkeiden välisen eron. Se saattoi vaihdella 0 ja 20 välillä siten, että pieni kynnysarvo kuvasi tarkkaa erottelukykä.

Tutkittavien kynnysarvot vaihtelivat paljon mittauskerrasta toiseen. Koska tutkimuksessa oli kiinnostuneita nimenomaan siitä erottelukyvystä, johon tutkittava parhaimmillaan pystyy, analyysihin valittiin alkumittauksen kahdesta kynnysarvosta parempi. Loppumittauksen kynnysarvoksi valittiin puolestaan viimeisestä aikasarjamittauksesta ja loppumittauksesta parempi kynnysarvo. Seurantamittauksessa tätä paremman kynnysarvon valintaa ei voitu tehdä, koska auditiivisen erotte- lun tehtävät tehtiin silloin vain yhden kerran.

Kielelliset taidot. Lasten fonologisen prosessoinnin kykyä mitattiin standardoidulla Nepsy- testistön **Fonologinen prosessointi** -osatestillä (Korkman, Kirk, & Kemp, 1998), joka jakaantuu kahteen osaan. Ensimmäisessä osassa lapselle näytettiin kolmen objektin kuvat ja sanottiin ne ää- neen (esim. *pankki, karkki, kortti*). Sen jälkeen toistettiin jonkin sanan osa (esim. *kar-*) ja kysyttiin, mihin sanaan se kuului. Lapsen tuli näyttää oikeaa sanaa vastaava kuva (karkki). Testin toisessa osassa lasta pyydettiin toistamaan perässä jokin sana (esim. *limsapullo*) ja sen jälkeen häntä pyydet- tiin toistamaan uudestaan kyseinen sana, mutta ilman sen tiettyä osaa (esim. *”älä sano pullo”*; lap- sen pitäisi siis sanoa limsa). Testin molemmat osat keskeytettiin, jos lapsi vastasi viiteen peräkkäi- seen osioon väärin. Jokaisesta oikeasta vastauksesta sai yhden pisteen. Ensimmäisen osan maksimi- pistemäärä oli 14 ja toisen 22 (koko tehtävän maksimi 36).

Lasten fonologista lyhytkestoista muistia mitattiin NEPSY-testistön (Korkman ym., 1998) **Merkityksettömien sanojen toistaminen** -osatestillä. Se koostui 16 merkityksettömästä sanasta, joiden pituus oli 1-6 tavua (esim. *nas, ustrupiini*). Lapsi kuuli yhden merkityksettömän sanan ker- rallaan nauhalta ja hänen tehtävänä oli toistaa kuulemansa sana mahdollisimman tarkasti. Testin tekeminen keskeytettiin, mikäli lapsi toisti väärin neljä peräkkäistä sanaa. Jokaisesta täysin oikein toistetusta sanasta sai yhden pisteen (maksimi 16).

Lasten kielellistä ymmärtämistä mitattiin NEPSY-testistön (Korkman ym., 1998) **Ohjeiden ymmärtäminen** -osatestillä. Siinä mitattiin lapsen kykyä ymmärtää nopeasti monimutkaistuvia kielellisiä ohjeita ja toimia niiden mukaan (esim. *”Näytä pupujussi, joka on pieni ja sininen”*). Ku- kin ohje sanottiin lapselle vain kerran. Testi lopetettiin neljän peräkkäisen väärän vastauksen jäl- keen. Jokaisesta oikeasta vastauksesta sai yhden pisteen (maksimi 28).

NEPSY-testistön (Korkman ym., 1998) **Lauserakenteiden ymmärtäminen** -osatestissä lap- selle esitettiin kysymyksiä, joiden ymmärtäminen ja niihin oikein vastaaminen vaati suomen kielen kielio- pin hallintaa (esim. *”Voivatko omenat syödä?”*). Testi keskeytettiin, jos lapsi vastasi neljään peräkkäiseen kysymykseen väärin. Jokaisesta oikeasta vastauksesta sai yhden pisteen (maksimi 21).

Kielellistä tuottamista mitattiin **Nopean sarjallisen nimeämisen** -testistöllä (Ahonen, Tuovinen & Leppäsaari, 1999), josta käytettiin osatestejä Värity ja Esineet. Lapsen tuli nimetä mahdollisimman nopeasti ja tarkasti paperilla olevat ärsykkeet siinä järjestyksessä kuin ne siinä esiintyivät. Yhdessä testissä oli 50 ärsykettä, jotka oli jaettu viidelle riville satunnaiseen järjestykseen. Sama ärsyke ei esiintynyt koskaan kahta kertaa peräkkäin. Värity-osatestin ärsykkeet olivat musta, punainen, keltainen, vihreä ja sininen. Esineet-osatestin ärsykkeet olivat auto, talo, kala, kynä ja pallo kuvien esitettynä. Testissä mitattiin ärsykesarjan luettelemiseen kulunut aika sekä itse korjattujen ja korjaamatta jääneiden virheiden lukumäärä.

Kielellisen tuottamisen sujuvuutta mitattiin NEPSY-testistön (Korkman ym., 1998) **Kielellinen sujuvuus** -osatestillä. Siinä lapsen tuli tuottaa mahdollisimman nopeasti sanoja tietystä sisältöluokasta (esim. eläimet). Aikaa yhden sisältöluokan sanojen tuottamiseen oli 60 sekuntia ja sisältöluokkia oli yhteensä neljä. Lapsi sai yhden pisteen jokaisesta tuotetusta uudesta sanasta, joka kuului annettuun sisältöluokkaan. Tehtävän kokonaispistemäärä muodostui kaikkiin neljään sisältöluokkaan tuotettujen sanojen yhteismäärästä.

Suomen kielen taivutusmuotojen hallintaa mitattiin **Morfologia**-testillä (Lyytinen, 2003), jossa lapsen täytyi taivuttaa hänelle tuntemattomia sanoja. Lapselle näytettiin kuvakortteja ja kerrottiin, mitä ne esittävät. Lapsen tuli täydentää testiajan aloittama lause loppuun käyttäen annettua sanaa oikeassa taivutusmuodossa (esim. ”*Tämä on purmu. Tuo eläin ottaa lelun pois...*”). Sanoja tuli taivuttaa kuudessa eri taivutusmuodossa, jotka olivat adverbi, komparatiivi, superlatiivi, presens, imperfekti ja elatiivi. Jokainen taivutusmuoto sisälsi 5 taivutettavaa sanaa. Jokaisesta täysin oikeasta taivutuksesta sai kolme pistettä. Jos annetun sanan päätte oli oikein taivutettu, mutta sanavartalossa oli muunnoksia, sai kaksi pistettä. Yhden pisteen sai silloin, jos päätteän taivutus oli osittain oikein tai puhekielen mukainen tai jos ärsykesana oli muutettu tutuksi sanaksi, joka sopii kuvaan ja oli taivutukseltaan oikea. Testin maksimipistemäärä oli 90.

Kognitiiviset taidot. Lasten auditiivisen tarkkaavuuden ylläpitoa ja kohdeärsykkeisiin reagoimista tutkittiin standardoidulla NEPSY-testistön (Korkman ym., 1998) **Auditiivinen tarkkaavuus ja vastaustavan vuorottelu** -osatestillä, josta käytettiin pelkästään ensimmäistä osaa. Siinä lapsen tuli kuunnella ääninauhalta tulevia sanoja. Aina kun lapsi kuuli nauhalta sanan *punainen*, hänen piti poimia eriväristen neliöiden joukosta punainen neliö ja pistää se pöydällä olevaan rasiaan. Jos nauhalta kuului mikä tahansa muu sana (esim. *keltainen, pala*), lapsen ei pitänyt tehdä mitään. Testiosiossa oli yhteensä 180 sanaa, joiden joukossa esiintyi sana *punainen* yhteensä 30 kertaa. Lapsi sai kaksi pistettä, jos hän laittoi punaisen neliön rasiaan ennen seuraavan sanan esittämistä. Jos lapsi laittoi punaisen neliön rasiaan samaan aikaan kun nauhalta kuului seuraava tai sitä seuraavaa sana, hän sai yhden pisteen. Väärän värisen neliön laittaminen rasiaan sanan *punainen* jälkeen tai minkä

tahansa värisen neliön poimiminen silloin, kun sana *punainen* ei kuulunut nauhalta, laskettiin virheeksi. Tehtävän kokonaispistemäärä saatiin vähentämällä oikeiden vastausten pistemäärästä virheiden lukumäärä (maksimi 60).

Lasten toiminnan säätelyä ja automaattisen vastauksen inhibointia tutkittiin NEPSY-testistön (Korkman ym., 1998) osatestillä **Koputus ja taputus**, jossa oli kaksi osaa. Ensimmäisessä lapsen tuli tehdä testaajan perässä motorinen reaktio niin, että jos testaaja koputti nyrkillä pöytää, lapsen tuli taputtaa kämmenellä pöytää, ja päinvastoin. Toinen osa oli idealtaan samanlainen mutta vaativampi. Siinä lapsen tuli koputtaa pöytää joko rystysillä tai nyrkin sivulla aina päinvastaisella tavalla kuin miten testaaja koputti. Jos testaaja sen sijaan taputti pöytää, lapsi ei saanut tehdä mitään motorista reaktiota. Testi keskeytettiin neljän peräkkäisen epäonnistumisen jälkeen. Jokaisesta oikeasta reaktiosta sai yhden pisteen (koko tehtävän maksimi 30).

Kielellistä lyhytkestoista muistia ja työmuistia mitattiin standardoidulla WISC-III-testistön (Wechsler, 1995) **Numerosarjat**-osatestillä, joka jakaantuu kahteen osaan. Ensimmäisessä osassa lapselle lueteltiin asteittain pidentyviä numerosarjoja, jotka lapsen tuli toistaa täsmälleen samassa järjestyksessä. Toisessa osassa lapsen tuli toistaa kuulemiensa numerosarjojen numerot käänteisessä järjestyksessä. Numerosarjat alkoivat kahden numeron sarjoista. Samanpituisia numerosarjoja lueteltiin aina kaksi kappaletta ennen kuin siirryttiin yhtä numeroa pidempään sarjaan. Tehtävä keskeytettiin, kun lapsi ei pystynyt toistamaan kumpaakaan sarjaa kahdesta samanpituisesta numerosarjasta. Jokaisesta täsmälleen oikein toistetusta numerosarjasta sai yhden pisteen. Ensimmäisen osan maksimipistemäärä oli 16 ja toisen osan 14 (koko tehtävän maksimi 30).

Lasten kykyä painaa mieleen ja toistaa piteneviä ja monimutkaistuvia lauseita mitattiin NEPSY-testistön (Korkman ym., 1998) **Lauseiden toistaminen** -osatestillä. Tässä testissä lapselle saottiin lauseita yksi kerrallaan ja hänen tehtävänä oli toistaa ne mahdollisimman tarkasti. Testi keskeytettiin, jos lapsi epäonnistui neljän peräkkäisen lauseen toistamisessa. Täysin oikein toistetusta lauseesta sai kaksi pistettä. Yhden pisteen sai silloin, jos toistetussa lauseessa oli enintään kaksi virhettä. Tehtävän maksimipistemäärä oli 34.

2.5 Aineiston analysointi

Aineistoa analysoitiin sekä ryhmä- että yksilötasolla. Ryhmätason tarkasteluja olivat ryhmien lähtötasovertailut sekä harjoittelun vaikuttavuuden arviointi alkumittauksesta loppu- ja seurantamittaukseen. Yksilötasolla tarkasteltuna pyrittiin löytämään ne tutkittavat, jotka olivat parantaneet suoritus-

taan sekä tilastollisesti että kliinisesti merkitsevästi. Kaikki analyysit suoritettiin IBM SPSS Statistics 20.0 -ohjelmalla (SPSS Inc, Chicago, Yhdysvallat) tai Microsoft Excel 2007 -ohjelmalla (Microsoft Corporation, Yhdysvallat).

Koska ryhmien koot olivat pienet ja muuttujien normaalisuusoletus ei kaikkien ryhmien kohdalla toteutunut vinojen jakaumien takia, ryhmien lähtötasovertailut tehtiin parametrittomilla testeillä. Lähtötasovertailuissa tutkittiin Kruskal-Wallis testillä ja Mann-Whitney U -testillä sitä, suoriutuvatko SLI-ryhmät tyypillisesti kehittyneitä kontrollilapsia heikommin auditiivisessa erottelussa sekä kielellisissä ja kognitiivisissa taidoissa ja onko SLI-ryhmien välillä eroja lähtötason taidoissa. Tilastollisen merkitsevyyden rajana pidettiin 0.05-merkitsevyytensä. Bonferroni-korjaus parivertailujen yhteydessä jätettiin tekemättä, koska menetelmä on hyvin konservatiivinen ja olisi näin pienessä aineistossa saattanut ”hävittää” joitakin todellisia eroja ryhmien välillä (Nakagava, 2004).

Harjoittelun vaikuttavuutta ryhmätasolla tarkasteltiin efektikoon avulla. Koska eri tutkimuksissa efektikoot on laskettu hieman eri tavoin (esim. Hatcher, 2000; Kyle, 2013), tässä tutkimuksessa päädyttiin tekemään efektikokolaskelmat neljällä eri tavalla. SLI-kuntoutusryhmän taitojen kehittymistä verrattiin SLI-kontrolliryhmän taitojen kehittymiseen laskemalla molemmille ryhmille niin sanotut gain-pisteet (kahden mittauspisteen erotus) jokaiselle mittarille erikseen ja sen jälkeen vähentämällä SLI-kuntoutusryhmän gain-pisteiden keskiarvosta SLI-kontrolliryhmän gain-pisteiden keskiarvo. Effektikoot saatiin jakamalla nämä gain-pisteiden erotukset SLI-kontrolliryhmän gain-pisteiden keskihajonnalla (d1), SLI-kontrolliryhmän alkumittauksen keskihajonnalla (d2), molempien SLI-ryhmien yhdistetyllä gain-pisteiden keskihajonnalla (d3) tai molempien SLI-ryhmien yhdistetyllä alkumittausten keskihajonnalla (d4) (Ellis, 2009). Positiiviset efektikoot viittasivat siihen, että SLI-kuntoutusryhmä oli parantanut suoritustaan SLI-kontrolliryhmää enemmän. Effektikokojen suuruuden tulkinnassa käytettiin Cohenin (1988) jaotelmää pieneen (d=.20), keskisuureen (d=.50) ja suureen (d=.80) efektiin.

Harjoittelun vaikuttavuutta tarkasteltiin myös yksilöllisesti. Jokaiselle tutkittavalle sekä SLI-kuntoutus- että SLI-kontrolliryhmässä laskettiin niin kutsuttu RCI-arvo jokaiselle mittarille erikseen. Se kertoo tutkittavan suoritustasossa tapahtuneen muutoksen suuruudesta standardoidussa yksikössä siten, että positiivinen arvo kuvaa pistemäärän kasvua ja negatiivinen arvo pistemäärän laskua (Jacobson & Truax, 1991). RCI-arvo, joka on itseisarvoltaan vähintään 1.96, kertoo tilastollisesti merkitsevää muutoksesta 0.05-merkitsevyytensä. RCI-arvo laskettiin seuraavalla kaavalla:

$$RCI = \frac{x_2 - x_1}{\sqrt{2(s_1\sqrt{1-r})^2}}$$

jossa x_1 = tutkittavan alkupistemäärä, x_2 = tutkittavan loppupistemäärä / seurantapistemäärä, s_1 = SLI-ryhmien yhteinen alkupistemäärien keskihajonta ja r = mittarin reliabiliteetti.

RCI:n kaavassa olevana mittarin reliabiliteettina käytettiin standardoitujen mittareiden (NEPSY, Morfologia, WISC-III) osalta suomalaisen normitusaineiston pohjalta laskettuja osatestien / koko testin Cronbachin alfoja, jotka on ilmoitettu testien käsikirjoissa. Muiden mittareiden reliabiliteetti arvioitiin laskemalla testi-uusintatesti-korrelaatio koko aineiston (N=36) pohjalta joko kahden alkumittauksen välillä (auditiiviset diskriminaatiotestit) tai alku- ja loppumittauksen välillä (nopea sarjallinen nimeäminen).

Tutkimuksessa mukana olleiden tyypillisesti kehittyneiden kontrollilasten sekä molempien SLI-ryhmien alkumittauksen testipistemäärien keskiarvojen- ja hajontojen avulla laskettiin vielä niin sanottu Cut off -arvo, joka määrittää sen pistemäärän, jonka toisella puolella olevilla suoriutuminen on lähempänä ns. normaalipopulaatiota ja taas toisella puolella olevilla suoriutuminen on lähempänä kliinistä populaatiota (Jacobson & Truax, 1991). Cut off -arvo jokaiselle mittarille erikseen laskettiin kaavalla:

$$Cut\ off = \frac{s_0 M_1 + s_1 M_0}{s_0 + s_1}$$

jossa s_0 = tyypillisten kontrollien alkupistemäärien keskihajonta, s_1 = SLI-ryhmien yhteinen alkupistemäärien keskihajonta, M_0 = tyypillisten kontrollien alkupistemäärien keskiarvo ja M_1 = SLI-ryhmien yhteinen alkupistemäärien keskiarvo.

SLI-kuntoutusryhmäläiset jaettiin vielä RCI-arvojen perusteella harjoittelusta paljon ja vähän hyötyneisiin erikseen auditiivisen erottelun taitojen sekä kielellisten ja kognitiivisten taitojen osalta. Näiden paljon ja vähän hyötyneiden tutkittavien eroja lähtötilanteessa tarkasteltiin yksilöllisten suoritusprofiilien avulla, jotka piirrettiin erikseen auditiivisen erottelun taidoista sekä niistä kielellisistä ja kognitiivisista taidoista, joihin oli olemassa standardipisteet tietyllä skaalalla (keskiarvo 10, keskihajonta 3). Yksilöllisistä suoritusprofiileista etsittiin samaan ryhmään kuuluvia tutkittavia yhdistäviä ja toisaalta näitä kahta ryhmää (paljon ja vähän hyötyneet) erottavia tekijöitä. Tämän laadullisen tarkastelun tavoitteena oli löytää ne mahdolliset lähtötason tekijät, jotka saattavat edesauttaa tai heikentää harjoittelun tuloksellisuutta lapsilla, joilla on kielellinen erityisvaikeus. Lisäksi tarkasteltiin paljon ja vähän hyötyneiden tutkittavien standardoiduissa suorituspistemäärissä tapahtuneita muutoksia alkumittauksesta loppumittaukseen. Tavoitteena oli tunnistaa ne taitoalueet, joihin auditiivisen erottelun tietokonepohjainen harjoittelu saattoi vaikuttaa positiivisesti.

