

Puheen sarjallinen motoriikka 8-10-vuotiailla lapsilla, joilla on kehityksellinen kielihäiriö tai varhaislapsuuden viivästynyt kielenkehitys

Annina Matikainen

Pro gradu -tutkielma

Ohjaaja: Elina Mainela-Arnold

Yhteiskuntatieteellinen tiedekunta

Psykologian ja logopedian laitos

Logopedia

6.1.2020

Turun yliopiston laatu järjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck -järjestelmällä.

TURUN YLIOPISTO  
Psykologian ja logopedian laitos

MATIKAINEN, ANNINA: Puheen sarjallinen motorikka 8-10-vuotiailla lapsilla, joilla on kehityksellinen kielihäiriö tai varhaislapsuuden viivästynyt kielenkehitys

Pro gradu-tutkielma, 29 s.

Logopedia

Tammikuu, 2020

---

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia sarjallisia motorisia taitoja lapsilla, joilla kielenkehitys on ollut viiveistä varhaislapsuudessa, mutta jotka ovat ottaneet kiinni ikätason kouluikänsä mennessä (LT) sekä lapsilla, joilla on kehityksellinen kielihäiriö (DLD). Sarjallisia motorisia taitoja tutkimalla voidaan saada tietoa lasten proseduraalisen muistin toiminnasta ja näin ollen yhdeksi kehityksellisen kielihäiriön selittäjäksi esitetyn proseduraalisen muistin hypoteesin toteutumisesta. Tutkimuksessa motoriset sarjat jaettiin sarjallisesti yksinkertaisiin ja monimutkaisiin. Aiemman tutkimuksen pohjalta hypoteesina oli, että DLD-ryhmä suoriutuu suhteellisesti heikommin monimutkaisissa kuin yksinkertaisissa sarjoissa verrattaessa tyypillisesti kehittyviin (TK) lapsiin. Koska viivästyneeseen kielenkehitykseen liittyvät haasteet ovat hyvin samantyyppisiä kuin kehityksellisessä kielihäiriössä, voidaan ajatella, että näiden lasten yhä kouluikässä kokemat lievät vaikeudet johtuvat lievästä proseduraalisen muistin toiminnan heikkoudesta. Näin ollen hypoteesina oli, että myös LT-ryhmä suoriutuu suhteessa heikommin monimutkaisista sarjoista verrattaessa TK-ryhmään.

Tutkittavia oli tässä tutkimuksessa yhteensä 58, ja he valikoituivat Turun yliopiston NeuroTalk-projektista. TK-ryhmään kuului 33 lasta, LT-ryhmään 13 lasta ja DLD-ryhmään 12 lasta. Tutkittavien sarjallisia motorisia taitoja tutkittiin NEPSY:n kuuluvalla suun motoristen sarjojen tehtävällä.

Tutkimuksen päätulos oli se, että LT-ryhmä ei eronnut merkitsevästi TK-ryhmästä yksinkertaisissa eikä monimutkaisissa sarjoissa, kun taas DLD-ryhmä erosi TK-ryhmästä kummissakin sarjoissa. Ero ryhmien välillä oli kuitenkin hypoteesin vastaisesti suurempi yksinkertaisissa sarjoissa. Koska LT-ryhmän suun motorisissa sarjallisissa taidoissa ei ollut eroa verrattuna TK-ryhmään, voidaan ajatella, että viivästyneeseen kielenkehitykseen ei liity heikkoutta proseduraalisen muistin toiminnassa. Nämä tulokset viittaavat siihen, että sarjallinen suun motorikka voisi olla erotusdiagnostinen tekijä viivästyneen kielenkehityksen ja kehityksellisen kielihäiriön välillä. Mikäli tämä pitää paikkansa, helpottaisi tämä kliinistä työtä tekeviä puheterapeutteja kohdistamaan resursseja oikeille lapsille jo varhaisemmassa vaiheessa.

## Sisällys

1 Johdanto .....	1
1.1 Viivästynyt kielenkehitys.....	2
1.2 Kehityksellinen kielihäiriö .....	3
1.2.1 Kehityksellisen kielihäiriön teorit .....	3
1.3 Proseduraalisen muistin hypoteesi kehityksellisen kielihäiriön selittäjänä.....	5
1.3.1 Proseduraalisen muistin aivoperusta .....	6
1.3.2 Proseduraalisen muistin tutkiminen .....	7
1.4 Suun motoriikka ja kehityksellinen kielihäiriö .....	9
2 Tutkimuskysymykset .....	11
3 Aineisto ja menetelmät.....	12
3.1 Tutkittavat .....	12
3.2 Tutkimusmenetelmät.....	17
3.3 Tutkimuksen kulku .....	18
3.4 Tutkimuksen eettisyys .....	18
4 Tulokset.....	20
4.1 Koko aineistoa koskeva analyysi .....	20
4.2 Ryhmien väliset erot .....	22
4.3 Iän vaikutus tuloksiin.....	22
5 Pohdinta .....	24
5.1 LT- ja TK-ryhmien suoriutuminen .....	24
5.2 LT+DLD- ja TK-ryhmien suoriutuminen .....	25
5.3 Tutkimuksessa käytetty tehtävä .....	26
5.4 Tutkittaviin liittyvät rajoitukset .....	28
5.5 Yhteenveto .....	29
Lähteet .....	30

## 1 Johdanto

Tässä pro gradu -tutkielmassa tarkastelen sarjallisia motorisia taitoja lapsilla, joilla on kehityksellinen kielihäiriö (engl. developmental language disorder, DLD) sekä lapsilla, joilla on ollut aiemmin viivästynyt kielenkehitys, mutta ovat ottaneet ikätason kouluikänsä mennessä kiinni (engl. late talkers, LT). Tarkoituksena on selvittää, eroaako DLD- ja LT-ryhmien suoriutuminen tyypillisesti kehittyvistä lapsista sarjallisesti yksinkertaisempien ja monimutkaisempien suun motoristen sarjojen toistamisessa. Tämä voisi kertoa meille lisää kehityksellisen kielihäiriön yhdeksi mahdolliseksi selittäjäksi esitetyn proseduraalisen muistin hypoteesin toteutumisesta ja näin ollen lisätä tietoutta niin viivästyneen kielenkehityksen kuin kehityksellisen kielihäiriönkin taustalla vaikuttavista tekijöistä. Kehityksellistä kielihäiriötä ja sen taustatekijöitä on tärkeä tutkia, sillä kielelliset vaikeudet jatkuvat usein aikuisikään ja voivat aiheuttaa haasteita esimerkiksi kouluttautumisessa sekä työelämässä (Leonard, 2014).

Kielen kehitys viivästyy noin 10-20 prosentilla lapsista ilman, että viive johtuisi esimerkiksi kehitysvammasta, autismin kirjon häiriöstä tai kuulo- tai näkövammasta (esim. Klee ym., 1998; Rescorla & Achenbach, 2002; Zubrick, Taylor, Rice & Slegers, 2007). Noin 50-70 prosenttia näistä lapsista ottavat tyypillisesti kehittyvät lapset kiinni kehityksessä (Dale, Price, Bishop & Plomin, 2003). Lapsilla, joilla kielenkehityksen vaikeudet jatkuvat neljän ikävuoden jälkeen, voidaan ajatella olevan kehityksellinen kielihäiriö eli DLD. Tomblinin (1997) mukaan kielihäiriön esiintyvyys väestössä on noin 7 prosenttia. Kehityksellisen kielihäiriön syitä ja taustamekanismeja ei täysin tunneta, mutta niistä on esitetty useita teorioita. Yksi näistä teorioista on proseduraalisen muistin hypoteesi (Ullman ja Pierpont, 2005).

Proseduraalisen muistin hypoteesi esittää, että kehityksellisessä kielihäiriössä havaitut vaikeudet johtuvat haasteista proseduraalisen muistin toiminnassa (Ullman ja Pierpont, 2005). Proseduraalinen muisti on vastuussa esimerkiksi motoristen taitojen oppimisesta, ja se on erityisen tärkeä sarjallisessa oppimisessa (Squire, 2004). Koska puheliikkeet ovat hienomotorisia sarjoja, voidaan suun motoriikkaa tutkimalla saada lisää tietoa proseduraalisen muistin hypoteesin toteutumisesta.

## 1.1 Viivästynyt kielenkehitys

Lapsilla, joilla on viivästynyt kielenkehitys, kielen kehitys alkaa myöhemmin ja se on 2-3-vuotiaana hitaampaa kuin tyypillisesti kehittyvillä lapsilla, mutta lapsen muu kehitys etenee tyypillisessä tahdissa (Roos & Weismer, 2008). Lapsista, joilla esiintyy tämänkaltaisia vaikeuksia, noin 50-70 prosenttia ottaa kehityksessä kiinni tyypillisesti kehittyvät lapset (Dale, Price, Bishop & Plomin, 2003). Vaikeudet esiintyvät yleisimmin puheen tuotossa, etenkin sanastossa (Roos & Weismer, 2008). Kriteerinä viivästyneelle kielenkehitykselle voidaan pitää alle 50 tuotettua sanaa sekä sanayhdistelmien puuttumisen kahden vuoden iässä (Klee ym., 1998). Ricen, Taylorin ja Zubrickin (2008) mukaan käytetyimmät menetelmät sanaston arviointiin ovat Language Development Survey (LDS) sekä MacArthur Communicative Development Inventories (MCDI) sanaston ja lauseiden osalta.