3 TULOKSET

3.1 Ryhmien lähtötasovertailut

Ryhmien keskiarvot ja -hajonnat raakapisteinä kunkin käytetyn mittarin osalta alku-, loppu- ja seurantamittauksessa sekä ryhmien väliset erot alkumittauksessa on esitetty taulukossa 2. Niin kuin oli oletettavaa SLI-kuntoutus- ja SLI-kontrolliryhmän suoriutuminen useimmissa alkumittauksen kielellisissä ja kognitiivisissa mittareissa oli heikompaa kuin tyypillisesti kehittyneillä kontrollilapsilla. Ero tyypillisesti kehittyneihin oli tilastollisesti merkitsevä ohjeiden ymmärtämisessä, merkityksetömien sanojen toistamisessa, kielellisessä sujuvuudessa, lauserakenteiden ymmärtämisessä morfologiassa, numerosarjoissa sekä lauseiden toistamisessa. Lisäksi SLI-kontrolliryhmän suoriutuminen fonologisessa prosessoinnissa ja auditiivisessa tarkkaavuudessa sekä SLI-kuntoutusryhmän suoriutuminen koputus ja taputus -tehtävässä oli heikompaa kuin tyypillisesti kehittyneillä. SLI-kuntoutus- ja SLI-kontrolliryhmän välillä ei sen sijaan ollut eroja muussa kuin morfologiassa, lauseiden toistamisessa sekä koputus ja taputus -tehtävässä. Näissä taidoissa SLI-kontrolliryhmän suoriutuminen oli SLI-kuntoutusryhmän suoriutumista parempaa.

Auditiivisen erottelun taidoissa molemmat SLI-ryhmät olivat tyypillisesti kehittyneisiin kontrollilapsiin verrattuna heikompia puheen keston erottelussa. Lisäksi SLI-kuntoutusryhmällä myös äänen keston erottelu oli heikompaa kuin tyypillisesti kehittyneillä. Äänen nousuajan ja taajuuden erottelutaidoissa ei sen sijaan ollut eroa SLI-ryhmän tutkittavien ja tyypillisesti kehittyneiden kontrollilasten välillä. RCI-analyysiin liittyvässä yksilöllisessä Cut off -vertailussa kuitenkin havaittiin, että SLI-kuntoutusryhmästä 67 %:lla tutkittavista ja SLI-kontrolliryhmästä 50 %:lla tutkittavista oli lähtötilanteessa auditiivisen erottelun kynnyksarvot Cut off -rajan huonommalla puolella vähintään kolmessa neljästä auditiivisen erottelun mittarista. Heillä voidaan sanoa todennäköisesti olleen auditiivisen erottelun vaikeuksia tutkimuksen lähtötilanteessa.

TAULUKKO 2. Ryhmien keskiarvot (ja -hajonnat) raakapisteinä alku-, loppu- ja seurantamittauksessa sekä ryhmien väliset erot alkumittauksessa (Mann-Whitney U-testi).

Mittari	Mittauskerta	(1) SLI-kuntoutus	(2) SLI-kontrolli	(3) Tyypillinen kontrolli	Ryhmien väliset erot alkumittauksessa
Äänen nousuaika ^a	alku	17.1 (3.6)	15.9 (3.4)	15.9 (4.2)	<i>e.m.</i> (p= .612)*
	loppu	13.6 (3.9)	14.4 (4.8)	10.7 (5.6)	
	seuranta	15.6 (4.5)	15.7 (5.3)	12.7 (5.2)	
Äänen kesto ^a	alku	13.1 (4.7)	11.7 (3.7)	8.7 (5.5)	1 > 3 (p= .039)
	loppu	9.6 (5.3)	8.9 (5.2)	8.6 (3.2)	
	seuranta	10.0 (5.6)	11.1 (5.2)	5.9 (2.1)	
Puheen kesto ^a	alku	13.9 (5.0)	12.4 (4.8)	8.5 (3.7)	1 > 3 (p= .017)
	loppu	10.8 (5.5)	8.5 (5.7)	7.1 (4.2)	2 > 3 (p= .033)
	seuranta	9.2 (5.1)	8.4 (3.7)	8.7 (5.3)	
Äänen taajuus ^a	alku	16.5 (4.9)	17.9 (1.8)	16.3 (4.7)	<i>e.m.</i> (p= .574)*
	loppu	13.1 (4.5)	14.9 (5.6)	15.9 (4.2)	
	seuranta	13.4 (5.0)	14.6 (4.4)	13.4 (6.4)	
Fonologinen prosessointi	alku	9.2 (2.8)	9.0 (1.3)	11.8 (4.7)	2 < 3 (p= .006)
	loppu	9.5 (2.2)	8.4 (2.3)	13.2 (4.8)	
	seuranta	10.5 (2.1)	10.1 (3.9)	14.6 (7.1)	
Merkityksettömien sanojen toistaminen	alku	3.7 (2.4)	4.6 (3.1)	9.3 (2.7)	1 < 3 (p< .001)
	loppu	4.3 (2.0)	6.3 (3.8)	9.5 (2.5)	2 < 3 (p= .001)
	seuranta	4.6 (1.9)	7.4 (3.2)	9.8 (2.9)	
Ohjeiden ymmärtäminen	alku	13.4 (2.5)	14.8 (2.1)	19.2 (2.3)	1 < 3 (p< .001)
	loppu	15.1 (1.9)	14.6 (1.6)	17.8 (2.0)	2 < 3 (p< .001)
	seuranta	16.2 (1.7)	15.8 (1.8)	20.4 (2.0)	
Lauserakenteiden ymmärtäminen	alku	6.6 (2.3)	7.3 (2.6)	10.1 (2.4)	1 < 3 (p= .002)
	loppu	8.2 (1.9)	8.7 (2.1)	12.0 (2.2)	2 < 3 (p= .01)
	seuranta	8.8 (2.1)	9.3 (2.9)	14.9 (6.8)	
Morfologia	alku	16.0 (9.5)	32.3 (17.1)	61.5 (10.4)	1 < 2 (p= .014)
	loppu	26.8 (13.8)	42.1 (15.2)	60.6 (11.1)	1 < 3; 2 < 3 (p< .001)
	seuranta	36.2 (10.5)	49.2 (14.7)	65.3 (9.0)	
Kielellinen sujuvuus	alku	15.0 (5.2)	15.9 (3.6)	25.8 (10.6)	1 < 3 (p= .008)
	loppu	15.9 (4.1)	17.7 (3.7)	25.3 (11.8)	2 < 3 (p= .012)
	seuranta	17.9 (5.0)	19.6 (3.4)	31.8 (14.3)	
Nopea nimeäminen ^b värit / esineet	alku	78 (15) / 82 (16)	78 (15) / 91 (20)	66 (14) / 79 (24)	värit: <i>e.m.</i> (p= .115)* esineet: <i>e.m.</i> (p= .195)*
	loppu	74 (18) / 83 (20)	80 (26) / 84 (22)	61 (14) / 75 (16)	
	seuranta	68 (12) / 76 (19)	76 (18) / 84 (15)	59 (16) / 68 (13)	
Audiitiivinen tarkkaavuus	alku	16.2 (15.0)	14.7 (11.0)	31.1 (9.6)	1 < 3 (p= .02)
	loppu	26.8 (12.2)	28.1 (8.5)	40.1 (8.2)	2 < 3 (p= .002)
	seuranta	25.3 (13.3)	37.6 (7.7)	45.8 (7.5)	
Koputus ja taputus	alku	21.9 (5.1)	25.5 (2.2)	25.9 (3.0)	1 < 2 (p= .039)
	loppu	26.6 (3.7)	27.4 (1.0)	28.0 (2.0)	1 < 3 (p= .045)
	seuranta	27.3 (2.1)	27.7 (1.4)	28.2 (2.4)	
Lauseiden toistaminen	alku	10.0 (1.7)	15.6 (3.5)	20.8 (4.2)	1 < 2; 1 < 3 (p< .001)
	loppu	12.4 (2.8)	15.8 (4.3)	21.7 (5.1)	2 < 3 (p= .006)
	seuranta	12.1 (2.7)	18.0 (3.8)	22.5 (3.0)	
Numerosarjat	alku	3.8 (1.5)	5.3 (1.9)	7.8 (2.6)	1 < 3 (p< .001)
	loppu	4.5 (1.4)	5.5 (1.3)	7.8 (2.5)	2 < 3 (p= .014)
	seuranta	5.1 (2.2)	7.0 (1.8)	7.6 (1.9)	

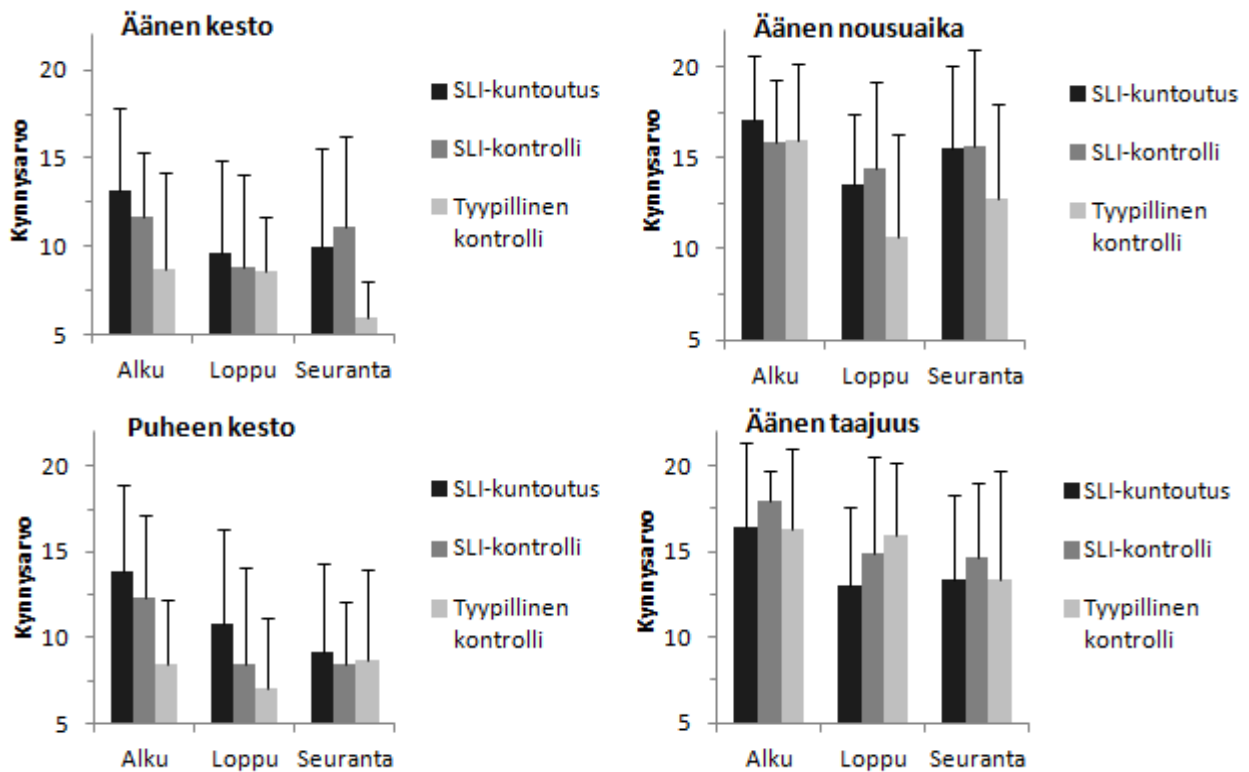
Huom. ^a Kynnysarvo (0-20); pieni arvo kuvaa tarkkaa erottelukykä. ^b Aika sekunteina.

Tilastollisesti merkitsevät keskiarvoerot ryhmien välillä on kuvattu merkeillä "<" (pienempi) ja ">" (suurempi).

e.m. Ei merkitsevää. * Raportoitu Kruskal-Wallis testin p-arvo.

3.2 Harjoittelun vaikuttavuus ryhmätasolla tarkasteltuna

Auditiivisen erottelun taidot. Verrattaessa auditiivisen erottelun taidoissa tapahtuneita muutoksia SLI-ryhmien välillä eri efektikokolaskelmat antoivat suuruudeltaan hieman erilaisia tuloksia. Kaikilla ryhmillä auditiivisen erottelun kynnsarvot pienenevät alkumittauksesta loppumittaukseen eli trendi erottelukyvyn paranemiseen oli havaittavissa, mutta ryhmien sisäinen hajonta oli suurta (ks. kuvio 2). Päättulos oli se, että SLI-kuntoutusryhmän erottelutaidot paranivat loppumittaukseen mennessä SLI-kontrolliryhmää enemmän äänen nousujan havaitsemisessa ($d = \text{pieni} / \text{keskisuuri}$) eli juuri toisessa niistä taidoista, joita Mr. Luiki -pelissä harjoiteltiin (taulukko 3). Muissa auditiivisen erottelun mittareissa efektikoot jäivät niin pieniksi, ettei SLI-ryhmien kynnsarvomuutosten suuruudessa voi sanoa olleen juurikaan eroa.



KUVIO 2. Ryhmäkeskiarvot ja -hajonnat auditiivisen erottelun kynnsarvoissa ryhmittäin alku-, loppu- ja seurantamittauksessa. Pieni kynnsarvo viittaa tarkkaan erottelukyvyn.

Verrattaessa efektikokoja alkumittauksesta seurantamittaukseen havaittiin, että äänen nousujan harjoittelulla oli edelleen positiivinen efekti SLI-kuntoutusryhmän hyväksi, joskin pienempi kuin loppumittauksessa. SLI-kontrolliryhmällä äänen nousujan kynnsarvo oli palannut takaisin lähtötasolle, kun taas SLI-kuntoutusryhmällä kynnsarvo oli lähtötasoa parempi, vaikkakin huo-

noppi kuin loppumittauksessa. Lisäksi seurantamittauksessa myös toisen kuntoutusjaksolla harjoitellun taidon – äänen keston – kohdalla havaittiin positiivinen efektikoko, joka oli suuruudeltaan keskiluokkaa. Kun SLI-kuntoutusryhmällä äänen keston kynnyсарvo oli pysynyt lähes samalla tasolla kuin loppumittauksessa, SLI-kontrolliryhmällä kynnyсарvo oli heikentynyt lähes samalle tasolle kuin lähtötilanteessa. Puheen keston ja äänen taajuuden erottelu parani molemmilla SLI-ryhmillä suurin piirtein yhtä paljon alkumittauksesta seurantamittaukseen. Huomionarvoista on kuitenkin se, että puheen keston erottelussa molemmat SLI-ryhmät kuroivat eron tyypillisesti kehittyneisiin kontrollilapsiin kiinni seurantamittaukseen mennessä (kuvio 2), vaikka alkumittauksessa SLI-ryhmien puheen keston erottelu oli ollut selvästi heikompaa kuin tyypillisesti kehittyneillä.

TAULUKKO 3. Efektikoot (neljällä eri tavalla laskettuna*) SLI-kuntoutusryhmän muutokselle auditiivisen erottelun taidoissa alkumittauksesta loppu- ja seurantamittaukseen suhteessa SLI-kontrolliryhmän vastaavaan muutokseen. Vähintään keskisuuret efektikoot on tummennettu.

	d 1	d 2	d 3	d 4	d 1	d 2	d 3	d 4
Mittari	loppu	loppu	loppu	loppu	seuranta	seuranta	seuranta	seuranta
Äänen kesto	0.1	0.2	0.1	0.2	0.5	0.7	0.5	0.6
Äänen nousuaika	0.3	0.6	0.3	0.6	0.2	0.4	0.2	0.4
Puheen kesto	-0.1	-0.2	-0.1	-0.2	0.1	0.2	0.1	0.2
Äänen taajuus	0.1	0.2	0.1	0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1

Huom. *SLI-kuntoutus- ja SLI-kontrolliryhmän gain-pisteiden (loppu-alku, seuranta-alku) erotus jaettuna SLI-kontrolliryhmän gain-pisteiden keskihajonnalla (d1), SLI-kontrolliryhmän alkumittauksen keskihajonnalla (d2), molempien SLI-ryhmien yhdistetyllä gain-pisteiden keskihajonnalla (d3) tai molempien SLI-ryhmien yhdistetyllä alkumittausten keskihajonnalla (d4). Positiivinen arvo viittaa siihen, että SLI-kuntoutusryhmä on parantanut kynnyсарvoaan SLI-kontrolliryhmää enemmän, negatiivinen viittaa päinvastaiseen tilanteeseen.

Kielelliset ja kognitiiviset taidot. SLI-kuntoutusryhmän keskiarvot kielellisissä ja kognitiivisissä taidoissa paranivat tai pysyivät samana alkumittauksesta loppumittaukseen kaikissa muissa paitsi esineiden nopean nimeämisen mittarissa (taulukko 2). Myös SLI-kontrolliryhmällä havaittiin paranemista useimmissa taidoissa. Efektikotarkastelujen mukaan loppumittaukseen mennessä SLI-kuntoutusryhmällä taitojen paraneminen suhteessa SLI-kontrolliryhmään oli suurempaa fonologisessa prosessoinnissa, ohjeiden ymmärtämisessä, värien nopeassa nimeämisessä, lauseiden toistamisessa, koputus ja taputus -tehtävässä sekä numerosarjoissa (taulukko 4). Tulos säilyi seurantamittauksiin asti ohjeiden ymmärtämisessä, värien nopeassa nimeämisessä sekä koputus ja taputus -tehtävässä. Lisäksi seurantamittaukseen mennessä SLI-kuntoutusryhmä oli parantanut suoritustaan morfologia-testissä SLI-kontrolliryhmää enemmän, tosin efektikoko jäi pieneksi ja SLI-kuntoutusryhmän keskiarvo oli edelleen SLI-kontrolliryhmän keskiarvoa selvästi heikompi.

SLI-kontrolliryhmä puolestaan paransi suoritustaan loppumittauksessa SLI-kuntoutusryhmää enemmän merkityksettömien sanojen toistamisessa ja esineiden nopeassa nimeämisessä. Suhteellinen parannus oli lievästi suurempaa myös kielellisessä sujuvuudessa ja audittiivisessa tarkkaavuudessa. Tulos säilyi seurantamittauksiin merkityksettömien sanojen toistamisessa sekä audittiivisessa tarkkaavuudessa. Lisäksi seurantamittaukseen mennessä SLI-kontrolliryhmä oli parantanut keskiarvoaan numerosarjojen toistamisessa SLI-kuntoutusryhmää hieman enemmän, vaikka loppumittauksessa tilanne oli juuri päinvastainen.

TAULUKKO 4. Efektikoot (neljällä eri tavalla laskettuna*) SLI-kuntoutusryhmän muutokselle kielellisissä ja kognitiivisissa taidoissa alkumittauksesta loppu- ja seurantamittaukseen suhteessa SLI-kontrolliryhmän vastaavaan muutokseen. Vähintään keskisuuret efektikoot on tummennettu.

Mittari	d 1 loppu	d 2 loppu	d 3 loppu	d 4 loppu	d 1 seuranta	d 2 seuranta	d 3 seuranta	d 4 seuranta
Fonologinen prosessointi	0.4	0.7	0.4	0.5	0.1	0.2	0.1	0.1
Merkityksettömien sanojen toistaminen	-0.5	-0.3	-0.4	-0.5	-1.0	-0.6	-0.7	-0.8
Ohjeiden ymmärtäminen	1.3	0.9	0.8	1.1	0.8	0.9	0.8	0.8
Lauserakenteiden ymmärtäminen	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Morfologia	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2
Kielellinen sujuvuus	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.1	-0.1
Nopea nimeäminen värit	0.3	0.4	0.4	0.4	0.6	0.5	0.5	0.6
Nopea nimeäminen esineet	-0.8	-0.4	-0.5	-0.7	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1
Audittiivinen tarkkaavuus	-0.3	-0.3	-0.2	-0.2	-1.0	-1.3	-1.0	-1.0
Koputus ja taputus	1.1	1.3	0.7	1.0	1.7	1.4	0.8	0.9
Lauseiden toistaminen	1.0	0.6	0.8	0.9	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1
Numerosarjat	0.3	0.2	0.2	0.3	-0.2	-0.3	-0.3	-0.2

Huom. *SLI-kuntoutus- ja SLI-kontrolliryhmän gain-pisteiden (loppu-alku, seuranta-alku) erotus jaettuna SLI-kontrolliryhmän gain-pisteiden keskihajonnalla (d1), SLI-kontrolliryhmän alkumittauksen keskihajonnalla (d2), molempien SLI-ryhmien yhdistetyllä gain-pisteiden keskihajonnalla (d3) tai molempien SLI-ryhmien yhdistetyllä alkumittausten keskihajonnalla (d4). Kaikissa mittareissa positiivinen arvo viittaa siihen, että SLI-kuntoutusryhmä on parantanut suoritustaan SLI-kontrolliryhmää enemmän, negatiivinen viittaa päinvastaiseen tilanteeseen.

3.3 Harjoittelun vaikuttavuus yksilötasolla tarkasteltuna

Auditiivisen erottelun taidot. RCI-analyysien valossa tilastollisesti merkitsevää paranemista tutkittavien suorituksissa tapahtui melko vähän molemmissa SLI-ryhmissä, mikä selittynee osittain ryhmien suurella hajonnalla ja auditiivisten diskriminaatiotestien melko heikoksi jääneellä reliabiliteetilla (testi-uusintatesti korrelaatio). Tästä syystä tarkastelua ei rajattu ainoastaan tilastollisesti merkitsevien parannusten vertailuun kahden ryhmän välillä, vaan huomio kiinnitettiin myös niihin tutkittaviin, jotka siirtyivät harjoittelun seurauksena kliinisen Cut off -rajan paremmalle puolelle, vaikka muutos ei olisikaan ollut tilastollisesti merkitsevää 5 %:n -merkitsevyystasolla. Yhteenveto RCI-analyysien tuloksista auditiivisen erottelun mittareissa ryhmittäin on esitetty taulukossa 5.

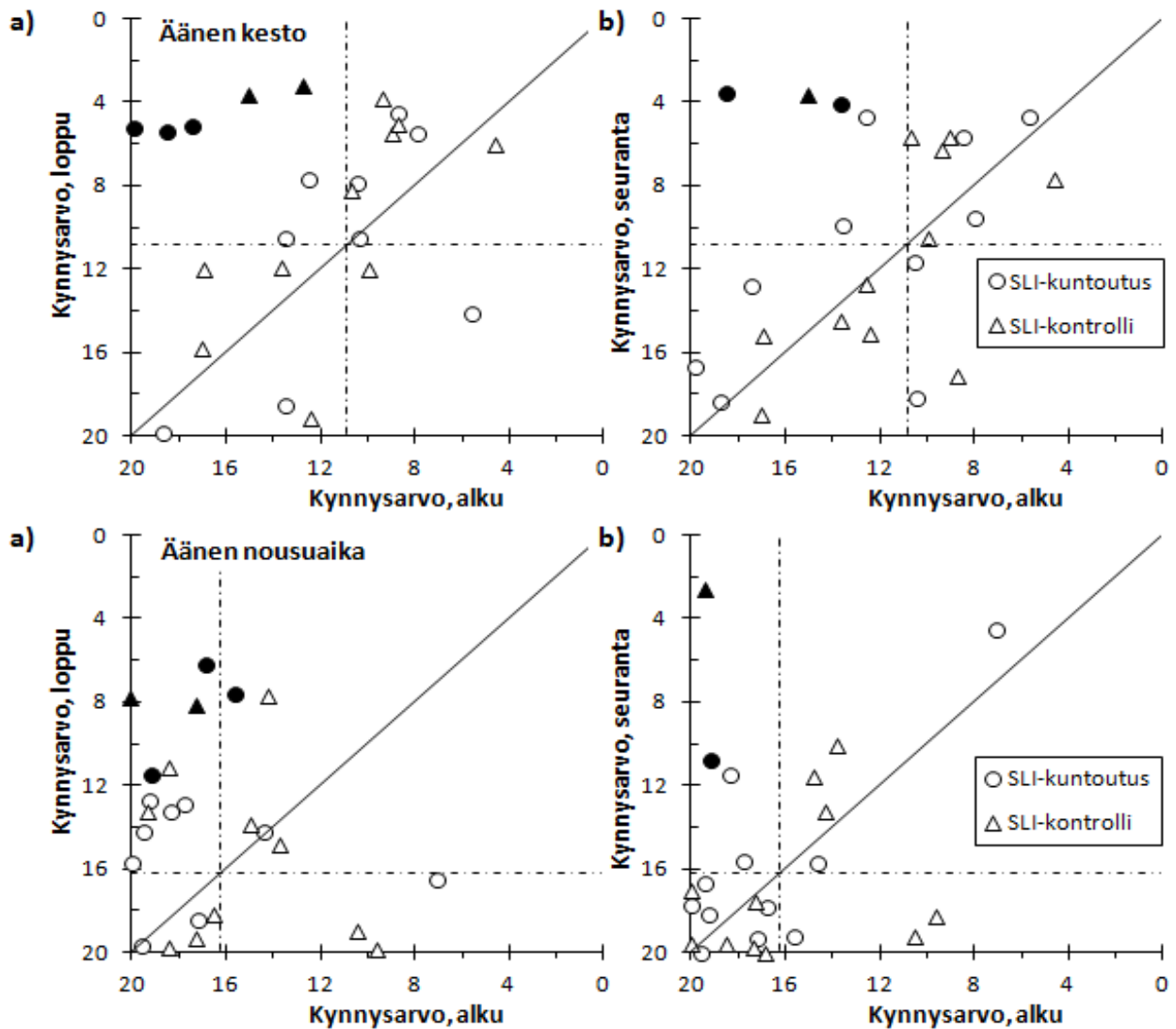
TAULUKKO 5. Auditiivisen erottelun taidoissa alussa kliinisen Cut off -rajan paremmalla puolella olleiden, taitojaan tilastollisesti merkitsevästi parantaneiden ja kliinisen Cut off -rajan paremmalle puolelle siirtyneiden (kliin. muutos) tutkittavien lukumäärät SLI-kuntoutusryhmässä (SLI-ku, n=12) ja SLI-kontrolliryhmässä (SLI-ko, n=12) loppu- ja seurantamittauksessa. Selkeimmät erot ryhmien välillä ympyröity (SLI-ku > SLI-ko) tai tummennettu ja alleviivattu (SLI-ko > SLI-ku).

Mittari	Alussa Cut off -arvoa parempi		Merkitt. parannus alku-loppu		Kliin. muutos alku-loppu		Merkitt. parannus alku-seuranta		Kliin. muutos alku-seuranta	
	SLI-ku	SLI-ko	SLI-ku	SLI-ko	SLI-ku	SLI-ko	SLI-ku	SLI-ko	SLI-ku	SLI-ko
Äänen kesto	5	6	3	2	5	2	2	1	4	1
Äänen nousuaika	3	5	3	2	7	4	1	1	3	1
Puheen kesto	5	3	3	3	<u>4</u>	<u>7</u>	2	2	<u>4</u>	<u>6</u>
Äänen taajuus	3	3	3	2	7	4	3	3	6	7

SLI-kuntoutusryhmässä tapahtui yhden tutkittavan verran enemmän tilastollisesti merkitsevää parannusta alkumittauksesta loppumittaukseen äänen keston, nousuajan sekä taajuuden erottelussa. Näissä kolmessa mittarissa SLI-kuntoutusryhmässä tapahtui myös enemmän kliinistä muutosta, eli SLI-kuntoutusryhmässä oli enemmän tutkittavia, joiden kynnsarvo oli siirtynyt Cut off -rajan paremmalle puolelle loppumittauksessa. Puheen keston erottelun osalta molemmissa ryhmissä tapahtui yhtä paljon tilastollisesti merkitsevää parannusta, mutta SLI-kontrolliryhmässä tapahtui enemmän kliinistä muutosta.

Alku- ja seurantamittausten välillä SLI-ryhmissä tapahtui yhtä paljon tilastollisesti merkitsevää parannusta kaikissa paitsi äänen keston erottelussa, jossa suoritustaan parantaneita oli SLI-kuntoutusryhmässä kaksi ja SLI-kontrolliryhmässä yksi. Kliinistä muutosta tapahtui SLI-

kuntoutusryhmällä enemmän sekä äänen keston että nousuajan erottelussa. Puheen keston ja äänen taajuuden erottelussa tilanne oli päinvastainen eli SLI-kontrolliryhmässä tapahtui enemmän kliinistä muutosta. Kuviossa 3 on kuvattu äänen keston ja nousuajan erottelun kynnyksarvojen yksilöllistä muutosta alku- ja loppu- sekä seurantamittauksen välillä.



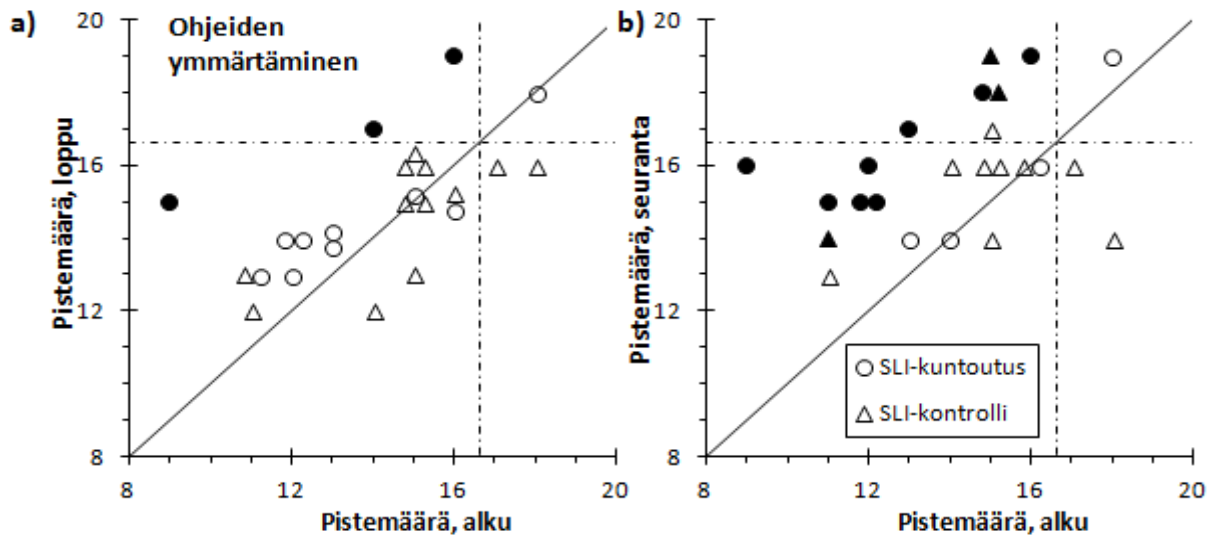
KUVIO 3. Äänen keston (ylhäällä) ja nousuajan (alhaalla) erottelun kynnyksarvot SLI-kuntoutus- ja SLI-kontrolliryhmän tutkittavilla a) alku- ja loppumittauksessa ja b) alku- ja seurantamittauksessa. Pieni kynnyksarvo viittaa tarkkaan erottelukykyyneen. Diagonaaliviivan yläpuolella olevilla suoritus on parantunut. Suoritustaan tilastollisesti merkitsevästi ($p < .05$) parantaneet tutkittavat on merkitty mustalla. Vaakasuuntainen katkoviiva on Cut off -raja, jonka yläpuolelle sijoittuminen merkitsee sitä, että kynnyksarvo oli kliinisen rajan paremmalla puolella loppu- / seurantamittauksessa (huomaa käännetty akselit). Pystysuuntaisen katkoviivan oikealla puolella olevat ovat olleet Cut off -rajan paremmalla puolella jo alkumittauksessa.

Kielelliset ja kognitiiviset taidot. Alkumittauksesta loppumittaukseen SLI-kuntoutusryhmässä oli SLI-kontrolliryhmää enemmän tutkittavia, jotka paransivat suoritustaan ohjeiden ymmärtämisessä sekä tilastollisesti että kliinisesti merkitsevästi (ks. taulukko 6 ja kuvio 4a). Suoritustaan tilastol-

lisesti merkitsevästi parantaneita oli SLI-kuntoutusryhmässä SLI-kontrolliryhmää enemmän myös lauserakenteiden ymmärtämisessä, lauseiden toistamisessa, numerosarjoissa sekä koputus ja taputus-tehtävässä. Lisäksi värien nopeassa nimeämisessä SLI-kuntoutusryhmässä tapahtui yhden tutkittavan verran enemmän kliinistä muutosta alkumittauksesta loppumittaukseen. Loppumittaukseen mennessä SLI-kontrolliryhmässä sen sijaan tapahtui SLI-kuntoutusryhmää lukumääräisesti enemmän sekä tilastollisesti merkitsevää parannusta että kliinistä muutosta fonologisessa prosessoinnissa, merkityksettömien sanojen toistamisessa ja kielellisessä sujuvuudessa.

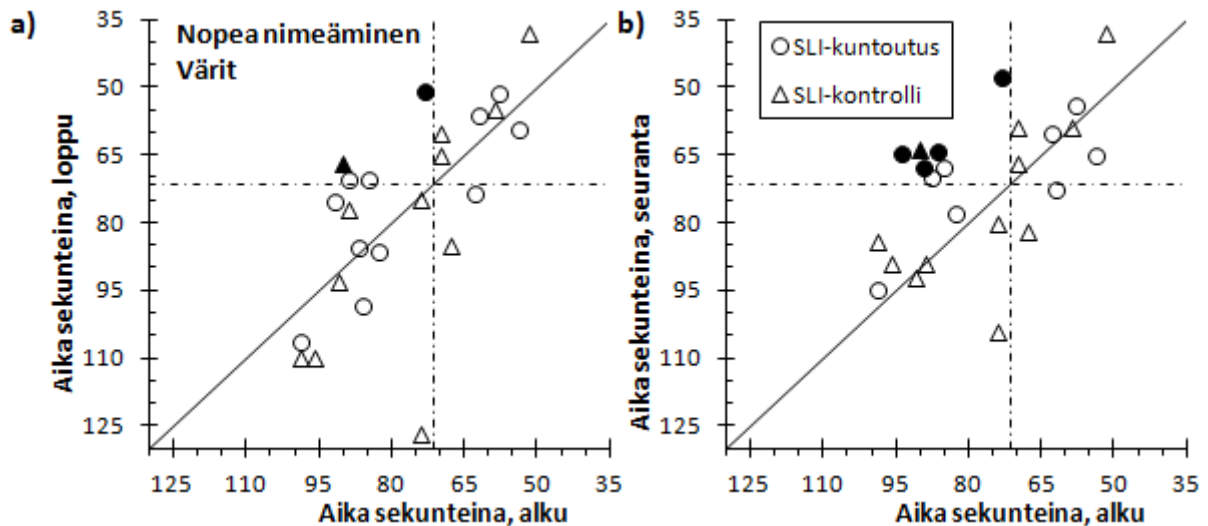
TAULUKKO 6. Kielellisissä ja kognitiivisissa taidoissa alussa kliinisen Cut off- rajan paremmalla puolella olleiden, taitojaan tilastollisesti merkitsevästi parantaneiden ja kliinisen Cut off -rajan paremmalle puolelle siirtyneiden (kliin. muutos) lasten lukumäärät SLI-kuntoutusryhmässä (SLI-ku, n=12) ja SLI-kontrolliryhmässä (SLI-ko, n=12) loppu- ja seurantamittauksessa. Selkeimmät erot ryhmien välillä ympyröity (SLI-ku > SLI-ko) tai tummennettu ja alleviivattu (SLI-ko > SLI-ku).