Vaikka LT-ryhmään kuuluvat lapset saavuttavatkin tyypillisesti kehittyvät lapset kouluikänsä mennessä, on todettu, että heidän suoriutumisensa on heikompaa kuin tyypillisesti kehittyvien, vaikkakin normaalivaihtelun rajoissa (Rescorla, 2002; Paul, Murray, Clancy & Andrews, 1997). Paul ja kumppanit (1997) havaitsivat, että LT-ryhmään kuuluvat lapset jäivät tyypillisesti kehittyvien tuloksista niin ei-kielillisissä kognitiivisissa kuin fonologisen tietoisuudenkin tehtävissä. Rescorla (2002) taas havaitsi, että 6- ja 7-vuotiaana, kun lukutaidot olivat vielä varhaisessa vaiheessa kummallakin ryhmällä, eroa tyypillisesti kehittyviin lapsiin ei ollut. Kuitenkin 8-9 -vuotiaana näiden kahden ryhmän väliltä löytyi merkitsevä ero, vaikka LT-ryhmän lasten taidot olivat yhä normaalivaihtelun rajoissa.

Vaikeuksien mahdollista jatkuvuutta lapsilla, joilla kielenkehitys on varhaislapsuudessa ollut viiveistä, on tutkittu myös 13- ja 17-vuotiaana, ja näissä ikäryhmissä on havaittu samoja tuloksia: LT-ryhmän suoriutuminen on normaalivaihtelun rajoissa, mutta selvästi tyypillisesti kehittyvistä lapsista jäljessä (Rescorla 2005; Rescorla 2009). 13-vuotiaana LT-ryhmän havaittiin eroavan kontrolliryhmästä niin sanaston, kieliopin, verbaalisen muistin kuin luetunymmärtämisenkin osalta, mutta lukemisen tekniikka ja kirjoittaminen heillä oli kontrolliryhmän tasolla (Rescorla, 2005). Myös 17-vuotiaana sanasto, kielioppi ja verbaalinen muisti olivat heikompia kuin kontrolliryhmällä (Rescorla, 2009).

## 1.2 Kehityksellinen kielihäiriö

Lapsilla, joilla on viivästynyt kielenkehitys, ja jotka eivät ota ikätovereitaan kiinni kehityksessä, voidaan ajatella oleva kehityksellinen kielihäiriö. Kyseessä on häiriö, jossa kielellinen kehitys on selvästi jäljessä ikätasosta, eikä viive selity esimerkiksi neurologisella tai autismin kirjon häiriöllä, aistitoimintoihin liittyvillä tekijöillä tai kehitysvammalla (Webster & Shevell, 2004). Sen esiintyvyys väestössä on noin 7 prosenttia (Tomblin ym., 1997). Viivästynyt tai poikkeava kielenkehitys ilmenee kielellisten ilmausten tuottamisessa, ymmärtämisessä tai molemmissa (Käypä hoito, 2019). Kyseessä ei ole yhtenäinen häiriö: vaikeuksia voi esiintyä vaihtelevasti niin fonologiassa, semantiikassa, morfologiassa, syntaksissa kuin pragmatiikassakin (Botting & Conti-Ramsden, 2004).

Lasten, joilla on kehityksellinen kielihäiriö, vaikeuksien on todettu jatkuvat usein kouluikään ja tästä eteenpäin, ja häiriö voi näin ollen vaikuttaa huomattavasti heidän elämäänsä. Fey ja kumppanit (2004) tutkivat lasten, joilla on kehityksellinen kielihäiriö, kerrontataitoja alakouluikäisenä, ja havaitsivat, että kerrontatehtävässä suoriutuminen oli selvästi heikompaa kuin tyypillisesti kehittyvillä lapsilla. Mawhood, Howlin & Rutter (2000) selvittivät seurantatutkimuksessaan kehityksellisestä kielihäiriöstä ja autismin kirjon häiriöstä kärsivien lasten kehitystä 7-8 -vuotiaasta aina 23 ikävuoteen asti. Tutkimuksessa selvisi, että kielihäiriöryhmä kehittyi kielellisen älykkyyden sekä vastaanottavan kielen osalta vähemmän vuosien aikana kuin autismiryhmä. Kielihäiriöryhmällä myös päättelykyky sekä kielellinen toimintakyky ikään suhteutettuna oli heikompaa 23-vuotiaana kuin alkumittauksessa 7-8-vuotiaana.

### 1.2.1 Kehityksellisen kielihäiriön teoriat

Kehityksellisen kielihäiriön syitä ja taustatekijöitä ei tunneta vielä täysin, mutta niistä on esitetty eri teorioita. Ullmanin ja Pierpontin (2005) kirjallisuuskatsauksen mukaan teoriat voi jakaa karkeasti kahteen: osa selittää häiriötä vaikeutena kieliopillisissa taidoissa, osa taas ei-kielellisten prosessointikykyjen rajoitteena. Leonardin (2014) kirjallisuuskatsauksen mukaan etenkin kielioppi tuottaa usein haasteita lapsille, joilla on kehityksellinen kielihäiriö, joten monet teorioista keskittyvät kieliopillisen tietouden,

muuan muassa sen sääntöjen ja periaatteiden, puutteisiin. Puutteita on esitetty olevan muun muassa aikamuotojen ilmaisemisessa (Rice, Wexler & Cleave, 1995), kongruenssin omaksumisessa (Clahsen, 1989), kielioppillisissa suhteissa (van der Lely, Rosen & McClelland, 1998) ja kielioppisääntöjen implisiittistä oppimista tukevissa mekanismeissa (Ullman & Gopnik, 1999). Myös lapsilla, joilla on varhaislapsuudessa ollut viivästynyt kielenkehitys, on havaittu kielioppiin liittyviä vaikeuksia ja ne ovat usein pitkäkestoisempia kuin esimerkiksi sanastoon liittyvät (Rescorla, 2002). Kielioppiin liittyvillä teorioilla on pystytty selittämään useita kehitykselliseen kielihäiriöön liittyviä vaikeuksia, mutta koska kyseessä on oirekvaltaan hyvin vaihteleva ja monimuotoinen häiriö, nämä hypoteesit eivät yksinään pysty toimimaan häiriön selittäjinä (Ullman & Pierpont, 2005).

Kehityksellisen kielihäiriön on esitetty johtuvan yleisistä prosessoinnin vaikeuksista. Eräs esitetty teoria on yleisen prosessoinnin hitauden hypoteesi. Kail (1994) esitti hypoteesin havaittuaan aiemmista tutkimuksista, että reaktioajat erilaisissa tehtävissä olivat lapsilla, joilla on kehityksellinen kielihäiriö, selvästi pidempiä kuin tyypillisesti kehittyvillä lapsilla. Prosessoinnin hitauden tutkimista on jatkettu ja on havaittu, että hypoteesi pitää useimmiten paikkaansa (Miller, Kail, Leonard & Tomblin, 2001; Miller ym., 2006). Miller, Kail, Leonard ja Tomblin (2001) havaitsivat tutkimuksessaan kuitenkin, että noin kolmasosalla lapsista, joilla on kehityksellinen kielihäiriö, reaktioajat eivät eronneet merkittävästi tyypillisesti kehittyneistä. Leonardin (2014) mukaan kehityksellisessä kielihäiriössä esiintyy prosessoinnin hitautta, mutta sillä ei voida yksin selittää häiriön syntyä. Yleisen prosessoinnin hitauden hypoteesia ei ole tiettävästi tutkittu lapsilla, joilla kielenkehitys on ollut viiveistä varhaislapsuudessa.

Kehityksellistä kielihäiriötä on myös selitetty muun tyyppisillä prosessoinnin kapasiteetin rajoituksilla. Työmuistin toiminnan on havaittu olevan poikkeavaa lapsilla, joilla on kehityksellinen kielihäiriö (esim. Hoffman & Gillam, 2004). Työmuistia on tutkittu niin visuospatiaalisen kuin fonologisenkin työmuistin osalta, ja näissä on saatu eräviä tuloksia. Visuospatiaalisen työmuistin tehtävissä saadut tulokset ovat olleet ristiriitaisia: joissain on havaittu tavallista heikompaa suoriutumista (esim. Bavin, Wilson, Maruff & Sleeman, 2005), osassa taas lapset, joilla on kehityksellinen kielihäiriö, suoriutuvat pääasiassa ikätasoisesti (esim. Archibald & Gathercole, 2006). Petruccelli, Bavin ja Bretherton (2012) ovat verranneet visuospatiaalisen työmuistin toimintaa LT- ja DLD-ryhmillä. Tutkimuksessa ei löytynyt eroa näiden kahden ryhmän väliltä.

Fonologista työmuistia on tutkittu usein epäsanatehtävillä, ja näissä tulokset ovat olleet yhdenmukaisempia. Estesin, Evansin ja Else-Questin (2007) tekemä meta-analyysi osoittaa, että lapsilla, joilla on kehityksellinen kielihäiriö, epäsanojen toistaminen on heikompaa kuin tyypillisesti kehittyvillä ja näin ollen voidaan ajatella, että fonologisen työmuistin toiminnassa on poikkeavuutta. Fonologisen työmuistin toiminnassa on havaittu eroa myös viivästyneen kielenkehityksen ja kehityksellisen kielihäiriön välillä: lapset, joilla on kehityksellinen kielihäiriö, suoriutuivat tehtävistä selvästi heikommin (Petruccioli, Bavin & Bretherton, 2012). Tämän tutkimuksen teoreettisena lähtökohtana toimii kuitenkin proseduraalisen muistin hypoteesi (Ullman & Pierpont, 2005), sillä kehitykselliseen kielihäiriöön kuuluu sellaisia motoriikan vaikeuksia, joita ei pystytä kapasiteettiteorioilla selittämään.