Mittari	Alussa Cut off -arvoa parempi		Merkitt. parannus alku-loppu		Kliin. muutos alku-loppu		Merkitt. parannus alku-seuranta		Kliin. muutos alku-seuranta	
	SLI-ku	SLI-ko	SLI-ku	SLI-ko	SLI-ku	SLI-ko	SLI-ku	SLI-ko	SLI-ku	SLI-ko
Fonologinen prosessointi	5	3	<u>1</u>	<u>3</u>	<u>1</u>	<u>5</u>	5	6	5	6
Merkityksettömien sanojen toistaminen	2	4	0	1	1	2	1	1	<u>0</u>	<u>2</u>
Ohjeiden ymmärtäminen	1	2	<u>3</u>	<u>0</u>	<u>2</u>	<u>0</u>	<u>8</u>	<u>3</u>	3	3
Lause-rakenteiden ymmärtäminen	3	3	<u>5</u>	<u>3</u>	4	5	5	6	<u>6</u>	<u>3</u>
Morfologia	0	3	1	1	1	1	<u>3</u>	<u>5</u>	<u>3</u>	<u>5</u>
Kielellinen sujuvuus	3	2	3	4	<u>1</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>4</u>	<u>2</u>	<u>6</u>
Nopea nimeäminen: värit	4	5	1	1	3	2	<u>4</u>	<u>1</u>	<u>6</u>	<u>1</u>
Nopea nimeäminen: esineet	8	5	0	0	<u>0</u>	<u>2</u>	1	1	3	2
Auditiivinen tarkkaavuus	4	3	3	3	5	6	<u>2</u>	<u>9</u>	<u>4</u>	<u>8</u>
Koputus ja taputus	2	5	<u>3</u>	<u>0</u>	6	7	<u>5</u>	<u>0</u>	7	6
Lauseiden toistaminen	0	4	<u>3</u>	<u>1</u>	1	2	3	4	<u>1</u>	<u>3</u>
Numerosarjat	2	5	1	0	3	3	<u>1</u>	<u>3</u>	5	5



KUVIO 4. Ohjeiden ymmärtämisen tehtävän raakapistemäärät SLI-kuntoutus- ja SLI-kontrolliryhmän tutkittavilla a) alku- ja loppumittauksessa ja b) alku- ja seurantamittauksessa. Diagonaaliviivan yläpuolella olevilla suoritus on parantunut. Suoritustaan tilastollisesti merkitsevästi ($p < .05$) parantaneet tutkittavat on merkitty mustalla. Vaakasuuntainen katkoviiva on Cut off -raja, jonka yläpuolelle sijoittuminen merkitsee sitä, että pistemäärä oli kliinisen rajan paremmalla puolella loppu- / seurantamittauksessa. Pystysuuntaisen katkoviivan oikealla puolella olevat ovat olleet Cut off -rajan paremmalla puolella jo alkumittauksessa.

Alku- ja seurantamittauksen välillä SLI-kuntoutusryhmässä tapahtui SLI-kontrolliryhmää enemmän sekä tilastollisesti merkitsevää parannusta että kliinistä muutosta värien nopeassa nimeämisessä sekä koputus ja taputus -tehtävässä (ks. taulukko 6 ja kuvio 5). Lisäksi ohjeiden ymmärtämisessä SLI-kuntoutusryhmässä tapahtui selvästi enemmän (8 vs. 3) tilastollisesti merkitsevää parannusta, vaikka kliinistä muutosta tapahtuikin molemmissa ryhmissä yhtä paljon (ks. kuvio 4b). Kielellisessä sujuvuudessa SLI-kuntoutusryhmässä oli SLI-kontrolliryhmää enemmän suoritustaan tilastollisesti merkitsevästi parantaneita, kun taas SLI-kontrolliryhmässä oli enemmän tutkittavia, jotka siirtyivät kliinisen Cut off -rajan paremmalle puolelle. Pelkästään kliinistä muutosta tapahtui SLI-kuntoutusryhmässä SLI-kontrolliryhmää enemmän lauserakenteiden ymmärtämisessä ja esineiden nopeassa nimeämisessä. SLI-kontrolliryhmässä tapahtui SLI-kuntoutusryhmää enemmän sekä kliinistä muutosta että tilastollisesti merkitsevää paranemista fonologisessa prosessoinnissa, morfologiassa, auditiivisessa tarkkaavuudessa sekä lauseiden toistamisessa. Pelkästään tilastollisesti merkitsevää parannusta tapahtui SLI-kontrolliryhmässä enemmän lauserakenteiden ymmärtämisessä sekä numerosarjoissa. Lisäksi SLI-kontrolliryhmässä oli SLI-kuntoutusryhmää enemmän tutkittavia, jotka olivat merkityksettömien sanojen toistamisessa siirtyneet kliinisen Cut off -rajan paremmalle puolelle seurantamittauksessa.

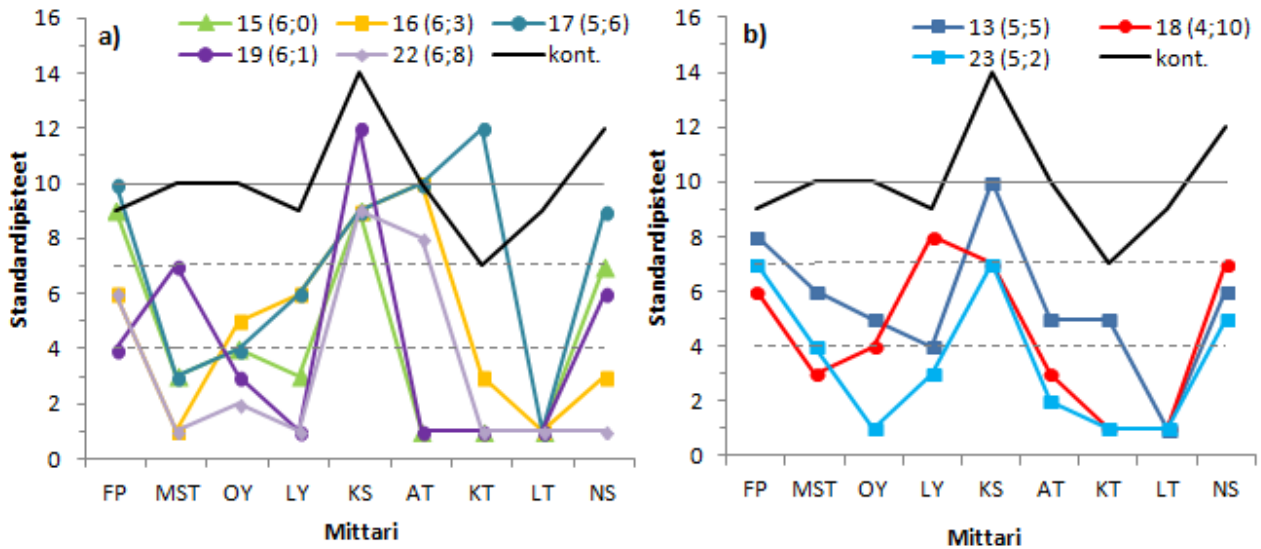


KUVIO 5. Värien nopeaan nimeämiseen kulunut aika sekunteina SLI-kuntoutus- ja SLI-kontrolliryhmän tutkittavilla a) alku- ja loppumittauksessa ja b) alku- ja seurantamittauksessa. Diagonaaliviivan yläpuolella olevilla suoritus on parantunut. Suoritustaan tilastollisesti merkitsevästi ($p < .05$) parantaneet tutkittavat on merkitty mustalla. Vaakasuuntainen katkoviiva on Cut off -raja, jonka yläpuolelle sijoittuminen merkitsee sitä, että nimeämiseen kulunut aika oli kliinisen rajan paremmalla puolella loppu- / seurantamittauksessa (huomaa käännetty akselit). Pystysuuntaisen katkoviivan oikealla puolella olevat ovat olleet Cut off -rajan paremmalla puolella jo alkumittauksessa.

3.4 Harjoittelusta paljon ja vähän hyötyneiden tarkastelua

Auditiivisen erottelun taidot. SLI-kuntoutusryhmäläisistä kahdeksalla tutkittavalla kahdestatoista oli lähtötilanteessa vaikeuksia auditiivisessa erottelussa, kun kriteerinä käytettiin sitä, että tutkittavan kynnsarvo jäi Cut off -rajan heikommalle puolelle vähintään kolmessa neljästä auditiivisen erottelun mittarista. Nämä kahdeksan SLI-kuntoutusryhmän tutkittavaa jaettiin auditiivisen erottelun taitojen paranemisen mukaan kahteen ryhmään: auditiivisen erottelun taitojaan vähintään kahdessa mittarissa tilastollisesti merkitsevästi parantaneisiin ($n=5$) ja ei-merkitsevästi – tai korkeintaan yhdessä mittarissa merkitsevästi – parantaneisiin ($n=3$), kun huomioitiin sekä loppu- että seurantamittaus. Kun verrattiin näiden kahden ryhmän tutkittavien yksilöllisiä lähtötason profiileja (kuvio 6), havaittiin vain vähän systemaattisia eroavaisuuksia. Taustamuuttujista ikä oli kuitenkin merkityksellinen. Kynnsarvojaan merkitsevästi parantaneet lapset olivat joukon vanhimpia. Heidän ikänsä lähtötilanteessa oli vähintään 5,5 vuotta, kun taas erottelutaitojaan vähän tai ei ollenkaan parantaneiden ikä oli alle 5,5 vuotta.

Auditiivisen erottelun taitojaan merkitsevästi ja ei-merkitsevästi parantaneiden yksilölliset suoritusprofiilit alkumittauksen kielellisissä ja kognitiivisissa taidoissa.



KUVIO 6. SLI-kuntoutusryhmän tutkittavien, joilla oli auditiivisen erottelun vaikeuksia lähtötilanteessa (n=8), yksilölliset suoritusprofiilit alkumittauksen kielellisissä ja kognitiivisissa taidoissa standardipistein ($ka=10$, $kh=3$; vaakaviivoin merkittynä) kuvattuina a) auditiivisen erottelun taitojaan tilastollisesti merkitsevästi parantaneilla ja b) ei-merkitsevästi parantaneilla. Tutkittavien alkumittauksen ikä (vuodet; kuukaudet) suluissa. Mustalla käyrällä on kuvattu tyypillisesti kehittyneiden kontrollilasten keskiarvo. *FP* Fonologinen prosessointi; *MST* Merkityksettömien sanojen toistaminen; *OY* Ohjeiden ymmärtäminen; *LY* Lauserakenteiden ymmärtäminen; *KS* Kielellinen sujuvuus; *AT* Auditiivinen tarkkaavuus; *KT* Koputus ja taputus; *LT* Lau-seiden toistaminen; *NS* Numerosarjat.

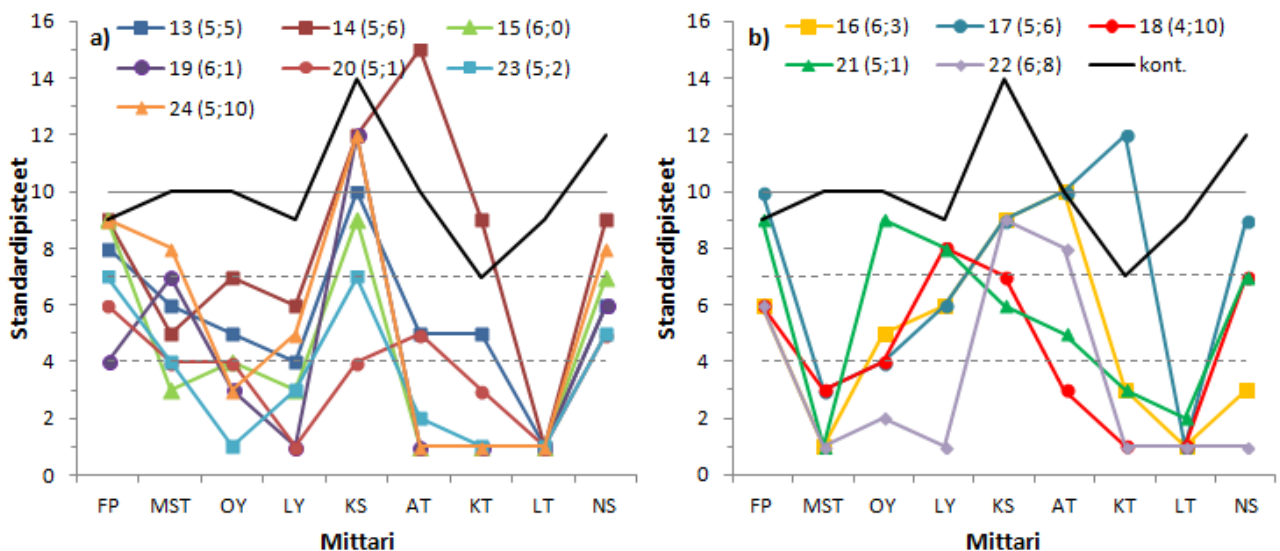
Lähtötason profiilit kielellisissä ja kognitiivisissa taidoissa olivat melko samanlaiset auditiivisen erottelun taitojaan merkitsevästi ja ei-merkitsevästi parantaneilla. Molemmilla ryhmillä kielellinen sujuvuus oli vahva osa-alue. Auditiivinen tarkkaavuus erotteli näitä kahta ryhmää osittain, koska vaikka erottelutaitojaan merkitsevästi parantaneiden joukossa oli sekä hyvin että heikosti auditiivisen tarkkaavuuden mittarissa suoriutuneita, niin ei-merkitsevästi parantaneiden joukossa kaikkien tutkittavien auditiivisen tarkkaavuuden pistemäärä oli vähimmilläänkin yli yhden keskihajonnan verran heikompaa kuin ikäryhmän keskiarvo. Auditiivisen erottelun taitojaan merkitsevästi parantaneiden ryhmällä sen sijaan merkityksettömien sanojen toistaminen ja lauserakenteiden ymmärtäminen oli keskimäärin heikompaa kuin ei-parantaneiden ryhmällä. Ei-parantaneet olivat kaikki lähtötason taidoissa suhteellisen hyviä fonologisessa prosessoinnissa ja numerosarjoissa.

Kielelliset ja kognitiiviset taidot. Vaikka osalla tutkittavista ei havaittu juurikaan paranemista auditiivisen erottelun taidoissa, niin loppumittaukseen mennessä yhtä lukuun ottamatta kaikki SLI-kuntoutusryhmän tutkittavat paransivat suoritustaan tilastollisesti merkitsevästi vähintään yhdessä kielellisessä tai kognitiivisessa taidossa ja muutama tutkittava jopa neljässä eri taidossa, kun huomioitiin kaikki harjoittelun vaikuttavuuden arvioinnissa käytetyt kielelliset ja kognitiiviset mittarit.

Sekä loppu- että seurantamittaus huomioiden kaikki SLI-kuntoutusryhmän tutkittavat paransivat suoritustaan tilastollisesti merkitsevästi vähintään kahdessa kielellisessä tai kognitiivisessa taidossa. Moni tutkittavista paransi taitojaan kuitenkin huomattavasti useammalla osa-alueella, koska keskimäärin SLI-kuntoutusryhmässä tapahtui tilastollisesti merkitsevää paranemista kuudessa eri kielellisessä tai kognitiivisessa taidossa.

Loppu- sekä seurantamittaus huomioiden kielellisissä ja kognitiivisissa taidoissa paljon (5–7 eri taidossa) ja vähän (2–4 eri taidossa) parantaneiden SLI-kuntoutusryhmän tutkittavien lähtötason profiilit kielellisten ja kognitiivisten taitojen osalta on esitetty kuviossa 7. Kaikkien tutkittavien taitotaso oli suhteellisen heikko, kun vertaa tyypillisesti kehittyneiden kontrollilasten keskiarvoon (musta käyrä). Paljon parantaneiden (n=7) taidot fonologista muistia ja työmuistia mittaavissa tehtävissä (merkityksettömien sanojen toistaminen ja numerosarjat) olivat kuitenkin keskimäärin paremmat kuin vähän parantaneilla (n=5). Sen sijaan vähän parantaneilla auditiivinen tarkkaavuus oli keskimäärin parempi kuin paljon parantaneilla, joskin paljon parantaneiden ryhmässä oli yksi (nro 14) erittäin hyvät pisteet saanut tutkittava. Myös lauserakenteiden ymmärtämisessä vähän parantaneiden ryhmä oli alkutilanteessa keskimäärin parempi kuin paljon parantaneiden ryhmä.

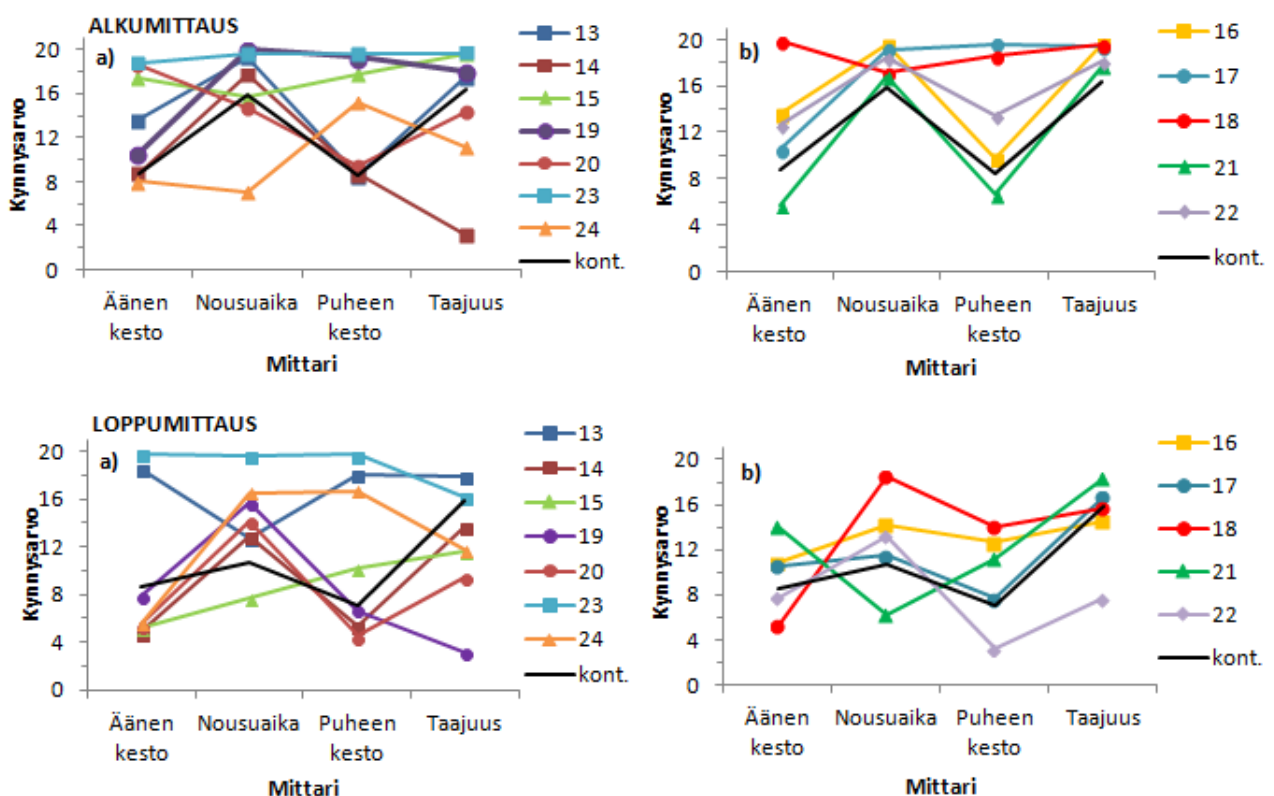
Kielellisissä ja kognitiivisissa taidoissa paljon ja vähän parantaneiden yksilölliset suoritusprofiilit alkumittauksen kielellisissä ja kognitiivisissa taidoissa.



KUVIO 7. SLI-kuntoutusryhmän tutkittavien yksilölliset suoritusprofiilit alkumittauksen kielellisissä ja kognitiivisissa taidoissa standardipistein (ka=10, kh=3) kuvattuina. a) 5–7 kielellisessä tai kognitiivisessa taidossa parantaneet ja b) 2–4 taidossa parantaneet loppu- ja seurantamittaus huomioiden. Tutkittavien alkumittauksen ikä (vuodet; kuukaudet) suluissa. Mustalla käyrällä on kuvattu tyypillisesti kehittyneiden kontrollilasten keskiarvo. *FP* Fonologinen prosessointi; *MST* Merkityksettömien sanojen toistaminen; *OY* Ohjeiden ymmärtäminen; *LY* Lauserakenteiden ymmärtäminen; *KS* Kielellinen sujuvuus; *AT* Auditiivinen tarkkaavuus; *KT* Koputus ja taputus; *LT* Lauseiden toistaminen; *NS* Numerosarjat.

Kielellisissä ja kognitiivisissa taidoissa paljon ja vähän parantaneiden SLI-kuntoutusryhmän tutkittavien yksilölliset alkumittauksen suoritusprofiilit auditiivisen erottelun taidoissa on esitetty kuviossa 8 (ylhäällä). Äänen nousuajan ja taajuuden erottelut osoittautuivat erityisen vaikeiksi tehtäviksi suurimmalle osalle SLI-kuntoutusryhmäläisistä ja myös tyypillisesti kehittyneet kontrollilapset (musta käyrä kuvaajissa) suoriutuivat näistä tehtävistä melko heikosti. Kielellisissä ja kognitiivisissa taidoissa vähän parantaneet olivat kaikki erityisen heikkoja äänen nousuajan ja taajuuden erottelijoita lähtötilanteessa, kun taas paljon parantaneiden joukossa oli enemmän hajontaa. Paljon parantaneiden ryhmässä lähtötason kynnyksisarvot olivat jopa kontrollien keskiarvoa parempia äänen nousuajan erottelussa kolmella (nro:t 15, 20, 24) ja taajuuden erottelussa myös kolmella (nro:t 14, 20, 24) tutkittavalla. Puheen keston erottelussa sekä paljon että vähän parantaneiden ryhmä jakaantui suurin piirtein kahtia niin että puolet oli erittäin heikkoja erottelijoita, kun taas puolella tutkittavista puheen keston erottelukyky oli samalla tasolla tai jopa parempi kuin tyypillisesti kehittyneillä kontrollilapsilla.

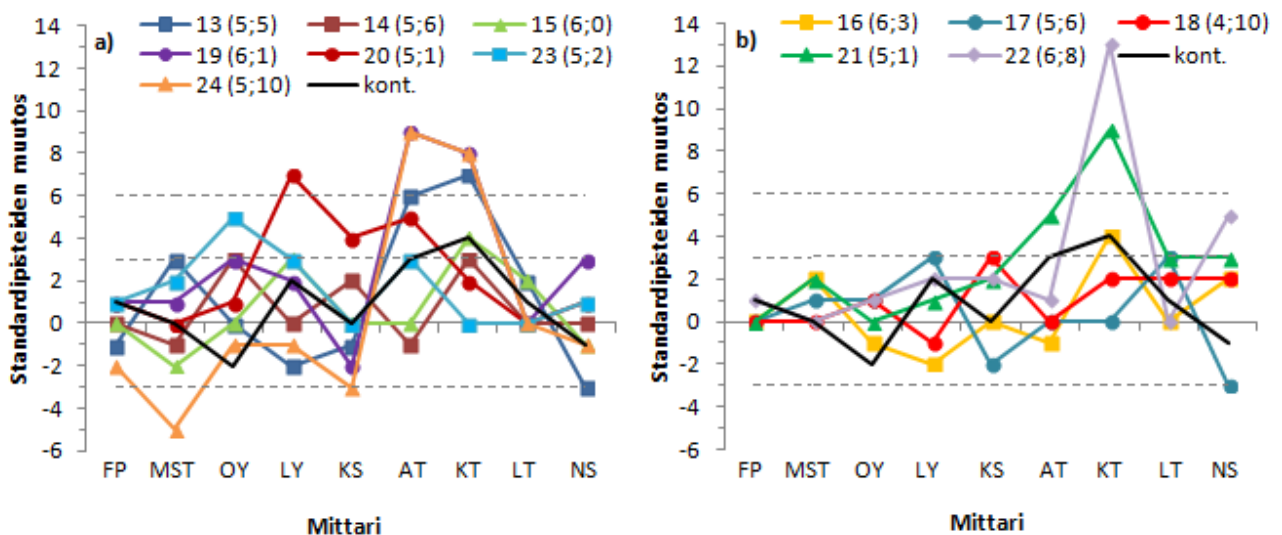
Auditiivisen erottelun kynnyksisarvot kielellisissä ja kognitiivisissa taidoissa paljon ja vähän parantaneilla.



KUVIO 8. SLI-kuntoutusryhmän tutkittavien auditiivisen erottelun kynnyksisarvot alkumittauksessa (ylhäällä) ja loppumittauksessa (alhaalla) a) 5–7 kielellisessä tai kognitiivisessa taidossa parantaneilla ja b) 2–4 taidossa parantaneilla loppu- ja seurantamittaus huomioiden. Mustalla käyrällä on kuvattu tyypillisesti kehittyneiden kontrollilasten keskiarvo. Pieni kynnyksisarvo viittaa tarkkaan erottelukykyyn.

Jotta voitiin selvittää, miten havaitut erot lähtötilanteessa ovat yhteydessä kielellisten ja kognitiivisten taitojen paranemiseen harjoittelun seurauksena, tarkasteltiin kielellisissä ja kognitiivisissa taidoissa paljon ja vähän parantaneiden tutkittavien suorituspisteiden muutoksia standardipisteissä alkumittauksesta loppumittaukseen (kuvio 9). Vähiten taidot olivat kehittyneet fonologisessa prosessoinnissa, joka oli molemmilla ryhmillä ollut suhteellisen vahva osa-alue jo lähtötilanteessa. Sen sijaan toiminnanohjaustaidot koputus ja taputus -tehtävällä mitattuina paranivat molemmissa ryhmissä yhtä lukuun ottamatta kaikilla tutkittavilla. Paljon parantaneiden ryhmässä viidellä tutkittavalla (nro:t 13, 14, 15, 19, 24) ja vähän parantaneiden ryhmässä kolmella (nro:t 16, 21, 22) tutkittavalla standardipistemäärä kasvoi vähintään yhden keskihajonnan verran. Paljon parantaneiden ryhmässä myös auditiivinen tarkkaavuus parani selvästi: kahdella tutkittavalla (nro:t 20, 23) vähintään yhden ja kolmella (nro:t 13, 19, 24) vähintään kahden keskihajonnan verran. Vähän parantaneiden ryhmässä sen sijaan vain yhdellä tutkittavalla (nro 21) auditiivinen tarkkaavuus parani yli yhden keskihajonnan verran, kun taas loppuilla ei juuri ollenkaan. Huomionarvoista tässä on kuitenkin se, että myös tyypillisesti kehittyneet kontrollilapset (musta käyrä) paransivat suoritustaan auditiivisessa tarkkaavuudessa sekä koputus ja taputus -tehtävässä keskimäärin yhden keskihajonnan verran.

Kielellisissä ja kognitiivisissa taidoissa tapahtuneet yksilölliset suorituspisteiden muutokset alkumittauksesta loppumittaukseen kielellisissä ja kognitiivisissa taidoissa paljon ja vähän parantaneilla.



KUVIO 9. SLI-kuntoutusryhmän tutkittavien kielellisissä ja kognitiivisissa taidoissa tapahtuneet yksilölliset suorituspisteiden muutokset standardipisteissä (kh=3) alkumittauksesta loppumittaukseen. a) 5–7 kielellisessä tai kognitiivisessa taidossa parantaneet ja b) 2–4 taidossa parantaneet loppu- ja seurantamittaus huomioiden. Positiiviset arvot kuvaavat pistemäärän kasvua, negatiiviset laskua. Tutkittavien alkumittauksen ikä (vuodet; kuukaudet) suluisissa. Mustalla käyrällä on kuvattu tyypillisesti kehittyneiden kontrollilapsien keskiarvo. *FP* Fonologinen prosessointi; *MST* Merkityksettömien sanojen toistaminen; *OY* Ohjeiden ymmärtäminen; *LY* Lauserakenteiden ymmärtäminen; *KS* Kielellinen sujuvuus; *AT* Auditiivinen tarkkaavuus; *KT* Koputus ja taputus; *LT* Lauseiden toistaminen; *NS* Numerosarjat.

Kielellisissä ja kognitiivisissa taidoissa paljon parantaneiden ryhmässä ohjeiden ja lauserakenteiden ymmärtäminen paranivat hieman enemmän kuin vähän parantaneiden ryhmässä. Merkityksettömien sanojen toistaminen ja kielellinen sujuvuus olivat sen sijaan tehtäviä, joissa paljon parantaneilla oli suorituspisteiden muutoksissa enemmän vaihtelua kuin vähän parantaneilla. Merkityksettömien sanojen toistamisessa paljon parantaneiden ryhmästä kolmella tutkittavalla (nro:t 13, 19, 23) suoritus parani, kun taas lopuilla (nro:t 14, 15, 20, 24) pistemäärä pysyi muuttumattomana tai jopa laski alkumittauksesta. Kielellisessä sujuvuudessa paljon parantaneista kaksi tutkittavaa (nro:t 14, 20) paransi suoritustaan ja lopuilla (nro:t 13, 15, 19, 23, 24) pistemäärä ei ollut muuttunut tai se oli jopa laskenut hieman. Vähän parantaneilla pistemäärä näissä kahdessa tehtävässä sen sijaan parani tai ei muuttunut ollenkaan kaikilla paitsi yhdellä tutkittavalla (nro 17), jolla kielellisen sujuvuuden pistemäärä laski hieman. Vähän parantaneiden ryhmässä myös alun perin heikot muistitaidot kohenivat; pistemäärä numerosarjoissa parani neljällä tutkittavalla (nro:t 16, 18, 21, 22) ja lauseiden toistamisessa kolmella tutkittavalla (nro:t 17, 18, 21).

Auditiivisen erottelun taidot loppumittauksessa olivat näiden kahden ryhmän välillä hyvin samankaltaiset (kuvio 8, alhaalla). Taajuuserottelu oli edelleen hyvin vaikeaa kielellisissä ja kognitiivisissa taidoissa vähän parantaneilla yhtä poikkeusta (nro 22) lukuun ottamatta. Paljon parantaneiden ryhmässä oli alkumittauksen tavoin enemmän hajontaa taajuuserottelussa. Äänen keston havaitseminen oli parantunut molemmissa ryhmissä selvästi. Paljon parantaneista neljällä (nro:t 14, 15, 19, 24) ja vähän parantaneista kahdella (nro:t 18, 22) kynnsarvo oli jopa tyypillisesti kehittyneiden kontrollilasten keskiarvoa parempi loppumittauksessa. Sen sijaan vaikka molempien ryhmien lapset olivat parantaneet kynnsarvoaan myös äänen nousuajan erottelussa, kahta tutkittavaa (nro:t 15, 21) lukuun ottamatta kaikilla kynnsarvo jäi tyypillisesti kehittyneiden kontrollilasten ryhmäkeskiarvoa heikommaksi.

Kuviosta 8 näkee myös sen, kuinka suurta yksilöiden sisäinen vaihtelu on mittauskerrasta toiseen. Vaikka alku- ja loppumittauksessa jokaisen auditiivisen erottelun testin kohdalla valittiin tarkasteluun kahdesta mitatusta kynnsarvosta parempi pyrkimyksenä saada esiin tutkittavan paras mahdollinen erottelukyky, niin silti osalla tutkittavista (esim. nro:t 14, 21) kynnsarvo ainakin yhdessä auditiivisen erottelun mittarissa jäi loppumittauksessa selvästi heikommaksi kuin alkumittauksessa. Jos ja kun ei ole syytä olettaa auditiivisen erottelun taitojen huonontuneen harjoittelun aikana, niin tulokset viittaavat siihen, että osalla tutkittavista suoritustaso vaihteli paljon eri mittauskerroilla.

4 POHDINTA

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää mahdollisia poikkeavuuksia auditiivisen erottelun taidoissa ja ei-kielellisen auditiivisen harjoittelun vaikuttavuutta 4–6-vuotiailla lapsilla, joilla on kielellinen erityisvaikeus. Ryhmätason tarkastelujen lisäksi tutkittiin auditiivisen erottelun taidoissa sekä kielellisissä ja kognitiivisissa taidoissa tapahtuneita yksilöllisiä muutoksia, jotka usein saattavat peittyä ryhmätason tarkastelujen alle. Hypoteesina oli, että auditiivisen erottelun taidot paranevat harjoittelun seurauksena. Harjoittelun yleistymisestä kielellisiin ja kognitiivisiin taitoihin ei voitu esittää selkeää hypoteesia, koska vaikutusten oletettiin olevan melko yksilöllisiä. Tulosten mukaan ei-kielellinen auditiivinen harjoittelu paransi harjoiteltuja auditiivisen erottelun taitoja ja lisäksi joitakin kielellisiä taitoja (ohjeiden ymmärtäminen ja värien nopea nimeäminen) niin, että suorituksen paraneminen oli SLI-kuntoutusryhmällä SLI-kontrolliryhmää suurempaa.

4.1 Harjoittelun vaikutukset auditiivisen erottelun taitoihin

Tutkimuksen lähtötilanteessa molempien SLI-ryhmien puheen keston erottelu oli tyypillisesti kehittyneisiin kontrollilapsiin nähden tilastollisesti merkitsevästi heikompaa. Lisäksi SLI-kuntoutusryhmällä myös äänen keston erottelu oli tilastollisesti merkitsevästi heikompaa kuin tyypillisesti kehittyneillä. Pieni ryhmäkoko ja yksilöiden välinen suuri hajonta selittänee ainakin osittain sitä, että erot äänen nousuajan ja taajuuden erottelussa eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Toisaalta äänen nousuajan ja taajuuden erottelutehtävät osoittautuivat melko vaikeiksi myös tyypillisesti kehittyneille kontrollilapsille, joten ryhmien keskiarvoerot jäivät näissä tehtävissä pieniksi. Kliinisen Cut off -rajan heikommalle puolelle vähintään kolmessa neljästä auditiivisen erottelun tehtävästä jäi kuitenkin yli puolet SLI-ryhmiin kuuluvista lapsista, joten tämä tutkimus tukee aiempia tutkimushavaintoja (Corriveau ym., 2007; McArthur ym., 2008; McArthur & Bishop, 2004) siitä, että osalla lapsista, joilla on kielellinen erityisvaikeus, on vaikeuksia myös sellaisissa auditiivisen erottelun taidoissa, jotka eivät vaadi nopeaa auditiivista prosessointia.

Tässä tutkimuksessa SLI-kuntoutusryhmän auditiivisen erottelun taidot paranivat auditiivisen harjoittelun seurauksena hypoteesin ja aiempien tutkimustulosten (katsaus McArthur, 2009) mukaisesti. Ryhmätasolla tarkasteltuna SLI-kuntoutusryhmä paransi auditiivisen erottelun taitojaan SLI-kontrolliryhmää enemmän harjoitelluissa taidoissa eli äänen keston ja nousuajan erottelussa. Äänen

nousuajan kohdalla tulos oli selkein loppumittauksessa, kun taas äänen keston osalta tulos oli nähtävissä vasta seurantamittauksessa. Yleisesti ottaen auditiivisen erottelun taidot olivat kuitenkin seurantamittauksessa hieman heikommät kuin loppumittauksessa. Tämä saattoi kertoa taitojen huononemisesta harjoittelun loputtua tai heijastaa yksilöiden suoritus-tason vaihtelua mittauskerrasta toiseen, mikä oli nähtävissä yksilötarkastelujen tuloksissa. Ryhmätasolla SLI-kuntoutusryhmän äänen keston ja nousuajan erottelutaidot olivat kuitenkin seurantamittauksessa paremmät kuin alkumittauksessa, kun taas SLI-kontrolliryhmällä nämä taidot olivat heikkenet seurantamittaukseen mennessä lähes alkumittauksen tasolle (kuvio 2).