### 1.3 Proseduraalisen muistin hypoteesi kehityksellisen kielihäiriön selittäjänä

Ullmanin ja Pierpontin (2005) kehittämän proseduraalisen muistin hypoteesin mukaan kehityksellisessä kielihäiriössä esiintyvät vaikeudet selittyvät proseduraalisen muistin poikkeavalla kehityksellä ja toiminnalla. Proseduraalisen muistin hypoteesissa ihmisen pitkäkestoinen muisti jaetaan deklarativiseen ja proseduraaliseen muistiin (Ullman & Pierpont, 2005). Deklaratiiviseen muistiin tallennetaan fakta- ja tapahtumatietoja, ja sen toiminta on tietoista (Squire, Knowlton & Musen, 1993). Proseduraalinen muisti on vastuussa niin motoristen kuin kognitiivisten taitojen oppimisesta ja kontrolloinnista (Schacter & Tulving, 1994). Squiren (2004) mukaan proseduraalinen muisti toimii pääasiassa implisiittisesti eli tiedostamatta. Wilkinsonin ja Jahanshahin (2015) mukaan motoriset toiminnot opetellaankin ensin tietoisesti useiden toistojen kautta, mutta tämän jälkeen ne automatisoituvat. Proseduraalinen muisti vastaa siis erilaisten taitojen, kuten esimerkiksi pyörällä ajon, kannalta tärkeiden motoristen sarjojen omaksumisesta sekä näiden sarjojen toteuttamisesta (Ullman & Pierpont, 2005).

Proseduraalisen muistin hypoteesi perustuu oletukselle, että proseduraalinen ja deklarativinen muisti vastaavat kielen eri osa-alueiden toiminnasta. Ullmanin ja Pierpontin (2005) mukaan deklarativinen muisti vastaa sanastosta, kun taas proseduraalinen muisti kieliopista. Deklaratiivinen muisti siis vastaa niistä osa-alueista, jotka ovat mielivaltaisia, eivätkä perustu sääntöihin: sanojen merkityksistä, niiden



oppimisesta ja käytöstä, sekä kieliopin epäsäännöllisyyksistä. Proseduraalinen muisti taas on vastuussa kielen säännönmukaisuuksiin perustuvista osa-alueista: siitä, miten kielen pienempiä yksiköitä voidaan yhdistellä toisiinsa, jotta saadaan muodostettua suurempia edustumia. Näitä osa-alueita ovat syntaksi, morfologia ja fonologia (Ullman & Pierpont, 2005). On havaittu useissa tutkimuksissa, että lapsilla, joilla on kehityksellinen kielihäiriö, löytyy poikkeavuutta näiltä kielen osa-alueilta: niin syntaksista (esim. van der Lely & Battell, 2003), morfologiasta (esim. van der Lely & Ullman, 2001) kuin fonologiastakin (esim. Weismer ym., 2000). Sen sijaan sanastossa, esimerkiksi sanojen merkitysten järjestäytymisessä (Schwartz & Leonard, 1985) ja sanojen oppimisessa (Rice, Oetting, Marquis, Bode & Pae, 1994) ero tyypillisesti kehittyviin lapsiin on pienempi. Heikompa suoriutumista näillä kielen osa-alueilla on havaittu myös lapsilla, joilla kielenkehitys on ollut viiveistä varhaislapsuudessa: Roos ja Ellis Weismer (2008) havaitsivat, että näillä lapsilla oli vaikeuksia erityisesti kieliopillisissa, syntaksiin ja morfologiaan liittyvissä, taidoissa.

### 1.3.1 Proseduraalisen muistin aivoperusta

Proseduraalisen muistin toimintaan osallistuu useita toisiinsa yhteydessä olevia aivoalueita (Ullman & Pierpont, 2005). Foerden ja Poldrackin (2009) mukaan tärkein aivoalue proseduraalisen muistin kannalta näyttää olevan aivojuovio (*lat. corpus striatum*), johon kuuluvat häntätumake (*lat. nucleus caudatus*) sekä aivokuorukka (*lat. putamen*). Aivojuovio on tärkeä ärsykkeiden ja reaktioiden välisissä yhteyksissä. Sen osat näyttävät erikoistuneen eri osa-alueisiin: häntätumake vaikuttaa vastaavan palautteen prosessoinnista, kun taas aivokuorukka motorisesta oppimisesta. Squiren, Knowltonin ja Musenin (1993) mukaan häntätumakkeen ja aivokuorukan yhteydet aivokuorelle, eli kortikostriataalinen järjestelmä, ovat tärkeitä taitojen ja tapojen omaksumiselle. Aivojuovio on osa suurempaa kokonaisuutta eli tyvitumakkeita (*lat. nuclei basales*), joiden on havaittu olevan yhteydessä motoristen sarjojen oppimiseen. Foerden ja Poldrackin (2009) mukaan henkilöillä, joilla tyvitumakkeet ovat vaurioituneet, motoristen sarjojen oppiminen ja toteuttaminen on haastavaa. Tyvitumakkeiden on myös havaittu olevan yhteydessä erityisesti sellaiseen oppimiseen, jossa aloite toimintaan tulee henkilöltä itseltään, mutta ulkoinen palaute ohjaa sitä (engl. open-loop skill learning) (Foerde & Poldrack, 2009).

Foerden ja Poldrackin (2009) mukaan toisin kuin tyvitumakkeet, pikkuaivot (*lat. cerebellum*) vaikuttavat vastaavan oppimisesta, jossa jatkuva ulkoinen palaute ohjaa oppimista (engl. closed-loop skill learning). Ne myös yhdistävät motorisia toimintoja visuaalisiin vihjeisiin, ja ovat tärkeitä myös jo opittujen motoristen taitojen toteuttamisessa. Näiden aivoalueiden lisäksi olennaisia proseduraalisen muistin kannalta ovat tietyt alueet aivokuorelta, kuten suplementaarinen motorinen alue (SMA, engl. supplementary motor area), premotoriset alueet sekä primaarinen motorinen aivokuori, jotka ovat tärkeitä motoristen taitojen oppimisessa. Proseduraalisesta muistista vastuussa olevat aivoalueet eivät ole Ullmanin ja Pierpontin hypoteesin (2004) mukaan vastuussa pelkästään motorisista ja kognitiivista taidoista, vaan myös monista kieleen liittyvistä toiminnoista. Näitä ovat muun muassa kielioppi, sanan löytäminen, työmuisti sekä nopea kuulotiedon käsittely.

Proseduraaliseen muistiin liittyvien aivoalueiden on havaittu olevan yhteydessä kehitykselliseen kielihäiriöön. Krishanin, Watkinsin ja Bishopin (2016) kirjallisuuskatsauksen mukaan useissa tutkimuksissa on havaittu viitteitä siihen, että aivojuovion poikkeavuus liittyy kehitykselliseen kielihäiriöön. Häntätumakkeen on havaittu olevan epätyypillisen kokoinen kehityksellisessä kielihäiriössä; joillain tyypillistä pienempi (Badcock ym., 2012), joillain taas suurempi (Soriano-Mas ym., 2009). Aivokuorukan toiminnassa on havaittu tavallista pienempää aktivaatiota oikealla aivopuoliskolla (Badcock ym., 2012). Hodge ja kumppanit (2010) taas havaitsivat, että pikkuaivojen toimintaan ja rakenteeseen liittyy poikkeavuutta lapsilla, joilla on kehityksellinen kielihäiriö. Myös aivokuoressa, etenkin sen etuosissa sekä Brocan alueella, on havaittu poikkeavuuksia useissa eri tutkimuksissa (esim. Clark & Plante, 1998; Gauger, Lombardino & Leonard, 1997). Koska näillä proseduraalisen muistin toimintaan liittyvillä aivoalueilla on havaittu poikkeavuutta kehityksellisessä kielihäiriössä, voidaan ajatella tämän myös osaltaan tukevan ajatusta proseduraalisen muistin hypoteesista kehityksellisen kielihäiriön selittäjänä.

### 1.3.2 Proseduraalisen muistin tutkiminen

Proseduraalisen muistin hypoteesia on tutkittu usein SRT-tehtävällä (engl. serial reaction time task). SRT-tehtävässä reagoidaan tietokoneen ruudulla olevan visuaalisen ärsykkeen

sijaintiin nappia painamalla. Tehtävässä osa ärsykkeistä noudattaa tiettyä sarjaa, osa taas esitetään tutkittavalle satunnaisessa järjestyksessä. Mikäli tutkittavan reaktioaika lyhenee sarjallisena esitetyissä ärsykkeissä verrattuna satunnaisessa järjestyksessä esitettyihin ärsykkeisiin, voidaan tämän ajatella kuvastavan sarjallista motorista oppimista (Nissen & Bullemer, 1987). SRT-tehtävällä on saatu proseduraalisen muistin hypoteesia tukevia tuloksia: lapset, joilla on kehityksellinen kielihäiriö, suoriutuvat tehtävissä tyypillisesti kehittyviä lapsia heikommin. Lum, Conti-Ramsden, Morgan ja Ullman (2014) ovat koonneet meta-analyysiinsa aihetta käsitteleviä tutkimuksia, ja niissä tulokset viittaavat selkeästi tähän suuntaan.