Yksilötason tarkastelut vahvistivat ryhmätason tulokset. SLI-kuntoutusryhmässä oli SLI-kontrolliryhmää enemmän tutkittavia, jotka paransivat äänen keston ja nousuajan erottelukykyään tilastollisesti merkitsevästi ja jotka siirtyivät harjoittelun seurauksena kliinisen Cut off -rajan paremmalle puolelle. Tulokset ovatkin linjassa sen yleisesti havaitun ilmiön kanssa, että auditiivisella harjoittelulla voidaan parantaa erottelukykyä nimenomaan harjoitelluissa auditiivisen erottelun taidoissa (Moore ym., 2009).

Ei-harjoitelluissa taidoissa, eli puheen keston ja äänen taajuuden erottelussa, erottelutaitojen koheneminen oli ryhmätasolla SLI-ryhmien välillä yhtä suurta. Puheen keston erottelussa molemmat SLI-ryhmät kuroivat eron tyypillisesti kehittyneisiin kiinni seurantamittaukseen mennessä, vaikka tutkimuksen lähtötilanteessa SLI-ryhmät olivat tyypillisesti kehittyneitä kontrollilapsia selvästi heikompia puheen keston erottelijoita. Vaikka yksilötarkasteluissa oli eroja SLI-ryhmien välillä niiden tutkittavien lukumäärissä, jotka siirtyivät harjoittelun seurauksena kliinisen Cut off -rajan paremmalle puolelle puheen keston tai äänen taajuuden erottelussa, niin nämäkin erot selittyvät luultavasti SLI-ryhmien ryhmäkeskiarvoeroilla tutkimuksen lähtötilanteessa. Näin ollen tässä tutkimuksessa ei saatu näyttöä auditiivisen harjoittelun yleistymisestä muille kuin harjoitelluille auditiivisen erottelun taitoalueille. Auditiivisen harjoittelun yleistymisen muihin kuin harjoiteltuihin ärsykkeisiin tai tehtäviin onkin havaittu olevan melko rajallista ja riippuvaista esimerkiksi äänen kestoista ja taajuuksista (esim. katsaus Wright & Zhang, 2009), mikä viitanee aivojen hermoverkkojen suhteellisen spesifiin muovautuvuuteen auditiivisen prosessoinnin perustasolla.

4.2 Harjoittelun vaikutukset kielellisiin ja kognitiivisiin taitoihin

Auditiivisen harjoittelun yleistymisestä korkeammanasteisiin kielellisiin tai kognitiivisiin taitoihin on aiemmissa tutkimuksissa saatu melko vähän näyttöä (esim. katsaukset Fey ym., 2011; McArthur,

2009). Yksittäisissä tutkimuksissa kielellisen ymmärtämisen taitojen (Stevens ym., 2008; Tallal ym., 1996) ja auditiivisen tarkkaavaisuuden (Stevens ym., 2008) on raportoitu kehittyneen harjoittelun seurauksena lapsilla, joilla on kielellinen erityisvaikeus. Tässä tutkimuksessa SLI-kuntoutusryhmän taidot paranivat loppumittaukseen mennessä SLI-kontrolliryhmää enemmän fonologisessa prosessoinnissa, ohjeiden ymmärtämisessä, värien nopeassa nimeämisessä, lauseiden toistamisessa, koputus ja taputus -tehtävässä sekä numerosarjoissa. Tulos säilyi seurantamittauksiin ohjeiden ymmärtämisessä, värien nopeassa nimeämisessä sekä koputus ja taputus -tehtävässä. Yksilöllisten RCI-vertailujen mukaan ohjeiden ymmärtäminen, lauserakenteiden ymmärtäminen, lauseiden toistaminen sekä koputus ja taputus olivat tehtäviä, joissa SLI-kuntoutusryhmässä oli SLI-kontrolliryhmää enemmän tutkittavia, jotka paransivat suorituspistemääräänsä tilastollisesti merkitsevästi alkumittauksesta loppumittaukseen. Seurantamittauksessa SLI-kuntoutusryhmässä oli SLI-kontrolliryhmää lukumääräisesti enemmän suoritustaan tilastollisesti merkitsevästi parantaneita tutkittavia ohjeiden ymmärtämisessä, värien nopeassa nimeämisessä, kielellisessä sujuvuudessa sekä koputus ja taputus -tehtävässä.

SLI-kontrolliryhmän suoriutuminen sen sijaan koheni ryhmätasolla SLI-kuntoutusryhmää enemmän alkumittauksesta loppumittaukseen merkityksettömien sanojen toistamisessa, esineiden nopeassa nimeämisessä sekä auditiivisessa tarkkaavuudessa. Tulos säilyi seurantamittaukseen, tai itse asiassa ero vain suureni, merkityksettömien sanojen toistamisessa ja auditiivisessa tarkkaavuudessa. Yksilöllisten RCI-vertailujen mukaan alkumittauksesta loppumittaukseen SLI-kontrolliryhmässä oli SLI-kuntoutusryhmää enemmän tutkittavia, jotka paransivat fonologisen prosessin pistemääräänsä tilastollisesti merkitsevästi. Seurantamittaukseen mennessä tilastollisesti merkitsevästi parantaneita oli SLI-kontrolliryhmässä SLI-kuntoutusryhmää enemmän morfologiasa, auditiivisessa tarkkaavuudessa sekä numerosarjoissa.

Yksilötarkastelujen tuloksissa silmiinpistävää on se, että erot tilastollisesti merkitsevästi parantaneiden tutkittavien lukumäärissä SLI-kuntoutus- ja SLI-kontrolliryhmien välillä olivat monen mittarin kohdalla hyvin pienet (1–2 tutkittavaa). On kuitenkin syytä huomata, että ollakseen tilastollisesti merkitsevä parannus, tutkittavan pistemäärän piti kasvaa osassa tehtävistä huomattavan paljon, tehtävästä riippuen 2–24 raakapistettä. Tämä selittää ainakin osittain myös sitä, miksi koputus ja taputus -tehtävässä suoritustaan tilastollisesti merkitsevästi paransi SLI-kuntoutusryhmässä kuusi tutkittavaa mutta SLI-kontrolliryhmässä ei yksikään, vaikka huomioitiin sekä loppu- että seurantamittaus. SLI-kontrolliryhmän lähtötaso oli kyseisessä mittarissa parempi kuin SLI-kuntoutusryhmällä (raakapisteiden keskiarvo 26/30 vs. 22/30) ja koska tilastollisesti merkitsevä parannus olisi vaatinut seitsemän pisteen parannusta raakapisteisiin, ei siihen SLI-kontrolliryhmästä olisi ollut mahdollisuutta kuin yhdellä tutkittavalla. SLI-kuntoutusryhmäläisistä taas kuudella oli

mahdollisuus parantaa suoritustaan seitsemän pistettä tai enemmän. Ryhmätasolla SLI-kuntoutusryhmä kuroikin SLI-kontrolliryhmän eron kiinni ja tästä syystä efektikokotarkasteluissa havaittiin suuri efekti SLI-kuntoutusryhmän hyväksi.

Auditiivisen erottelun taitojen tapaan ryhmä- ja yksilötason tarkastelut antoivat hyvin pitkälti samansuuntaisia tuloksia myös kielellisissä ja kognitiivisissa taidoissa. Niissä taidoissa, joissa SLI-kuntoutusryhmän suorituksen paraneminen suhteessa SLI-kontrolliryhmään oli efektikoolla arvioituna suurta tai keskisuurta, oli myös SLI-kuntoutusryhmässä SLI-kontrolliryhmää enemmän tutkittavia, jotka paransivat suoritustaan tilastollisesti merkitsevästi. Fonologisessa prosessoinnissa tulokset menivät kuitenkin loppumittauksessa ristiin niin, että vaikka efektikokovertailujen mukaan SLI-kuntoutusryhmä oli parantanut suoritustaan SLI-kontrolliryhmää enemmän, niin SLI-kontrolliryhmässä oli lukumääräisesti enemmän tutkittavia, jotka paransivat suoritustaan tilastollisesti merkitsevästi. Tulos selittyy sillä, että SLI-kontrolliryhmässä oli useita suoritustaan paljon parantaneita, mutta vastaavasti myös useita, jotka saivat loppumittauksessa selvästi huonomman pistemäärän kuin alkumittauksessa. Näin ollen SLI-kontrolliryhmän keskiarvo jäi loppumittauksessa aavistuksen alkumittaukseen huonommaksi, ja koska SLI-kuntoutusryhmän keskiarvo kasvoi hieman, niin efektikokotarkastelujen mukaan SLI-kuntoutusryhmä oli parantanut enemmän.

Auditiivisen erottelun harjoittelun seurauksena SLI-kuntoutusryhmän taidot siis paranivat SLI-kontrolliryhmää selvästi enemmän sekä kielellisen ymmärtämisen (ohjeiden ymmärtäminen) että tuottamisen (värien nopea nimeäminen) taidoissa. SLI-kontrolliryhmän suoritus sen sijaan koehenki merkityksettömien sanojen toistamisessa ja auditiivisessa tarkkaavuudessa SLI-kuntoutusryhmää enemmän. Voidaan kysyä, miksi juuri näissä taidoissa näkyi eroja SLI-ryhmien välillä. Auditiivisen erottelun harjoittelun yhteys kielellisen ymmärtämisen taitojen paranemiseen on ehkä helpommin selitettävissä, koska perustason auditiivisen havaitsemisen taidot ovat yhteydessä puheen ymmärtämiseen (Corriveau ym., 2007). Ohjeiden ymmärtämisen tehtävä taas vaatii myös auditiivista havaitsemista (Korkman ym., 1998), jota auditiivisen erottelun harjoittelu nimenomaan paransi. Lisäksi myös aiemmissa tutkimuksissa (Stevens ym., 2008; Tallal ym., 1996) on saatu näyttöä auditiivisen harjoittelun suotuisista vaikutuksista kielellisen ymmärtämisen taitoihin.

Värien nimeämisen nopeutuminen auditiivisen harjoittelun seurauksena on hieman vaikeammin selitettävissä. Sujuvan ja nopean nimeämisen ajatellaan vaativan muun muassa visuaalista havaitsemista, tarkkaavuutta, työmuistia, fonologisia taitoja ja prosessointinopeutta (Denckla & Cutting, 1999; Wolf, Bowers, & Biddle, 2000). Kenties auditiivinen harjoittelu vaikutti positiivisesti joihinkin näistä taidoista ja sen seurauksena SLI-kuntoutusryhmä paransi värien nimeämisen aikaa SLI-kontrolliryhmää enemmän. Lähtötilanteessa SLI-kuntoutus- ja SLI-kontrolliryhmä olivat aivan yhtä nopeita värien nopeassa nimeämisessä. Toisaalta voidaan kysyä, miksi sitten SLI-

kontrolliryhmä paransi esineiden nimeämisen aikaa loppumittauksessa enemmän kuin SLI-kuntoutusryhmä. Kenties siksi, että SLI-kontrolliryhmä oli alkumittauksessa SLI-kuntoutusryhmää hitaampi nimeämään esineitä. Vaikka molemmat ryhmät paransivat esineiden nimeämisen aikaa, SLI-kontrolliryhmällä oli enemmän parannettavaa. Se kuroikin eron SLI-kuntoutusryhmään kiinni loppumittaukseen mennessä.

Saadut tulokset ovat mielenkiintoisia myös fonologisten taitojen osalta. Äänen nousuajan havaitsemisen on havaittu olevan yhteydessä fonologisiin taitoihin (Corriveau, Goswami, & Thomson, 2010), joten on hieman yllättävää, että SLI-kuntoutusryhmällä äänen nousuajan erottelutaidot parantivat SLI-kontrolliryhmää enemmän, mutta SLI-kontrolliryhmällä tapahtui enemmän taitojen kohe-nemista sekä ryhmä- että yksilötasolla merkityksettömien sanojen toistamisessa ja yksilötasolla fonologisessa prosessoinnissa eli juuri niissä tehtävissä, jotka vaativat fonologisia taitoja. Toisaalta vaikka merkityksettömien sanojen toistaminen ja fonologinen prosessointi vaativatkin tarkkaa audiitiivista havaitsemista (Korkman ym., 1998), niin ne ovat oleellisesti myös fonologista koodaamista, muistamista, mieleenpalauttamista ja artikulaatiota vaativia tehtäviä (Coady & Evans, 2008; Lonigan ym., 2009). Näitä kaikkia taitoja taas äänten erottelun harjoittelu ei välttämättä kohenna.

Tämän tutkimuksen tuloksissa on hieman yllättävää myös se, että auditiivisen tarkkaavuuden pistemäärä kasvoi ryhmätasolla SLI-kontrolliryhmässä enemmän kuin SLI-kuntoutusryhmässä. Tuloksen olisi voinut olettaa olevan juuri päinvastainen, koska onhan esitetty, että tietokonepohjainen (kuntoutus)ohjelma on varsinainen ”tarkkaavuuden sieppaaja” (Hintikka, Aro, & Lyytinen, 2005), joka näin ollen kehittää varsinkin tarkkaavuuden ylläpitoa. Toisaalta vaikka auditiivisen erottelun harjoittelu pakottaa kohdentamaan tarkkaavuutta kuunneltavaan materiaaliin, niin se ei välttämättä johda suorituksen paranemiseen auditiivisen tarkkaavuuden tehtävässä, joka vaatii kuitenkin muitakin taitoja, kuten inhibitiota (Korkman ym., 1998). Yleisestikin korkeammanasteiset kielelliset ja kognitiiviset taidot rakentuvat useamman komponentin varaan ja vaativat useiden aivoalueiden yhteistyötä. Tästä syystä on mahdollista, että tavanomaisessa puheterapiassa, johon SLI-kontrolliryhmäläiset osallistuivat, tulee auditiivisen erottelun harjoituspeliä monipuolisemmin harjoiteltua muun muassa fonologian ja auditiivisen tarkkaavuuden eri osatoimintoja.

On kuitenkin mahdollista, että havaitut harjoitteluvaikutukset eivät selity pelkästään auditiivisen erottelun harjoittelulla. Esimerkiksi suoritus ohjeiden ymmärtämisen tehtävässä saattoi parantua siksi, että itse harjoituspelin pelaaminen vaati tarkkaa ohjeiden kuuntelua ja niiden mukaan toimimista. Toisaalta harjoitteluvaikutukset saattavat ainakin osittain selittyä sillä kuntoutusjakson kahdenkeskisellä kuntouttaja-kuntoutettava-vuorovaikutuksella, johon SLI-kuntoutusryhmäläiset osallistuivat kolme kertaa viikossa ja josta vastasi yksi ja sama puheterapeutti. Kuntouttajan rohkaisut, neuvot ja motivointi ovat saattaneet osaltaan edistää tutkittavien ponnisteluja auditiivisen harjoitte-

lun aikana ja motivoida heitä yrittämään parhaansa myös tutkimukseen kuuluvissa mittauksissa. Toisaalta SLI-kontrolliryhmäläiset osallistuivat tutkimuksen kuntoutusjakson ajan puheterapiaan, joten myös he saivat yksilöllistä ohjausta ja huomiota omalta puheterapeutiltaan, joskin vain kerran tai kaksi viikossa. Näin ollen yksilöllisen tuen saaminen kuntoutusjakson aikana oli SLI-ryhmiä yhdistävä, ei erottava, tekijä. On myös esitetty (Uusitalo-Malmivaara, 2009), että kuntouttajan rooli tietokonepohjaisissa kuntoutuksissa olisi pienempi kuin perinteisemmissä ilman tietokonetta toteutetuissa kuntoutuksissa, joten senkin perusteella on epätodennäköistä, että havaitut harjoitteluvaikutukset selittyisivät pelkästään kuntouttajan ja kuntoutettavan välisellä vuorovaikutuksella. Lisäksi jos kielellisten ja kognitiivisten taitojen kehittyminen olisi seurausta pelkästään tästä kuntouttajan antamasta yksilöllisestä tuesta, olisi sen vaikutusten täytynyt näkyä kaikissa mitatuissa taitoalueissa. Nyt kuitenkin taitojen koheneminen oli valikoivaa.

4.3 Harjoittelusta paljon ja vähän hyötynneet

Tässä työssä tarkasteltiin myös auditiivisen erottelun harjoittelusta paljon ja vähän hyötynneiden tutkittavien yksilöllisiä suoritusprofileja tarkoituksena löytää näitä kahta ryhmää erottavia tekijöitä. Kun tarkasteltiin niitä kahdeksaa SLI-kuntoutusryhmäläistä, joilla oli auditiivisen erottelun vaikeuksia lähtötilanteessa, havaittiin, että ikä oli merkityksellinen tekijä siinä, kuka paransi auditiivisen erottelun taitojaan ja kuka ei. Samoin kuin Hallidayn ym. (2008) tutkimuksessa tässä tutkimuksessa havaittiin, että auditiivisen erottelun taitojaan tilastollisesti merkitsevästi parantaneet olivat joukon vanhimpia. Näin ollen tulokset viittaavat siihen, että auditiivisen erottelun harjoittelun hyödyllisyys saattaa riippua lapsen kognitiivisen kypsymisen tasosta. Nuoremmilla tutkittavilla auditoriset hermohermot eivät ehkä olleet kypsyneet vielä sille tasolle, että tässä tutkimuksessa käytetystä harjoitusohjelmasta olisi ollut juurikaan hyötyä. Onhan Mr. Luiki -peli alun perinkin suunniteltu alakouluikäisille lapsille (Leppänen ym., 2004) eli vähän vanhemmille lapsille kuin mitä tämän tutkimuksen tutkittavat olivat.