Joitakin eriäviä tuloksiakin SRT-tehtävässä on saatu: Gabriel ja kumppanit (2013) totesivat, että heidän edellisessä tutkimuksessaan ei löytynyt merkitsevää eroa tyypillisesti kehittyvien lasten sekä lasten, joilla on kehityksellinen kielihäiriö, välille. He kuitenkin arvelivat, että tämä saattaisi johtua siitä, miten sarjallisesti yksinkertaisia tai monimutkaisia toistettavat sarjat ovat, ja keskittyivät tähän seuraavassa tutkimuksessaan. Kun tutkijat käyttivät rakenteeltaan monimutkaisempia sarjoja, DLD-ryhmä suoriutui hitaammin ja heidän sarjallinen oppimisensa oli selvästi heikompaa kuin verrokeilla. Gabrielin ja kumppaneiden (2013) mukaan tulokset viittaavat siihen, että kehitykselliseen kielihäiriöön liittyy vaikeuksia nimenomaan monimutkaisemmassa sarjallisessa prosessoinnissa. Tässä tutkimuksessa käytetään SRT-tehtävän sijaan suun motorisen sarjojen tehtävää, mutta tarkoituksena on tutkia samaa asiaa: eroaako DLD-ryhmän suoriutuminen tyypillisesti kehittyvistä lapsista nimenomaan monimutkaisemmissa motorisissa sarjoissa. Myös puhe muodostuu sarjoista hienomotorisia liikkeitä, joten tutkimuksessa voidaan nähdä, löytyykö samanlainen ero myös tämänkaltaisessa tehtävässä. Puhe on myös se kanava, jossa kehitykselliseen kielihäiriöön liittyvät heikkoudet tulevat useimmiten ilmi, joten suun motoristen sarjojen tehtävän käyttäminen on myös tältä kannalta mielenkiintoista.

Lapsilla, joilla kielenkehitys on varhaislapsuudessa ollut viiveistä, ei proseduraalisen muistin toimintaa ole tiettävästi tutkittu. Heidän haasteensa taaperoiässä ovat kuitenkin samankaltaisia kuin kehityksellisessä kielihäiriössä, joten voitaisiin ajatella, että myös näillä lapsilla vaikeuksien taustalla saattavat olla heikkoudet proseduraalisessa muistissa. Vaikka näillä lapsilla ei kielellisissä taidoissa ole kouluiässä kliinisesti merkittävää eroa tyypillisesti kehittyneisiin lapsiin, tutkimuksissa on havaittu, että he kuitenkin suoriutuvat keskimäärin heikommin kielellisistä tehtävistä. Hypoteesini siis on, että varhaislapsuuden

viivästyneeseen kielenkehitykseen liittyy yhä kouluiässä lievää proseduraalisen muistin ja näin ollen sarjallisten motoristen taitojen heikkoutta.

#### 1.4 Suun motoriikka ja kehityksellinen kielihäiriö

Proseduraalisen muistin hypoteesin mukaan kehityksellisen kielihäiriön taustalla on häiriö proseduraalisen muistin toiminnassa. Koska proseduraalinen muisti on vastuussa motoristen taitojen oppimisesta ja erityisesti motorisista sarjoista, tulisi häiriön näkyä myös suun motoriikassa ja sen tuottamissa sarjoissa eli esimerkiksi puheessa. Suun motoriikan ja kehityksellisen kielihäiriön yhteydestä tehdyissä tutkimuksissa onkin havaittu jonkinlaista poikkeavuutta suun motorisissa toiminnoissa. Archibald, Joanisse ja Munson (2013) vertasivat tutkimuksessaan kielihäiriöisiä ja tyypillisesti kehittyviä lapsia, sekä lapsia, joilla on työmuistin häiriö, epäsanojen toistotehtävässä. Lapset pitivät osassa toistoista karkkia hampaidensa välillä motorisen kuorman lisäämiseksi. Tutkimuksessa selvisi, että kielihäiriöryhmään kuuluvien lasten tuottamat epäsanat olivat artikulaatioliikkeiltään epätäsmällisempiä kuin kahdella muulla ryhmällä heidän pitäessään karkkia hampaiden välissä ja näin ollen artikulaatioelimien ollessa epätyypillisessä asennossa. Archibaldin, Joanissen ja Munsonin (2003) mukaan tämä kertoo siitä, että lasten sopeutuminen uudensuun motorisiin vaatimuksiin ja näistä saatua palautteeseen oli heikompaa kuin muilla ryhmillä. Tutkijoiden mukaan tämä kertoo siitä, että kehitykselliseen kielihäiriöön liittyy vaikeuksia myös suun motoriikassa.

Richtsmeier ja Goffman (2015) taas tutkivat kielihäiriöisten ja tyypillisesti kehittyvien lasten puhemotoriikan oppimista vertaamalla heidän suoriutumistaan tehtävässä, jossa he opettelivat monimutkaisia epäsanoja imitoimalla. Tutkijat eivät löytäneet eroja ryhmien väliltä, mikä heidän mukaansa viittaa siihen, että puhemotoriikan oppiminen ei ole häiriintynyt kehityksellisessä kielihäiriössä. Brumbach ja Goffman (2014) taas selvittivät tutkimuksessaan, miten kielihäiriöisten ja tyypillisten kehittyvien lasten puheentuotto sekä motoriset taidot, niin karkea- ja hienomotoriikan kuin suun motoriikankin osalta, vaikuttavat toisiinsa. Erona aikaisempiin tutkimuksiin oli se, että lapset eivät tuottaneet puhemotoriikan arvioimiseen käytettyjä lauseita pelkästään toistamalla, vaan tutkijat olivat rakentaneet tehtävän, jossa tutkittavat tuottivat lauseita näkemänsä videon ja tätä edeltävien esimerkkilauseiden pohjalta. Näin pystyttiin tutkimaan puhtaammin suun

motoriikkaa, sillä sanojen toistamiseen vaikuttaa myös esimerkiksi työmuistin kapasiteetti, jonka on havaittu olevan usein kehityksellisessä kielihäiriössä tavallista heikompi. Tutkimuksessa myös selvitettiin, vaikuttiko lauseen kieliopillinen monimutkaisuus puhemotoriikkaan. Tutkimuksessa selvisi, että lapsilla, joilla on kehityksellinen kielihäiriö, oli vaikeuksia tuottaa peräkkäisiä monimutkaisia artikulaatioliikkeitä. Peräkkäiset artikulaatioliikkeet eivät olleet yhtä vakaita ja niissä oli myös enemmän vaihtelevuutta kuin kontrolliryhmällä. Tämän tutkimuksen pohjalta voidaan siis ajatella, että kehitykselliseen kielihäiriöön liittyy heikkoutta suun motorikassa.

Suun motoriikkaa ei ole tiettävästi tutkittu lapsilla, joilla kielenkehitys on ollut varhaislapsuudessa viiveistä. Sitä olisi kuitenkin tärkeää tutkia, sillä mikäli näillä lapsilla esiintyy poikkeavuutta suun motorisissa taidoissa, tukisi se ajatusta siitä, että myös viivästyneen kielenkehityksen taustalla vaikuttavat poikkeavuudet proseduraalisen muistin toiminnassa. Viivästyneen kielenkehityksen ja kehityksellisen kielihäiriön erotusdiagnostiikka kliinisessä työssä on tällä hetkellä haastavaa, ja olisi tärkeää löytää keinoja sen varhaiseen tunnistamiseen, kenellä kielelliset ongelmat ovat pysyvämpiä. Suun motoristen taitojen ja tätä kautta proseduraalisen muistin hypoteesin tutkiminen voisi tuoda lisää tietoa ilmiöiden taustalla vaikuttavista tekijöistä.

## 2 Tutkimuskysymykset

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on tutkia, eroavatko lapset, joilla kielenkehitys on ollut viiveistä varhaislapsuudessa, sekä lapset, joilla on kehityksellinen kielihäiriö, tyypillisesti kehittyvistä lapsista suun motoristen sarjojen toistamisessa. Kehitykselliseen kielihäiriöön liittyy poikkeavuutta proseduraalisen muistin toiminnassa, joka on havaittu tutkimuksessa sekä aivojen että käyttäytymisen tasolla. Tämän tutkimuksen hypoteesina on, että niin viivästyneen kielenkehityksen kuin kehityksellisen kielihäiriön taustalla olisi häiriö proseduraalisen muistin toiminnassa, ja näin ollen nämä lapset suoriutuisivat heikommin monimutkaista sarjallista prosessointia vaativista motorisista tehtävistä kuin tyypillisesti kehittyvät lapset. Sekä kehityksellisen kielihäiriön että viivästyneen kielenkehityksen taustatekijöiden selvittäminen on tärkeää, sillä niistä ei ole vielä riittävästi tietoa. Mikäli taustatekijät tunnettaisiin paremmin, se helpottaisi kliinisessä työssä niin erotusdiagnostiikkaa kuin kuntoutuksen kohdistamista oikeisiin asioihin.

Tutkimuskysymyksetni ovat seuraavat:

1. Eroaako LT-ryhmän suoriutuminen TK-ryhmästä suhteellisesti enemmän monimutkaisissa kuin yksinkertaisissa sarjallisissa suun motorisissa toistotehtävissä?
2. Eroaako LT+DLD-ryhmän suoriutuminen TK-ryhmästä suhteellisesti enemmän monimutkaisissa kuin yksinkertaisissa sarjallisissa suun motorisissa toistotehtävissä?

### 3 Aineisto ja menetelmät

#### 3.1 Tutkittavat

Tein pro gradu -tutkielmani osana Turun yliopiston psykologian ja logopedian laitoksen NeuroTalk-tutkimusprojektia, jonka tarkoituksena oli selvittää puheen ja kielen kehityksen taustatekijöitä sekä niiden välisiä yhteyksiä. Tutkittavat tähän tutkimukseen rekrytoitiin pääosin Varsinais-Suomen alueella käynnissä olleesta laajasta kasvuun ja kehitykseen liittyvästä Hyvän kasvun avaimet -kohorttitutkimuksesta (Lagström ym., 2012). Kohortista rekrytoitiin lapsia, joilla oli kielenkehityksessä viivettä 2-3 -vuotiaana MCDI:llä mitattuna, sekä lapsia, joiden kielenkehitys oli tässä iässä tyypillistä.

Kriteerinä tähän gradututkimukseen osallistumiseen oli normaali suoriutuminen WISC-IV:n (Wechsler Intelligence Scale for Children) matriisipäätely- ja kuutiotehtävissä (Wechsler, 2003), mikä tarkoittaa korkeintaan -2 keskihajontaa (KH) ikätason keskiarvosta. Lisäksi tutkittavien äidinkielen tuli olla suomi ja heidän tuli olla yksikielisiä. Vanhempien täyttämän taustatietolomakkeen mukaan heillä ei ollut todettu muita kuin kieleen liittyviä kehityksellisiä häiriöitä, kehitysvammaa tai hankittua neurologista häiriötä. Tutkittavat myös läpäisivät kuuloseulan. Tutkittavista muodostettiin kolme ryhmää: tyypillisesti kehittyvät lapset (TK), lapset, joilla on 2-3 vuotiaana ollut viivästynyt kielen kehitys, mutta jotka ovat ottaneet ikätason kiinni kouluikänsä mennessä (LT) sekä lapset, joilla kielenkehitys poikkeaa tyypillisesti kehittyvistä niin 2-3-vuotiaana kuin kouluikänsäkin (LT+DLD).

Tutkittavat jaettiin ryhmiin kielellisten taitojen perusteella. Jako perustui kielellisistä testeistä saatuihin pistemääriin. 2-3-vuotiaana lasten kielellisiä taitoja oli tutkittu MCDI-menetelmällä (Lyytinen, 2000). Viidellä lapsella ei MCDI-pisteitä ollut saatavilla, mutta näillä lapsilla vanhemmat olivat raportoineet selkeän kielenkehitykseen viiveen ja/tai lapset olivat saaneet puheterapiaa. 8-10-vuotiaana lasten kielellisiä taitoja tutkittiin Sananlöytämistestillä (SLT; Tuovinen, Ahonen & Westerholm, 2008) tarkkuuden osalta, WISC-IV:n sanavarastotehtävällä sekä NEPSY II:n (Lasten neuropsykologinen tutkimus II; Korkman, Kirk & Kemp, 2008) ohjeiden ymmärtämisen osatestillä. Tämän lisäksi LT+DLD-ryhmällä otettiin huomioon pisteet myös NEPSY II:n kertomuksen oppimisen osateleistä.

TK-ryhmään kuuluvien lasten tuli olla korkeintaan -1 KH päässä ikätason keskiarvosta MCDI-menetelmällä. 8-10 -vuotiaana tehdyissä testeissä (SLT:n tarkkuus, WISC-IV:n sanavarasto sekä NEPSYn ohjeiden ymmärtäminen) lapsen tuli olla korkeintaan -1.25 KH päässä ikätason keskiarvosta.

LT-ryhmään kuuluvilla lapsilla 2-3 -vuotiaana suoritettu MCDI tuli olla vähintään -1 KH päässä ikätason keskiarvosta tai heillä tuli olla vanhempien raportoima kielen kehityksen viive ja/tai he ovat saaneet puheterapiaa. 8-10-vuotiaana suoritettut testit (SLT:n tarkkuus, WISC-IV:n sanavarasto sekä NEPSYn ohjeiden ymmärtäminen) tulivat olla korkeintaan -1.25 KH päässä ikätason keskiarvosta. LT+DLD-ryhmä eroaa tästä siten, että 8-10 -vuotiaana tehtyihin testeihin otetaan mukaan NEPSYn kertomuksen oppiminen ja näistä neljästä testistä vähintään kahden tuli olla vähintään 1.25 KH päässä ikätason keskiarvosta.

NeuroTalk-tutkimukseen osallistui yhteensä 80 lasta, joista valikoitui tähän tutkimukseen 58 tutkittavaa. Yksi lapsi jouduttiin sulkemaan pois, sillä hänelle oli tehty vain osa tämän tutkimuksen kiinnostuksen kohteena olleesta tehtävästä. Yksi lapsi oli alle seitsemän vuoden ikäinen ja näin ollen häneltä puuttui kielellisten testien pisteet. Yksi lapsi jouduttiin sulkemaan pois puuttuvien MCDI-pisteiden vuoksi, sillä vanhemmat eivät raportoineet varhaislapsuudessa olleen viivettä kielellisessä kehityksessä. Kahdellatoista lapsella testipisteet eivät täyttäneet minkään ryhmän kriteerejä, joten heidät jouduttiin sulkemaan pois. Tämän lisäksi seitsemän tutkittavaa jouduttiin sulkemaan pois sen vuoksi, että eri ryhmissä olevien tutkittavien iät erosivat toisistaan merkitsevästi. TK-ryhmään kuului 33 lasta, LT-ryhmään 13 lasta ja LT+DLD-ryhmään 12 lasta.

Tutkittavien samankaltaisuutta tutkittiin iän, ei-kielellisen älykkyyden sekä kielellisten taitojen osalta. Oli toivottavaa, että ryhmät osoittautuisivat samanlaisiksi iän sekä ei-kielellisen älykkyyden osalta. Jotta ryhmäjako oli onnistunut, kielellisistä testeistä MCDI:ssä TK-ryhmän tuli suoriutua merkitsevästi paremmin kuin kahden muun ryhmän, kun taas 8-10 -vuotiaana tehdyissä kielellisissä testeissä LT+DLD-ryhmän tuli suoriutua merkitsevästi heikommin kuin muiden ryhmien. Tutkittavien taustatiedot on koottu taulukkoon 1.

Ikä oli Shapiro-Wilkin testin mukaan jakautunut normaalisti TK- ja LT-ryhmillä,  $p > .05$ , mutta LT+DLD-ryhmällä jakauma ei ollut normaali,  $p < .05$ , joten ryhmiä vertailtiin epäparametrisellä Kruskal-Wallis -testillä. Testin mukaan ryhmät erosivat toisistaan



merkitsevästi iän suhteen,  $\chi^2(2) = 14.496, p < .05$ . Parittaisten vertailujen avulla nähtiin, että merkitsevästi toisistaan eroavat ainoastaan LT- ja LT+DLD-ryhmät,  $p < .001$ . Näitä kahta ryhmää ei kuitenkaan tässä tutkimuksessa verrattu keskenään, vaan kumpaakin ryhmää verrattiin TK-ryhmään. Ryhmät olivat myös niin pieniä, että tutkittavien poistaminen niistä olisi heikentänyt tutkimuksen tulosten luotettavuutta.

WISC-IV:n matriisipäätteilyn pisteet olivat jakautuneet normaalisti kaikissa ryhmissä,  $p > .05$ . Myös varianssien yhtäsuuruusoletus täyttyi Levenen testillä mitattuna,  $p > .05$ , joten vertailtiin ryhmiä yksisuuntaisella varianssianalyysillä eli ANOVA:lla. ANOVA:n mukaan ryhmien välillä oli merkitsevä ero,  $F(2,55) = 78.628, p < .001$ . Tukeyn testin mukaan LT+DLD-ryhmä erosi merkitsevästi LT -ryhmästä,  $p < .05$ , sekä TK-ryhmästä,  $p < .001$ . WISC-IV:n kuutiotehtävän pisteet olivat jakautuneet normaalisti sekä LT- että LT+DLD-ryhmissä,  $p > .05$ , mutta TK-ryhmässä jakauma ei ollut normaali,  $p < .05$ , joten ryhmiä vertailtiin Kruskal-Wallis -testillä. Testin mukaan ryhmien välillä oli eroa,  $\chi^2(2) = 6.793, p < .05$ . Parittaisissa vertailuissa selvisi, että merkitsevä ero löytyi TK- ja LT+DLD-ryhmien väliltä,  $p < .05$ . Näytti siis siltä, että LT+DLD-ryhmä on heikompi ei-kielellisiltä päättelytaidoiltaan, ja tämä täytyi ottaa huomioon tulosten tulkinnassa.

MCDI:n pisteet olivat jakautuneet sekä LT- että LT+DLD-ryhmillä normaalisti,  $p > .05$ , mutta TK-ryhmällä ei,  $p < .05$ , joten ryhmien eroja tutkittiin Kruskal-Wallis -testillä. Testin mukaan ryhmien välillä oli merkitsevä ero,  $\chi^2(2) = 38.217, p < .001$ . Parittaisten vertailujen mukaan TK-ryhmä erosi sekä LT- että LT+DLD-ryhmästä merkitsevästi,  $p < .001$ . Voitiin siis ajatella, että ryhmäjako oli varhaislapsuuden kielellisten taitojen osalta ollut onnistunut.

WISC-IV:n sanavarastotehtävän pisteet olivat jakautuneet normaalisti kaikissa ryhmissä,  $p > .05$ , ja varianssien yhtäsuuruusoletus täyttyi,  $p > .05$ , joten verrattiin ryhmiä ANOVA:lla. Ryhmien väliltä löytyi merkitsevä ero,  $F(2,55) = 124.766, p < .001$ . Tukeyn testillä selvisi, että LT+DLD-ryhmä erosi merkitsevästi,  $p < .001$ , sekä TK- että LT-ryhmästä. NEPSY II:n ohjeiden ymmärtämisen osatestin pisteet olivat jakautuneet normaalisti muissa ryhmissä,  $p > .05$ , mutta TK-ryhmän pisteet eivät,  $p < .05$ , joten ryhmiä verrattiin toisiinsa Kruskal-Wallis testillä. Testin mukaan ryhmien väliltä löytyi merkitsevä ero,  $\chi^2(2) = 26.180, p < .001$ . Parittaisissa vertailuissa selvisi, että LT+DLD-ryhmä erosi merkitsevästi LT-ryhmästä,  $p < .05$ , sekä TK-ryhmästä,  $p < .001$ . SLT:n tarkkuuden pisteet olivat jakautuneet kaikilla ryhmillä normaalisti,  $p > .05$ , ja varianssien

yhtäsuuruusoletus täyttyi,  $p > .05$ . Näin ollen ryhmiä vertailtiin ANOVA:lla. Ryhmien väliltä löytyi merkitsevä ero,  $F(2,55) = 3951.368$ ,  $p < .001$ . Tukeyn testillä selvisi, että LT+DLD-ryhmä erosi merkitsevästi,  $p < .001$ , sekä TK- sekä LT-ryhmästä. Ryhmäjako voitiin näin ollen pitää onnistuneena myös kouluikäisten kielellisten taitojen osalta, sillä LT+DLD-ryhmä suoriutui kaikissa testeissä sekä LT- että TK-ryhmää heikommin.