Halliday ym. (2008) havaitsivat myös, että hyvä tarkkaavaisuus edesauttoi auditiivista oppimista. Myös tässä tutkimuksessa auditiivinen tarkkaavuus erotteli harjoittelusta paljon ja vähän hyötynneitä, joskin vain osittain. Auditiivisen erottelun taitojaan tilastollisesti merkitsevästi parantaneiden ryhmässä oli auditiivisen tarkkaavuuden tehtävässä sekä hyvät että heikot pisteet saaneita tutkittavia, kun taas ei-parantaneiden ryhmässä kaikilla oli heikot auditiivisen tarkkaavuuden taidot tutkimuksen lähtötilanteessa. Sen sijaan merkityksettömien sanojen toistaminen ja lauserakenteiden

ymmärtäminen olivat auditiivisen erottelun taitojaan merkitsevästi parantaneilla alkumittauksessa keskimäärin heikommät kuin ei-parantaneiden ryhmällä.

Kun SLI-kuntoutusryhmäläiset jaettiin harjoittelusta paljon ja vähän hyötyneisiin sen perusteella, kuinka laajasti kielelliset ja kognitiiviset taidot paranivat harjoittelun seurauksena, havaittiin, että fonologinen muisti merkityksettömien sanojen toistaminen -tehtävällä mitattuna oli tutkimuksen lähtötilanteessa erityisen heikko kaikilla kielellisiä ja kognitiivisia taitoja vain vähän parantaneilla. Sen sijaan ne SLI-kuntoutusryhmän tutkittavat, joilla merkityksettömien sanojen toistamisen taidot olivat lähtötilanteessa paremmat, paransivat harjoittelun seurauksena muita kielellisiä ja kognitiivisia taitoja laajemmin. Tulos on samansuuntainen Oksasen (2012) havaintojen kanssa, joiden mukaan auditiivisesta ja kielellisestä tietokonepohjaisesta harjoittelusta hyötyivät sellaiset heikot lukijat, joilla fonologiset taidot ja epäsanojen toistaminen olivat olleet vahvoja jo aiemmin. Tosin erona Oksasen (2012) tuloksille, tässä tutkimuksessa sekä paljon että vähän parantaneet saivat fonologisen prosessoinnin tehtävästä suhteellisen korkeat pisteet jo tutkimuksen lähtötilanteessa.

Tämän tutkimuksen perusteella siis auditiivisen erottelun harjoittelu paransi kielellisiä ja kognitiivisia taitoja laajasti niillä tutkittavilla, jotka olivat jo alussa suhteellisen taitavia sekä fonologisessa prosessoinnissa että merkityksettömien sanojen toistamisessa. Kyky merkityksettömien sanojen toistamiseen ja kyky uusien sanojen oppimiseen on esitetty olevan yhteydessä toisiinsa (Gathercole, 2006), joten sen perusteella ei ole kovin yllättävää, että kielelliset ja kognitiiviset taidot paranivat laajasti juuri niillä, jotka olivat alun perin melko hyviä toistamaan merkityksettömiä sanoja. Hyvä työmuisti saattoi myös edesauttaa kielellisten ja kognitiivisten taitojen kehittymistä, koska myös työmuistin ajatellaan olevan yhteydessä sanaston oppimiseen ja kielelliseen ymmärtämiseen (Montgomery, 2002). On toki huomioitava, että ilmaukset ”suhteellisen taitava” tai ”melko hyvä” eivät tässä tapauksessa tarkoita sitä, että tutkittava olisi yltänyt merkityksettömien sanojen toistamisessa tai numerosarjoissa (työmuisti) ikäluokkansa keskiarvoon (10 standardipistettä) alkumittauksessa. Sen sijaan ilmauksilla tarkoitetaan sitä, että suoriutuminen näissä tehtävissä oli tutkittavan omaan tasoon nähden vahvaa.

Auditiivinen tarkkaavuus oli kielellisiä ja kognitiivisia taitoja paljon parantaneilla lähtötilanteessa hyvin heikko yhtä tutkittavaa lukuun ottamatta. Tämä tulos on toisaalta hieman yllättävä, koska joissain aiemmissä kuntoutustutkimuksissa (esim. Salmi, 2008; Torgesen, 1999) tarkkaavuuden ongelmat ovat ennemminkin heikentäneet kuntoutuksen tuloksellisuutta. Toisaalta on myös tutkimustuloksia (Hintikka ym., 2005), joiden mukaan nimenomaan tietokonepohjainen harjoittelu sopii lapsille, joilla on tarkkaavaisuuden pulmia. Mr. Luiki on seikkailupelinomaiseksi rakennettu tietokoneohjelma, joten kenties se juuri siksi tarjosi sopivasti virikettä myös lapsille, joilla oli heikot

tarkkaavaisuuden taidot. Tietokonepohjainen harjoittelu tukee tarkkaavaisuuden säilymistä ja ylläpitoa (Hintikka ym., 2005), mikä on tärkeää tulokselliselle harjoittelulle.

Tässä tutkimuksessa kielellisissä ja kognitiivisissa taidoissa vähän parantaneilla SLI-kuntoutusryhmän tutkittavilla oli lähtötilanteessa erityisen heikko fonologinen muisti merkityksetömien sanojen toistamisen tehtävällä mitattuna ja osalla myös heikko kielellinen työmuisti numerosarjat-tehtävällä mitattuna, minkä on havaittu olevan melko tyypillistä kielellisessä erityisvaikeudessa (Archibald & Gathercole, 2006; Montgomery, 2002; Weismer ym., 2000). Kenties näillä tutkittavilla nämä heikot muistitaidot heikensivät auditiivisen harjoittelun tuloksellisuutta kielellisten ja kognitiivisten taitojen osalta. Toisaalta auditiivisen erottelun harjoittelu saattoi näillä tutkittavilla harjoituttaa nimenomaan auditiivista muistia, koska loppumittaukseen mennessä suurin osa vähän parantaneiden ryhmästä oli parantanut heikkoa kielellistä lyhytkestoista muistiaan ja työmuistiaan.

Heikkojen muistitaitojen lisäksi äänen taajuuden erottelun vaikeudet saattoivat haitata kielellisten ja kognitiivisten taitojen kohenemistä vähän parantaneiden ryhmän tutkittavilla, koska onhan äänen taajuuden vaihteluiden havaitseminen oleellista puheen ymmärtämisen kannalta (Choi ym., 2005). Kielellisissä ja kognitiivisissa taidoissa vähän parantaneet olivat nimittäin erityisen heikkoja äänen taajuuden ja nousuajan erottelijoita tutkimuksen alkutilanteessa. Äänen nousuajan erottelu parani tutkittavilla harjoittelun seurauksena, kun taas taajuuserottelu ei niinkään, mikä saattoi hankaloittaa kielellisistä tehtävistä suoriutumista myös loppu- ja seurantamittauksessa. Äänen taajuushan ei ollut varsinaisesti eroteltavana kohde-elementtinä Mr. Luiki -pelissä samaan tapaan kuin äänen kesto ja nousuaika. Peli kuitenkin sisälsi taajuuksia hyvin laajalta skaalalta, joten sillä olisi voinut olla passiivista vaikutusta äänten taajuuksien erottelukykyyneen.

Kielellisissä ja kognitiivisissa taidoissa paljon parantaneiden ryhmässä auditiivinen tarkkaavuus parani alkumittauksesta loppumittaukseen selvästi viidellä niistä kuudesta tutkittavasta, joilla se oli ollut lähtötilanteessa hyvin heikko. Parantunut tarkkaavuus taas on voinut edesauttaa suoriutumista muissa kognitiivisissa ja kielellisissä tehtävissä, minkä seurauksena taidot paranivat tilastollisesti merkitsevästi usealla osa-alueella. Joissakin aiemmissa tutkimuksissa auditiivisen tarkkaavuuden on havaittu parantuneen joko neuraalisella (Stevens ym., 2008) tai behavioraalisella tasolla (Oksanen, 2012) ensisijaisesti kielellisten taitojen kohentamiseen suunnitelluilla harjoitusohjelmilla. Toisaalta ryhmätason tulokset huomioon ottaen ei voida perustellusti väittää, että auditiivisen tarkkaavuuden parantuminen alkumittauksesta loppumittaukseen olisi juuri auditiivisen erottelun harjoittelun ansiota. Efektikokotarkasteluissahan havaittiin, että ryhmätasolla SLI-kontrolliryhmän suoritus auditiivisen tarkkaavuuden tehtävässä oli parantunut SLI-kuntoutusryhmää enemmän. Lisäksi myös tyypillisesti kehittyneiden kontrollilasten ryhmäkeskiarvo auditiivisen tarkkaavuuden tehtävässä parani alkumittauksesta loppumittaukseen kolme standardipistettä eli yhden keskihajon-

nan verran (kuvio 9). Toki on mahdollista, että auditiivisen erottelun harjoittelulla oli vaikutusta myös tarkkaavuuteen, mutta suorituksen parantuminen auditiivisen tarkkaavuuden tehtävässä voi selittyä myös esimerkiksi yleisellä kypsymisellä tai uusintatestauksen vaikutuksella suoritukseen.

Harjoittelusta paljon ja vähän hyötyneiden tarkasteluissa silmiinpistävää on se, että auditiivisen erottelun taitojaan paljon, eli vähintään kahdessa mittarissa tilastollisesti merkitsevästi, parantaneista tutkittavista vain kaksi paransi myös kielellisiä ja kognitiivisia taitoja laajasti (viidessä tai useammassa tehtävässä). Toisaalta taas auditiivisen erottelun taitoja vähän parantaneista kaksi kuului silti kielellisissä ja kognitiivisissa taidoissa paljon parantaneisiin. Auditiivisen erottelun harjoittelun vaikutukset eivät siis kaikkien tutkittavien kohdalla kulkeneet sitä kautta, että harjoittelu olisi parantanut auditiivisen erottelun taitoja tilastollisesti merkitsevästi, mikä taas olisi johtanut kielellisten ja kognitiivisten taitojen selvään kohenemiseen. Tulosten perusteella voitaisiin siis periaatteessa kyseenalaistaa oletettu kausaalinen yhteys auditiivisen erottelun ja kielellisten taitojen välillä. On kuitenkin muistettava, että tämän tutkimuksen aineisto oli melko pieni ja kielellinen erityisvaikeus on sekä oirekuvaltaan sekä riskitekijöiltään hyvin heterogeeninen häiriö (Bishop, 2006), joten ei olisi kovin realistista olettaa, että auditiivinen harjoittelu parantaa kuullunerottelukykyä, mikä puolestaan johtaa kielellisten taitojen kohenemiseen kaikilla lapsilla, joilla on kielellinen erityisvaikeus. Ennemminkin tutkimus vain osoittaa jo aiemmissa kuntoutustutkimuksissa (esim. Oksanen, 2012; Salmi, 2008) esiin tulleen ilmiön, että harjoittelun vaikutukset ovat usein hyvin yksilöllisiä.

4.4 Tutkimuksen arviointia

Tämä tutkimus on ilmeisesti ensimmäinen, jossa lapsia, joilla on kielellinen erityisvaikeus, on pyritty kuntouttamaan pelkästään ei-kielellisistä ärsykkeistä koostuvalla harjoitusohjelmalla. Tuloksiin täytyy sen takia suhtautua varauksella, kunnes saadaan lisää tutkimustuloksia vastaavanlaisista tutkimuksista. Aineiston pieni koko ja tutkittavien heterogeenisyys auditiivisen erottelun taitojen sekä kielellisten ja kognitiivisten taitojen suhteen täytyy myös ottaa huomioon tuloksia tulkittaessa. Voidaan myös miettiä auditiivisen erottelun harjoitteluun käytetyn kokonaisajan – noin 13 tuntia – riittävyttä. Aiemmissä tutkimuksissa on havaittu, että auditiivisen erottelun taidot voivat kohentua jo yhden harjoituskerran aikana, mutta on epäselvää, kuinka pitkäkestoista ja intensiivistä harjoittelun täytyisi olla, jotta auditiivisella harjoittelulla olisi vaikutuksia myös kielellisiin taitoihin (ks. katsaukset Moore ym., 2009; Wright & Zhang, 2009). Esimerkiksi Stevens ym. (2008) raportoivat kielellisen ymmärtämisen taitojen parantuneen auditiivisen prosessoinnin harjoittelun seurauksena, mutta

kyseisessä tutkimuksessa harjoittelua kertyi kuuden viikon aikana yhteensä 50 tuntia eli huomattavasti enemmän kuin tässä tutkimuksessa. Kenties tässäkin tutkimuksessa harjoittelun vaikutukset kielellisiin taitoihin olisivat olleet laajemmat, jos harjoituspeleiden pelaamisen käytetty kokonaisaika olisi ollut pidempi.

Toisaalta voidaan miettiä, olisivatko harjoittelun hyödyt olleet suuremmat, jos ei-kielellisellä ärsykemateriaalilla toteutetun harjoittelun jälkeen olisi ollut toinen harjoittelujakso, jossa olisi hyödynnetty kielellisiä ärsykeitä. Näin olisi ensin harjoituttu perustason audittiivista prosessointia ja sen jälkeen edetty puheen prosessoinnin tasolle. Tällainen tutkimusasetelma on aiemmin toteutettu heikosti lukevilla kolmasluokkalaisilla lapsilla (Oksanen, 2012), mutta ei tiettävästi lapsilla, joilla on kielellinen erityisvaikeus. Oksanen (2012) tulosten mukaan audittiivisessa harjoittelussa olisi syytä käyttää kielellisiä ärsykeitä ainakin, jos tavoitteena on kohentaa lukemisen taitoja.

Tämän tutkimuksen vahvuutena voidaan pitää harjoittelun vaikuttavuuden arviointia monipuolisesti sekä ryhmä- että yksilötasolla. Tutkimuksissa (esim. Lamminmäki ym., 1997; Oksanen, 2012) on pohdittu sitä, että harjoittelun vaikuttavuuden tutkiminen ryhmätasolla saattaa peittää alleen osan mielenkiintoisista yksilöllisistä harjoitteluvaikutuksista. Se saattaa joissain tapauksissa myös johtaa vääranlaiseen tulosten tulkintaan. Jos tässä tutkimuksessa olisi pitäyditty pelkästään ryhmätason tarkasteluihin, olisi harjoittelun vaikuttavuus fonologisen prosessoinnin taitojen osalta tulkittu virheellisesti. Tämähän oli tehtävä, jossa efektikotarkastelujen mukaan SLI-kuntoutusryhmä paransi suoritustaan SLI-kontrolliryhmää enemmän alkumittauksesta loppumittaukseen. Yksilötarkastelut kuitenkin osoittivat, että SLI-kontrolliryhmässä oli useita tutkittavia, jotka paransivat fonologisen prosessoinnin pistemääräänsä tilastollisesti merkitsevästi, mutta vastaavasti ryhmässä oli useampi tutkittava, jolla pistemäärä loppumittauksessa jäi selvästi alkumittauksen pistemäärää heikommaksi. Tästä syystä ryhmäkeskiarvo jopa laski hieman alkumittauksesta loppumittaukseen. Ryhmäkeskiarvojen tarkastelu antoi siis tässä tapauksessa aivan väärän kuvan siitä, miten fonologisen prosessoinnin pistemäärät yksittäisten tutkittavien kohdalla muuttuivat alkumittauksesta loppumittaukseen. Tämä on esimerkki siitä, miksi pelkät ryhmätason tarkastelut eivät ehkä ole optimaalisin analyysimenetelmä kuntoutustutkimuksiin. Sen sijaan niiden käyttö yhdessä yksilötason tarkastelujen kanssa voi antaa luotettavampaa ja yksityiskohtaisempaa tietoa harjoittelun tai kuntoutuksen vaikuttavuudesta.

Se, miten yksilötarkastelut tulisi toteuttaa, on kuitenkin oma kysymyksensä. Tässä tutkimuksessa hyödynnettiin RCI-analyysiä, koska se kertoo, onko suoritustasossa tapahtunut muutos ollut tilastollisesti merkitsevä. Toinen tapa, joka olisi saattanut johtaa osittain erilaisiin tuloksiin ja johtopäätöksiin, olisi ollut tarkastella suorituksen paranemista hajontapisteinä suhteessa tyypillisesti kehittyneisiin kontrollilapsiin. Tällöin olisi voitu katsoa sitä, kuinka lähelle niin sanottua normaalia

suoritusta tutkittavat yltyvät. Toisaalta RCI:n käyttöä puolsi se, että siinäkin voitiin tutkittavien suorituksen paraneminen suhteuttaa tyypillisesti kehittyneisiin. Tyypillisesti kehittyneiden suoritusasteen huomioiva Cut off -arvo asettaa nimittäin yhdenlaisen kriteerin sille, poikkeako tutkittavan suoritus paljon vai vähän ikäluokan normaalitasosta. Näin ollen RCI-analyysi antoi mahdollisuuden tarkastella tutkittavien suoritusasteessa tapahtuneita yksilöllisiä muutoksia sekä tilastollisen että kliinisen merkitsevyyden kannalta, mikä voidaan nähdä kyseisen analyysitavan merkittävänä etuna.

4.5 Johtopäätökset

Tässä tutkimuksessa ei-kielellinen auditiivisen erottelun harjoittelu paransi harjoiteltuja auditiivisen erottelun taitoja 4–6-vuotiailla lapsilla, joilla on kielellinen erityisvaikeus. Kuntoutettavan iällä, tai kognitiivisen kypsymisen tasolla, saattoi kuitenkin olla ratkaiseva merkitys siinä, kuinka paljon harjoittelusta oli hyötyä auditiivisen erottelun taitoihin. Auditiivisen erottelun harjoittelulla näyttäisi olevan positiivisia vaikutuksia myös joihinkin kielellisen ymmärtämisen ja tuottamisen taitoihin, joskin vaikutukset voivat olla hyvin yksilöllisiä. Harjoittelun tuloksellisuutta kielellisten ja kognitiivisten taitojen näkökulmasta voi edesauttaa jo alun perin vahvat fonologisen muistin ja prosessoinnin taidot.

Ei-kielellisistä auditiivisen erottelun harjoittelua voisikin suositella puheterapian lisänä lapsille, joilla on tai joilla epäillään olevan auditiivisen prosessoinnin tai kielen kehityksen vaikeuksia. Varsinkin jos tällainen harjoituspeleli olisi vapaasti Internetissä saatavilla oleva, sitä voisi hyödyntää kuka tahansa. Helposti saatavilla olevien ja toimiviksi osoitettujen kuntoutussovellutusten kehittäminen on tärkeä haaste tulevaisuudelle, koska yhteiskunnan resurssit harvoin riittävät tarjoamaan esimerkiksi puheterapiapalveluja kaikille niille, jotka niitä tarvitsisivat tai voisivat niistä hyötyä.

Tämä tutkimus myös osoitti, että ryhmätason tarkastelut eivät välttämättä kerro koko totuutta harjoittelun vaikuttavuudesta, koska yleensä harjoittelu toimii joillakin mutta ei kaikilla. Tässä tutkimuksessa haluttiinkin tuoda uudenlaiseen kontekstiin psykoterapiatutkimuksen puolella laajemmin käytetty RCI-analyysi (Jacobson & Truax, 1991), joka tarjoaa samanaikaisesti sekä tilastollisen että kliinisen tavan tarkastella kuntoutuksen tai harjoittelun vaikuttavuutta. Tällaisen yksilöllisemmän lähestymistavan toivoisi yleistyvän myös kehitys- ja neuropsykologian alan kuntoutustutkimuksiin perinteisten ryhmätason tilastollisten vertailujen lisäksi, jotta voitaisiin paremmin ymmärtää, miten kuntoutus toimii ja ketkä siitä hyötyvät.

LÄHTEET

- Ahonen, T., Tuovinen, S., & Leppäsaari, T. (1999). *Nopean sarjallisen nimeämisen testi*. Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti & Haukkarannan koulu.
- Amitay, S., Zhang, Y.-X., & Moore, D. R. (2012). Asymmetric transfer of auditory perceptual learning. *Frontiers in Psychology* 3, 1–8.
- Archibald, L. M. D., & Gathercole, S. E. (2006). Short-term and working memory in specific language impairment. *International journal of language and communication disorders* 41, 675–693.
- Benasich, A. A., Choudhury, N., Friedman, J. T., Realpe-Bonilla, T., Chojnowska, C., & Gou, Z. (2006). The infant as a prelinguistic model for language learning impairments: predicting from event-related potentials to behavior. *Neuropsychologia* 44, 396–411.
- Benasich, A. A., & Tallal, P. (2002). Infant discrimination of rapid auditory cues predicts later language impairment. *Behavioural Brain Research* 136, 31–49.
- Benasich, A. A., Thomas, J. J., Choudhury, N., & Leppänen, P. H. (2002). The importance of rapid auditory processing abilities to early language development: evidence from converging methodologies. *Developmental psychobiology* 40, 278–292.
- Bishop, D. V. M. (2006). What causes specific language impairment in children? *Current Directions in Psychological Science* 15, 217–221.
- Bishop, D. V. M., & Snowling, M. J. (2004). Developmental dyslexia and specific language impairment: Same or different? *Psychological Bulletin* 130, 858–886.
- Catts, H. W., Fey, M. E., Tomblin, J. B., & Zhang, X. (2002). A Longitudinal investigation of reading outcomes in children with language impairments. *Journal of Speech Language and Hearing Research* 45, 1142–1157.
- Choi, J.-Y., Hasegawa-Johnson, M., & Cole, J. (2005). Finding intonational boundaries using acoustic cues related to the voice source. *Journal of the Acoustical Society of America* 118, 2579–2588.
- Choudhury, N., & Benasich, A. A. (2011). Maturation of auditory evoked potentials from 6 to 48 months: prediction to 3 and 4 year language and cognitive abilities. *Clinical Neurophysiology* 122, 320–338.
- Coady, J. A., & Evans, J. L. (2008). Uses and interpretations of non-word repetition tasks in children with and without specific language impairment (SLI). *International Journal of Language & Communication Disorders* 43, 1–40.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2. painos). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

- Cohen, W., Hodson, A., O'Hare, A., Boyle, J., Durrani, T., McCartney, E., Matthey, M., Naftalin, L., & Watson, J. (2005). Effects of computer-based intervention through acoustically modified speech (Fast ForWord) in severe mixed receptive-expressive language impairment: Outcomes from a randomized controlled trial. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research* 48, 715–729.
- Corriveau, K. H., Goswami, U., & Thomson, J. M. (2010). Auditory processing and early literacy skills in a preschool and kindergarten population. *Journal of Learning Disabilities* 43, 369–382.
- Corriveau, K., Pasquini, E., & Goswami, U. (2007). Basic auditory processing skills and specific language impairment: A new look at an old hypothesis. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research* 50, 647–666.
- Denckla, M. B., & Cutting, L. E. (1999). History and significance of rapid automatized naming. *Annals of Dyslexia* 49, 29–42.
- Ebert, K. D., & Kohnert, K. (2011). Sustained attention in children with primary language impairment: A meta-analysis. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research* 54, 1372–1384.
- Ellis, P. D. (2009). Effect size equations. [viitattu 15.9.2013]. Saatavissa: http://www.polyu.edu.hk/mm/effectsizefaqs/effect_size_equations2.html.
- Fey, M. E., Richard, G. J., Geffner, D., Kamhi, A. G., Medwetsky, L., Paul, D., Ross-Swain, D., Wallach, G. P., Frymark, T., & Schooling, T. (2011). Auditory processing disorder and auditory/language interventions: An evidence-based systematic review. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools* 42, 246–264.
- Fisher, S. E., Lai, C. S., & Monaco, A. P. (2003). Deciphering the genetic basis of speech and language disorders. *Annual review of neuroscience* 26, 57–80.
- Fitch, R. H., & Tallal, P. (2003). Neural mechanisms of language-based learning impairments: Insights from human populations and animal models. *Behavioral and Cognitive Neuroscience Reviews* 2, 155–178.
- Gathercole, S. E. (2006). Nonword repetition and word learning: The nature of the relationship. *Applied Psycholinguistics* 27, 513–543.
- Gathercole, S. E., & Baddeley, A. D. (1990). Phonological memory deficits in language disordered children: Is there a causal connection? *Journal of memory and language* 29, 336–360.
- Gay, T. (1978). Physiological and acoustic correlates of perceived stress. *Language and Speech* 21, 347–353.
- Halliday, L. F., Taylor, J. L., Edmondson-Jones, A. M., & Moore, D. R. (2008). Frequency discrimination learning in children. *Journal of the Acoustical Society of America* 123, 4393–4402.
- Hannus, S., Kauppila, T., & Launonen, K. (2009). Increasing prevalence of specific language impairment (SLI) in primary healthcare of a Finnish town, 1989–99. *International Journal of Language & Communication Disorders* 44, 79–97.

- Hatcher, P. J. (2000). Reading intervention need not be negligible: Response to Cossu (1999). *Reading and Writing* 13, 349–355.
- Hintikka, S., Aro, M., & Lyytinen, H. (2005). Computerized training of the correspondences between phonological and orthographic units. *Written Language & Literacy* 8, 155–178.
- Hämäläinen, J. A., Leppänen, P. H. T., Eklund, K., Thomson, J., Richardson, U., Guttorm, T. K., Witton, C., Poikkeus, A.-M., Goswami, U., & Lyytinen, H. (2009). Common variance in amplitude envelope perception tasks and their impact on phoneme duration perception and reading and spelling in Finnish children with reading disabilities. *Applied Psycholinguistics* 30, 511–530.
- Iivonen, A. (1998). Intonation in Finnish. Teoksessa D. Hirst & A. Di Cristo (toim.), *Intonation systems: A survey of twenty languages* (s. 311–327). Cambridge: Cambridge University Press.
- Jacobson, N. S., & Truax, P. (1991). Clinical significance: A statistical approach to defining meaningful change in psychotherapy research. *Journal of Consulting and Clinical Psychology* 59, 12–19.
- Karlsson, F. (1982). *Suomen kielen äänne- ja muotorakenne*. Juva: WSOY.
- Korkman, M., Kirk, U., & Kemp, S. L. (1998). *NEPSY: Lasten neuropsykologinen tutkimus*. Helsinki: Psykologien kustannus.
- Kyle, F., Kujala, J., Richardson, U., Lyytinen, H., & Goswami, U. (2013). Assessing the effectiveness of two theoretically motivated computer-assisted reading interventions in the United Kingdom: GG Rime and GG Phoneme. *Reading Research Quarterly* 48, 61–76.
- Käypä hoito. (2010). Kielellinen erityisvaikeus (dysphasia, lapset ja nuoret). Käypä hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin, Suomen Foniatriit ry:n ja Suomen Lastenneurologisen yhdistyksen ja asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen lääkäri-seura Duodecim [sähköinen versio]. [viitattu: 15.9.2013]. Saatavissa: <http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suositukset/naytaartikkeli/tunnus/hoi50085>
- Lamminmäki, T., Ahonen, T., Todd de Barra, H., Tolvanen, A., Michelsson, K., & Lyytinen, H. (1997). Two-year group treatment for children with learning difficulties: Assessing effects of treatment. *Journal of Learning Disabilities* 30, 354–364.
- Lehtonen, J. (1970). *Aspects of quantity in standard Finnish*. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto, *Studia Philologica Jyväskyläensia* VI.
- Leppänen, P., Oksanen, A., & Hämäläinen, J. (2004). Mr. Luiki – Auditiivisen erottelun harjoitus-peli. Teoksessa M. Kankaanranta, P. Neittaanmäki, & P. Häkkinen (toim.), *Digitaalisten pelien maailmoja* (173–181). Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto, Koulutuksen tutkimuslaitos ja Agora Center, Game Lab.
- Leppänen, P. H. T., Richardson, U., Pihko, E., Eklund, K. M., Guttorm, T. K., Aro, M., & Lyytinen, H. (2002). Brain responses to changes in speech sound durations differ between infants with and without familial risk for dyslexia. *Developmental Neuropsychology* 22, 407–422.

- Lonigan, C. J., Anthony, J. L., Phillips, B. M., Purpura, D. J., Wilson, S. B., & McQueen, J. D. (2009). The nature of preschool phonological processing abilities and their relations to vocabulary, general cognitive abilities, and print knowledge. *Journal of Educational Psychology* 101, 345–358.
- Loo, J. H. Y., Bamiou, D.-E., Campbell, N., & Luxon, L. M. (2010). Computer-based auditory training (CBAT): benefits for children with language- and reading-related learning difficulties. *Developmental Medicine & Child Neurology* 52, 708–717.
- Lyytinen, P. (2003). *Morfologiatesti. Taivutusmuotojen hallinnan mittausmenetelmä lapsille* (2. painos). Jyväskylän Lapsitutkimuskeskus ja Niilo Mäki Instituutti. Jyväskylä: Yliopistopaino.
- McArthur, G. M. (2009). Auditory processing disorders: can they be treated? *Current Opinion in Neurology* 22, 137–143.
- McArthur, G. M., & Bishop, D. V. M. (2004). Which people with specific language impairment have auditory processing deficits? *Cognitive Neuropsychology* 21, 79–94.
- McArthur, G. M., & Bishop, D. V. M. (2005). Speech and non-speech processing in people with specific language impairment: A behavioural and electrophysiological study. *Brain and Language* 94, 260–273.
- McArthur, G. M., Ellis, D., Atkinson, C. M., & Coltheart, M. (2008). Auditory processing deficits in children with reading and language impairments: can they (and should they) be treated? *Cognition* 107, 946–77.
- Merzenich, M. M., Jenkins, W. M., Johnston, P., Schreiner, C., Miller, S. L., & Tallal, P. (1996). Temporal processing deficits of language-learning impaired children ameliorated by training. *Science* 271, 77–81.
- Montgomery, J. W. (2002). Understanding the language difficulties of children with specific language impairments: Does verbal working memory matter? *American Journal of Speech-Language Pathology* 11, 77–91.
- Moore, B. C. J. (2008). Basic auditory processes involved in the analysis of speech sounds. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 363, 947–936.
- Moore, D. R., Halliday, L. F., & Amitay, S. (2009). Use of auditory learning to manage listening problems in children. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 364, 409–420.
- Moore, D. R., Rosenberg, J. F., & Coleman, J. S. (2005). Discrimination training of phonemic contrasts enhances phonological processing in mainstream school children. *Brain and Language* 94, 72–85.
- Murphy, K., Myors, B., & Wolach, A. (2009). *Statistical power analysis: A simple and general model for traditional and modern hypothesis tests* (3. painos). New York: Routledge.
- Nakagava, S. (2004). A farewell to Bonferroni: the problems of low statistical power and publication bias. *Behavioral Ecology* 15, 1044–1045.
- Oksanen, A. (2012). *Auditiivisen ja kielellisen harjoittelun vaikutus kolmannella luokalla olevien heikkojen lukijoiden lukutaitoon*. Väitöskirja. Jyväskylän yliopisto.

- Pennington, B. F. (2006). From single to multiple deficit models of developmental disorders. *Cognition* 101, 385–413.
- Pennington, B. F., & Bishop, D. V. M. (2009). Relations among speech, language, and reading disorders. *Annual Review of Psychology* 60, 283–306.
- Rice, M. L., & Wexler, K. (1996). Toward tense as a clinical marker of specific language impairment in English-speaking children. *Journal of Speech, Language and Hearing Research* 39, 1239–1257.
- Rosen, S. (2003). Auditory processing in dyslexia and specific language impairment: is there a deficit? What is its nature? Does it explain anything? *Journal of Phonetics* 31, 509–527.
- Salmi, P. (2008). *Nimeäinen ja lukemisvaikeus. Kehityksen ja kuntoutuksen näkökulma*. Väitöskirja. Jyväskylän yliopisto.
- Shannon, R. V., Zeng, F.-G., Kamath, V., Wygonski, J., & Ekelid, M. (1995). Speech recognition with primarily temporal cues. *Science* 270, 303–304.
- Stevens, C., Fanning, J., Coch, D., Sanders, L., & Neville, H. (2008). Neural mechanisms of selective auditory attention are enhanced by computerized training: Electrophysiological evidence from language-impaired and typically developing children. *Brain Research* 1205, 55–69.
- Strong, G. K., Torgerson, C. J., Torgerson, D., & Hulme, C. (2011). A systematic meta-analytic review of evidence for the effectiveness of the ‘Fast ForWord’ language intervention program. *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 52, 224–235.
- Tallal, P. (2000). Experimental studies of language learning impairments: From research to remediation. Teoksessa D. M. Bishop & L. B. Leonard (toim.), *Speech and language impairments in children: Causes, characteristics, intervention and outcome* (s. 131–155). Philadelphia, PA: Psychology Press.
- Tallal, P. (2004). Improving language and literacy is a matter of time. *Nature Reviews Neuroscience* 5, 721–728.
- Tallal, P., Miller, S. L., Bedi, G., Byma, G., Wang, X., Nagarajan, S. S., Schreiner, C., Jenkins, W. M., & Merzenich, M. M. (1996). Language comprehension in language-learning impaired children improved with acoustically modified speech. *Science* 271, 81–84.
- Tallal, P., & Piercy, M. (1974). Developmental aphasia: Rate of auditory processing and selective impairment of consonant perception. *Neuropsychologia* 12, 83–93.
- Tallal, P., & Piercy, M. (1978). Defects of auditory perception in children with developmental dysphasia. Teoksessa M. A. Wyke (toim.) *Developmental Dysphasia* (s. 63–84). Lontoo: Academic Press.
- Tomblin, J. B., Records, N. L., Buckwalter, P., Zanch, X., Smith, E., & O’Brien, M. (1997). Prevalence of specific language impairment in kindergarten children. *Journal of Speech Language and Hearing Research* 40, 1245–1260.

- Torgesen, J. K., Wagner, R. K., Rashotte, C. A., Rose, E., Lindamood, P., Conway, T., & Garvan, C. (1999). Preventing reading failure in young children with phonological processing disabilities: Group and individual responses to instruction. *Journal of Educational Psychology* 91, 579–593.
- Uusitalo-Malmivaara, L. (2009). *Lukemisen vaikeuden kuntoutus ensiluokkalaisilla. Kolme pedagogista interventiota*. Väitöskirja. Helsingin yliopisto.
- van der Lely, H. K. J. (2005). Domain-specific cognitive systems: insight from Grammatical-SLI. *TRENDS in Cognitive Sciences* 9, 53–59.
- van der Lely, H. K. J., Rosen, S., & Adlard, A. (2004). Grammatical language impairment and the specificity of cognitive domains: relations between auditory and language abilities. *Cognition* 94, 167–183.
- Wechsler, D. (1995). *WPPSI-R. Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence–Revised* [suomenkielinen painos]. Helsinki: Psykologien kustannus.
- Weismer, S. E., Tomblin, J. B., Zhang, X., Buckwalter, P., Chynoweth, J. G., & Jones, M. (2000). Nonword repetition performance in school-age children with and without language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research* 43, 865–878.
- Wolf, M., Bowers, P. G., & Biddle, K. (2000). Naming-speed processes, timing, and reading : A conceptual review. *Journal of Learning Disabilities* 33, 387–407.
- World Health Organization; WHO (2011). *Tautiluokitus ICD-10* [suomalainen 3. uudistettu painos, sähköinen versio]. [viitattu 15.9.2013]. Saatavissa: <http://www.thl.fi/thl-client/pdfs/15c30d65-2b96-41d7-aca8-1a05aa8a0a19>.
- Wright, B. A., Buonomano, D. V., Mahncke, H. W., & Merzenich, M. M. (1997a). Learning and generalization of auditory temporal-interval discrimination in human. *Journal of Neuroscience* 17, 3956–3963.
- Wright, B. A., Lombardino, L. J., King, W. M., Puranik, C. S., Leonard, C. M., & Merzenich, M. M. (1997b). Deficits in auditory temporal and spectral resolution in language-impaired children. *Nature* 387, 176–178.
- Wright, B. A., & Zhang, Y. (2009). A review of the generalization of auditory learning. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 364, 301–311.
- Zahra, D., & Hedge, C. (2010). The reliable change index: Why isn't it more popular in academic psychology? *PsyPag Quarterly* 76, 14–19.