Ryhmien sukupuolijakauma ei ollut tasainen, sillä kaikissa ryhmissä oli enemmän poikia kuin tyttöjä. Isoimmat erot löytyivät LT- ja LT+DLD-ryhmistä, mikä ei ollut yllättävää sen puolesta, että kielelliset ongelmat ovat yleisesti ottaen tyypillisempiä pojilla kuin tytöillä (Tomblin ym., 1997).

Taulukko 1. Yhteenvedo tutkittavien taustatiedoista

		<b>TK-ryhmä: 19 poikaa, 14 tyttöä</b>	<b>LT-ryhmä: 10 poikaa, 3 tyttöä</b>	<b>LT+DLD- ryhmä: 9 poikaa, 3 tyttöä</b>
<b>Ikä, kk<sup>1)</sup></b>	ka	107,39	112,62	102,08
	kh	6,33	6,72	5,89
	vv	98-121	99-122	97-117
<b>MCDI (rp)</b>	ka	351,64	54,09 <sup>2)</sup>	28,80 <sup>3)</sup>
	kh	113,17	38,09	20,22
	vv	132-565	7-125	3-71
<b>WISC-IV matriisipäätely (sp)</b>	ka	11,06	9,92	6,83
	kh	2,24	3,57	2,86
	vv	6-16	4-15	3-14
<b>WISC-IV kuutiotehtävä (sp)</b>	ka	11,64	10,69	8,42
	kh	3,60	3,25	2,58
	vv	5-16	5-16	5-12
<b>WISC-IV sanavarasto (sp)</b>	ka	11,06	10,62	5,83
	kh	2,73	2,50	2,17
	vv	7-18	7-14	3-10
<b>SLT tarkkuus (sp)</b>	ka	105,73	101,92	76,08
	kh	11,41	9,05	18,90
	vv	82-126	89-120	45-107
<b>NEPSY II ohjeiden ymmärtäminen (sp)</b>	ka	11,91	9,85	6,33
	kh	2,26	2,08	2,39
	vv	8-15	7-15	2-9
<b>NEPSY II kertomuksen oppiminen (sp)<sup>4)</sup></b>	ka	-	-	5,58
	kh	-	-	3,09
	vv	-	-	1-10

ka = keskiarvo, kh = keskihajonta, vv = vaihteluväli, rp = raakapisteeet, sp = standardipisteet

1) Ikä NeuroTalk-projektin ensimmäisellä käyntikerralla.

2) LT-ryhmässä 2 tutkittavalta puuttui MCDI-pisteet, joten tunnusluvut laskettu 11 tutkittavalta.

3) LT+DLD-ryhmässä 2 tutkittavalta puuttui MCDI-pisteet, joten tunnusluvut laskettu 10 tutkittavalta.

4) NEPSY II:n kertomuksen oppimisen pisteet otettiin huomioon vain LT+DLD-ryhmän sisäänottokriteereissä, joten muilta ryhmiltä ei ole pistemääriä tästä testistä.

### 3.2 Tutkimusmenetelmät

Tutkimuksessa selvitettiin lasten suoriutumista NEPSY:n (Lasten neuropsykologinen tutkimus; Korkman, Kirk & Kemp, 1997) suun motoristen sarjojen tehtävässä, jossa tutkitaan suun motorista koordinaatiota tavusarjoja (”tip tap”), sanasarjoja (”pimpeli pompeli”) ja lauseita (”vesihiisi sihiisi hississä”) toistamalla (esimerkit keksittyjä).

Tehtävässä lapsi toisti kunkin sarjan tutkijan ohjeistamana viisi kertaa peräkkäin. Tehtävän alussa oli kaksi harjoitussarjaa ja tämän jälkeen lapset toistivat iän mukaan joko 11 tai 14 varsinaista sarjaa. Tässä tutkimuksessa kaikki lapset olivat vähintään 8-vuotiaita, joten lapset toistivat 11 sarjaa. Tehtävä lopetettiin, jos lapsi epäonnistui neljässä peräkkäisessä sarjassa.

Tehtävä pisteytettiin laskemalla yhteen kussakin osiossa tuotetut peräkkäiset virheettömät toistot. Näin ollen jokaisesta osiosta oli mahdollista saada joko nolla tai kahdesta viiteen pistettä. Tässä tutkimuksessa osiot jaettiin sarjallisesti yksinkertaisempiin ja monimutkaisempiin, ja ryhmien suoriutumista vertailtiin yksinkertaisten ja monimutkaisten sarjojen välillä. Sarjojen jako tapahtui niiden tavumäärän perusteella. Tavumäärä valikoitui monimutkaisuuden indeksiksi, sillä mitä pidempi toistettava sana tai lause on, sitä pidempi on myös motorinen sarja, jonka lapsi joutuu tuottamaan. Vaikka tämä ei yksin määritä sarjan monimutkaisuutta, on se kuitenkin vahvasti siihen vaikuttava tekijä. Sarjat myös saatiin tavumäärän mukaan mielekkäästi jaettua kahteen lähes yhtä suureen ryhmään. Sarjallisesti yksinkertaiseksi luokiteltiin sarjat, joissa tavuja oli 6 tai alle (vaihteluväli 2-6), kun taas monimutkaisiksi sarjat, joissa tavuja oli 8 tai yli (vaihteluväli 8-11). Yksinkertaisia sarjoja oli viisi, monimutkaisia taas kuusi. Pisteet laskettiin jokaiselle tutkittavalle yhteen erikseen yksinkertaisten ja monimutkaisten sarjojen osalta. Koska sarjoja ei ollut tasamäärä, pistemäärät muutettiin prosenteiksi, jotta luvut olivat keskenään vertailukelpoisia. Lapsen saama pistemäärä jaettiin maksimipistemäärällä (yksinkertaisissa 30, monimutkaisissa 25), ja näin saatiin luku, joka kertoi, kuinka monta prosenttia lapsi on kaikista pisteistä saanut.

### 3.3 Tutkimuksen kulku

NeuroTalk-tutkimukseen osallistuville perheille lähetettiin kutsukirjeet, ja mikäli he ilmoittivat olevansa kiinnostuneita, heille tehtiin puhelimitse alkuhaastattelu. Mikäli lapsi alkuhaastattelun perusteella soveltui tutkimukseen, hänelle varattiin tutkimusaikoja. NeuroTalk-tutkimukseen kuului 3-5 tutkimuskäyntiä. Kolmella ensimmäisellä käynnillä tehtiin erilaisia kielen, puheen ja oppimisen valmiuksia arvioivia tehtäviä. Tämän lisäksi tutkittavilla oli halutessaan mahdollisuus osallistua aivosähkökäyrän mittaukseen ja aivojen rakenteen magneettikuvaukseen.

Suun motoristen sarjojen tehtävä tehtiin samalla tutkimuskäynnillä kuin tarkkaavuutta tutkiva Attentional Network Task (ANT) -tehtävä, käden hienomotoriikkaa tutkivat NEPSY II:n sorminaputus- ja käsien asentojen jäljittely -tehtävät, semantiikkatehtävä sekä piirrostehtävän ohessa käyty spontaanikeskustelu. Tämä oli useimmiten tutkittavien kolmas tutkimuskäynti NeuroTalk-projektissa. Suun motoristen sarjojen tehtävä oli käynnillä järjestyksessä neljäntenä ANT-, sorminaputus- ja käsien asentojen jäljittelytehtävien jälkeen. Lapsi istui tehtävää tehdessä tuolissa pöydän ääressä. Tutkija pyysi tehtävän manuaalin ohjeiden mukaisesti lasta toistamaan jokaisen motorisen sarjan viisi kertaa peräkkäin, ja samalla näytti sormillaan lapselle, kuinka monta sarjaa hänellä oli vielä toistettavana.

### 3.4 Tutkimuksen eettisyys

Tein pro gradu -tutkielmani osana NeuroTalk -projektia, ja kyseisellä tutkimuksella oli Varsinais-Suomen Sairaanhoidopiirin eettisen toimikunnan hyväksyntä. Tutkimukseen osallistuminen oli vapaaehtoista ja sen sai keskeyttää milloin tahansa. Keskeyttämisellä ei ollut mitään seurauksia perheelle eikä lapsen muille mahdollisille kliinisille tutkimuksille tai hoidoille. Sekä vanhempi että lapsi saivat oman tiedotteen tutkimuksesta ja siihen osallistumisesta, ja allekirjoittivat tämän pohjalta suostumuslomakkeet.

Kerätty aineisto säilytettiin Turun yliopistolla lukitussa tilassa lukitussa kaapissa sekä tietosuojatuilla tietokoneilla. Kerättyä aineistoa käytettiin vain tutkimukseen liittyen, ja siitä kirjoitetuista tieteellisistä julkaisuista ei ole mahdollista tunnistaa yksittäistä lasta.

Tutkimusrekisteri on laadittu henkilötietolain mukaisesti ja sen sisältämiä tietoja käsiteltiin lain edellyttämällä tavalla. Pääsy tietoihin oli vain tutkimuksen tekijöillä ja tutkimusryhmään kuuluvilla henkilöillä. Kerätyt tiedot hävitetään lain mukaisesti 12 vuoden kuluttua tutkimuksesta.

Osa kerätystä aineistosta videoitiin tai äänitettiin myöhempää analysointia varten, ja nämä tallenteet säilytettiin koodinimellä tietosuojatuilla tietokoneilla Turun yliopistolla. Pääsy tallenteisiin oli vain tutkimuksen tekijöillä ja tutkimusryhmään kuuluvilla henkilöillä. Ellei tallenteiden esittämiseen myöhemmin tutkimukseen liittyvässä esitelmissä tai yliopiston opetuskäytössä annettu lupaa, ne tuhoetaan tutkimuksen päätyttyä.

Aivosähkökäyrän mittaaminen ja magneettikuvaus ovat lapselle vaarattomia ja kivuttomia toimenpiteitä, mutta saattavat olla lapselle epämiellyttäviä. Loput tehtävät olivat koulutehtävien tapaisia. Lapsella oli oikeus keskeyttää tutkimus milloin tahansa niin halutessaan. Tutkimuskerroilla tehtäviä tehtiin lapsen omaan tahtiin hänen kulloinenkin jaksamisensa huomioiden. Tutkimuskertoihin kuului lyhyt välipalasetki. Tutkittavat eivät saaneet palkkiota tutkimukseen osallistumisesta, mutta vanhemmille maksettiin matkakorvauksia korkeintaan 45 euroa ja lapsi sai valita joko lelun tai elokuvalipun.

Perheellä oli mahdollisuus saada tietoa lapsen suoriutumisesta kielen ja puheen tehtävistä suhteutettuna ikätasoiseen suoriutumiseen. Jos lapsi osallistui magneettikuvaukseen, perheelle lähetettiin yksi tutkimuksessa otetuista magneettikuvista ja pyynnöstä myös neuroradiologin lausunto. Mikäli tutkimuksessa ilmeni, että lapsi kuuluu riskiryhmään puheen-, kielen-, kuulon tai neurologisen kehityksen alueella, perheeseen oltiin yhteydessä mahdollisiin jatkotutkimuksiin ohjaamisesta.

## 4 Tulokset

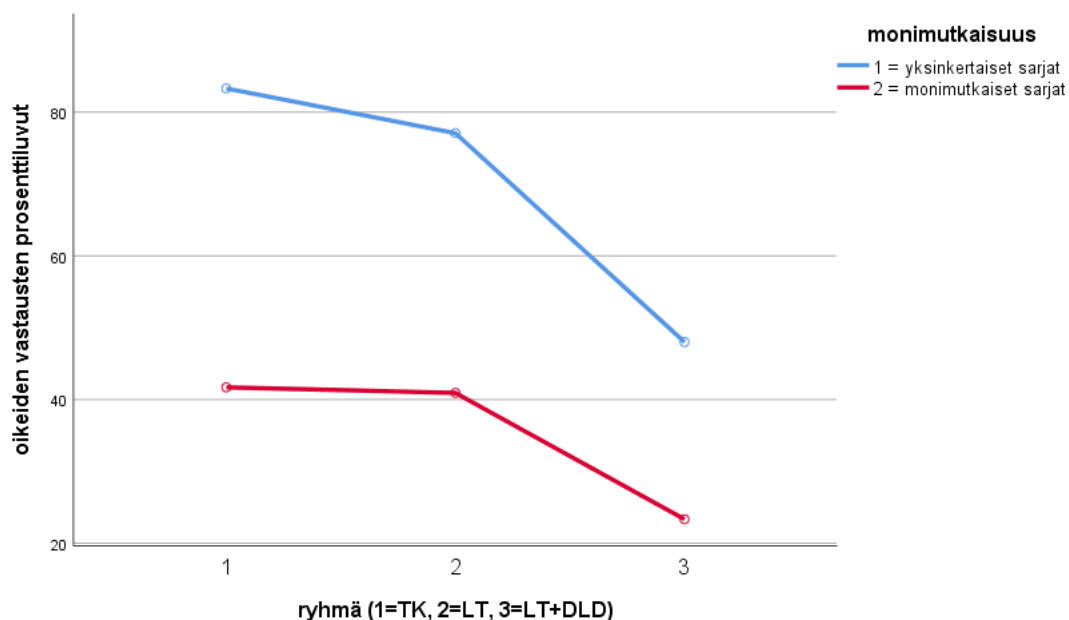
Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia lasten, joilla on kehityksellinen kielihäiriö, sekä lasten, joilla on viivästynyt kielen kehitys, suoriutumista sarjallisia motorisia taitoja vaativassa tehtävässä ja verrata heidän suoriutumistaan tyypillisesti kehittyviin lapsiin. Hypoteesina oli, että sekä LT- että LT+DLD-ryhmien suoriutuminen eroaa TK-ryhmästä sarjallisesti monimutkaisessa tehtävässä suhteellisesti enemmän kuin sarjallisesti yksinkertaisessa tehtävässä. Käyn seuraavaksi läpi tuloksia ensin koko aineiston osalta ja tämän jälkeen vertailen ryhmien välisiä eroja.

### 4.1 Koko aineistoa koskeva analyysi

Toistettavan motorisen sarjan monimutkaisuuden ja ryhmän yhteisvaikutusta suoriutumiseen tutkittiin toistomittausten varianssianalyysillä niin, että riippumattomia muuttujia olivat sarjan monimutkaisuus sekä tutkittavan ryhmä ja riippuva muuttuja oikeiden vastausten prosenttimäärä. Ensin selvitettiin, olivatko prosenttiluvut jakautuneet ryhmissä normaalisti. Shapiro-Wilkin testi osoitti kaikkien ryhmien kohdalla sekä yksinkertaisten että monimutkaisten sarjojen prosenttilukujen jakautuneen normaalisti,  $p > .05$ . Levenen testillä selvitettiin, että varianssien yhtäsuuruusoletus täyttyi,  $p > .05$ . Tämän jälkeen tehtiin itse toistomittausten varianssianalyysi, jossa tulokseksi saatiin, että monimutkaisuuden ja ryhmän välillä oli merkitsevä yhdysvaikutus (monimutkaisuus\*ryhmä),  $F(2, 55) = 4.306$ ,  $p < .05$ ,  $n^2 = .135$ . Avaan tätä yhdysvaikutusta lisää kappaleessa 4.2. Ryhmien väliset erot.

Toistomittausten varianssianalyysissä selvisi myös, että monimutkaisuudella oli merkitsevä vaikutus tutkittavien suoriutumiseen,  $F(1,55) = 187.096$ ,  $p < .001$ ,  $n^2 = .773$ . Tämän perusteella voidaan ajatella, että sarjojen jako yksinkertaisiin ja monimutkaisiin oli onnistunut, sillä tutkittavat ylipäätään suoriutuivat merkitsevästi heikommin monimutkaisista sarjoista. Myös ryhmällä oli merkitsevä vaikutus tutkittavien suoriutumiseen,  $F(2,55) = 15.463$ ,  $p < .001$ ,  $n^2 = .360$ . LT+DLD-ryhmä suoriutui kummissakin sarjoissa merkitsevästi heikommin kuin kaksi muuta ryhmää. Kuvassa 1 on havainnollistettu ryhmien suoriutumista niin yksinkertaisissa kuin monimutkaisissakin

sarjoissa. Taulukossa 2 taas näkyvät kaikkien ryhmien oikeiden vastausten keskimääräiset prosenttiluvut.



Kuvio 1. Oikeiden vastausten prosenttiluvut ryhmillä yksinkertaisissa ja monimutkaisissa sarjoissa

Taulukko 2. Ryhmien prosenttiluvut monimutkaisissa ja yksinkertaisissa sarjoissa

		TK-ryhmä	LT-ryhmä	LT+DLD-ryhmä
<b>yksinkertaiset sarjat</b>	ka	83.30	77.08	48.00
	kh	10.44	17.66	21.46
	vv	63-100	40-100	0-73
<b>monimutkaiset sarjat</b>	ka	41.70	40.92	23.33
	kh	16.82	20.92	20.24
	vv	8-92	16-88	0-68

ka = keskiarvo, kh = keskihajonta, vv = vaihteluväli



## 4.2 Ryhmien väliset erot

Seuraavaksi siirryttiin tarkastelemaan ryhmien välisiä eroja suoriutumisessa. Haluttiin selvittää, millaisia eroja ryhmien väliltä löytyi ja olivatko ryhmien väliset erot suurempia joko yksinkertaisissa tai monimutkaisissa sarjoissa. Hypoteesina oli, että sekä LT- että DLD-ryhmät eroaisivat TK-ryhmästä suhteessa enemmän monimutkaisissa kuin yksinkertaisissa sarjoissa.

Ensin selvitettiin sitä, miten ryhmät suoriutuivat sarjallisesti yksinkertaisemmissa tehtävissä niin, että riippuva muuttuja oli oikeiden vastausten prosenttiluku yksinkertaisissa sarjoissa ja riippumaton muuttuja tutkittavan ryhmä. Tulokseksi saatiin, että ryhmien välillä oli merkitsevä ero suoriutumisessa,  $F(2,55) = 24.766$ ,  $p < .001$ ,  $n^2 = .474$ . Tukeyn testillä selvisi, että ero löytyi TK- ja LT+DLD-ryhmän väliltä,  $p < .001$ . TK- ja LT-ryhmien välillä ei sen sijaan ollut merkitsevää eroa,  $p > .05$ .

Seuraavaksi tarkasteltiin ryhmien välisiä eroja monimutkaisissa sarjoissa. Riippuva muuttuja oli oikeiden vastausten prosenttiluku monimutkaisissa sarjoissa ja riippumaton muuttuja tutkittavan ryhmä. Tulokseksi saatiin, että ryhmien välillä oli merkitsevä ero suoriutumisessa,  $F(2,55) = 4.588$ ,  $p < .05$ ,  $n^2 = .143$ . Tukeyn testillä selvitettiin vielä se, minkä ryhmien väliltä tämä ero löytyy. TK- ja LT-ryhmien välillä ei ollut merkitsevää eroa,  $p > .05$ , kun taas TK- ja LT+DLD-ryhmien väliltä merkitsevä ero löytyi,  $p < .05$ . Ryhmien väliltä löytyi siis merkitsevä ero sekä yksinkertaisissa että monimutkaisissa sarjoissa, mutta efektikokoja tarkastelemalla voidaan nähdä, että ero oli suurempi yksinkertaisissa ( $n^2 = .474$ ) kuin monimutkaisissa ( $n^2 = .143$ ) sarjoissa.

## 4.3 Iän vaikutus tuloksiin

Koska ryhmät eivät olleet iän osalta kokonaan tasapainotettuja, tarkasteltiin vielä tutkittavien iän vaikutusta tuloksiin. Ensin selvitettiin iän vaikutusta ryhmien suoriutumiseen sarjallisesti yksinkertaisissa tehtävissä niin, että riippuva muuttuja oli oikeiden vastausten prosenttiluku yksinkertaisissa sarjoissa, riippumaton muuttuja tutkittavan ryhmä ja kovariantti ikä. Tulokseksi saatiin, että ryhmien välillä oli yhä merkitsevä ero suoriutumisessa,  $F(2,55) = 20.569$ ,  $p < .001$ ,  $n^2 = .432$ . Tarkasteltiin

samalla tavalla monimutkaisia sarjoja, ja tulokseksi saatiin, että myös näissä tehtävissä ryhmien välillä oli merkitsevä ero,  $F(2,55) = 3.629$ ,  $p < .05$ ,  $\eta^2 = .118$ . Ryhmien väliltä löytyneet erot eivät siis selity tutkittavien ikäeroilla.

## 5 Pohdinta

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia sarjallisia motorisia taitoja lapsilla, joilla on kehityksellinen kielihäiriö sekä lapsilla, joilla on ollut viivästynyt kielenkehitys varhaislapsuudessa, sekä verrata näitä tyypillisesti kehittyviin lapsiin. Näin ollen tarkoituksena oli tutkia proseduraalisen muistin hypoteesin toteutumista. Tutkimuksessa selvitettiin, oliko toistettavan motorisen sarjan monimutkaisuudella vaikutusta siihen, miten LT- ja LT+ DLD-ryhmien lapset suoriutuivat verrattuna TK-ryhmään. Hypoteesina oli, että sekä LT- että LT+DLD-ryhmät eroavat TK-ryhmästä monimutkaisissa sarjoissa suhteellisesti enemmän yksinkertaisissa sarjoissa. Tutkimuksessa havaittiin kuitenkin, että TK- ja LT-ryhmien suoriutumisessa ei ollut merkitsevää eroa. LT+DLD-ryhmä sen sijaan erosi TK-ryhmästä merkitsevästi sekä yksinkertaisissa että monimutkaisissa sarjoissa, mutta ero oli suurempi yksinkertaisissa sarjoissa.

### 5.1 LT- ja TK-ryhmien suoriutuminen

Tutkimuksen hypoteesina oli, että LT-ryhmä suoriutuisi TK-ryhmää heikommin suun motorisissa sarjallisissa tehtävissä, ja että ero olisi suurempi yksinkertaisissa kuin monimutkaisissa sarjoissa. Tällöin voitaisiin ajatella, että myös viivästyneen kielenkehityksen taustalla olisi proseduraalisen muistin toiminnan vaikeuksia. Tulos ei kuitenkaan tukenut hypoteesia: LT- ja TK-ryhmien väliltä ei löytynyt merkitseviä eroja kummissakaan sarjoissa. Tämän tutkimuksen tulos ei siis tue käsitystä siitä, että viivästyneeseen kielenkehitykseen liittyisi vaikeuksia suun sarjallisissa motorisissa taidoissa. Näin ollen voidaan ajatella, että viivästyneen kielenkehityksen taustalla ei ole heikkoutta proseduraalisen muistin toiminnassa eikä proseduraalisen muistin hypoteesi siis selitä näiden lasten kouluikässä kohtaamia lieviä vaikeuksia kielellisissä taidoissa.

Tämän tutkimuksen tulokset viittaavat siis siihen, että sarjalliset motoriset taidot eivät kuulu niihin taitoihin, joissa lapsilla, joilla on ollut varhaislapsuudessa viivästynyt kielenkehitys, näkyy yhä kouluikässä ero tyypillisesti kehittyneiden lasten suoriutumiseen. Jos oletetaan, että ikätasoinen suoriutuminen kouluikässä viittaa myös ikätasoiseen suoriutumiseen taaperoiässä, voitaisiin ajatella, että suoriutuminen sarjallisia motorisia taitoja vaativissa tehtävissä olisi se tekijä, mikä erottaa viivästyneen kielenkehityksen

kehityksellisestä kielihäiriöstä. Mikäli tämä pitäisi paikkaansa, voitaisiin sarjallisia motorisia taitoja mittaavilla tehtävillä erottaa jo varhaislapsuudessa se, kenellä kielelliset ongelmat ovat pysyvämpiä ja ketkä ottavat ikätoverit myöhemmin kehityksessä kiinni. Näin ollen kehityksellisen kielihäiriön diagnosoiminen olisi mahdollista jo varhaisvaiheessa ja kuntoutuksen suuntaaminen oikeille henkilöille helpompaa. Tällä hetkellä keinoja sen tunnistamiseen, kenellä kielen kehitys on vain viiveistä ja kenellä kyseessä on kehityksellinen häiriö, on hyvin niukasti. Tältä kannalta tämä löydös olisi hyvinkin merkityksellinen. Tutkimustuloksia siitä, kuinka lapset, joilla on viivästynyt kielenkehitys, suoriutuvat sarjallisia motorisia taitoja vaativista tehtävistä taaperoiässä, ei tiettävästi ole. Ei siis voida olla varmoja siitä, ovatko nämä taidot sellaisia, joissa ei näillä lapsilla näy vaikeuksia lainkaan vai ottavatko he ikätason täysin kiinni kouluikään mennessä. Tätä olisi siis tärkeää tutkia lisää taaperoiäisillä lapsilla, joilla kielenkehitys on viivästynyt, ja näin ollen selvittää sarjallisia motorisia taitoja myös tässä ikävaiheessa.

## 5.2 LT+DLD- ja TK-ryhmien suoriutuminen

Tutkimuksen hypoteesina aiemman tutkimuksen pohjalta oli, että LT+DLD-ryhmä eroaa TK-ryhmästä suun motorisissa sarjallisissa tehtävissä niin, että ero on suurempi yksinkertaisissa kuin monimutkaisissa sarjoissa. Tulokseksi saatiin kuitenkin, että LT+DLD-ryhmä suoriutuu merkitsevästi heikommin kuin TK-ryhmä niin yksinkertaisissa kuin monimutkaisissakin tehtävissä, mutta ero ryhmien välillä on suurempi yksinkertaisissa sarjoissa. Tutkimuksen tulos on näin ollen hypoteesin vastainen.

Tutkimuksen tulos ei siis tue Gabrielin ja kumppaneiden (2013) ajatusta siitä, että kehityksellisessä kielihäiriössä vaikeudet näkyisivät erityisesti sarjallisesti monimutkaisissa tehtävissä. LT+DLD-ryhmä suoriutui merkitsevästi heikommin verrattuna kahteen muuhun ryhmään sekä yksinkertaisissa että monimutkaisissa sarjoissa, mutta koska ero ryhmien välillä oli suurempi yksinkertaisissa kuin monimutkaisissa sarjoissa, tämä tulos ei suoraan tue proseduraalisen muistin hypoteesia kehityksellisen kielihäiriön selittäjänä. Tulokseen vaikuttavat todennäköisesti niin tutkimuksessa käytetty tehtävä kuin tutkittaviin liittyvät rajoitteet, joita pohdin seuraavissa kappaleissa.

### 5.3 Tutkimuksessa käytetty tehtävä

Yksi syy sille, että LT+DLD-ryhmä erosi TK-ryhmästä merkitsevästi enemmän yksinkertaisissa kuin monimutkaisissa sarjoissa saattaa olla se, että tutkimuksessa käytetty tehtävä ei mitannut sarjallisia suun motorisia taitoja kuten sen oli tarkoitus. Samaa aihetta käsittelevässä Gabrielin ja kumppaneiden (2013) tutkimuksessa verrattiin TK- ja LT+DLD-ryhmiä SRT-tehtävässä, ja siinä erot ryhmien välillä näkyivät nimenomaan monimutkaisissa sarjoissa. SRT-tehtävä eroaa kuitenkin tässä tutkimuksessa käytössä olleesta suun motoristen sarjojen tehtävästä: siinä lapsi reagoi visuaalisiin ärsykkeisiin ja painaa näppäimiä. Suun motoristen sarjojen tehtävässä käytettiin visuaalisen ärsykkeen sijaan auditiivista ärsykettä. Lapsen piti myös toistaa kuulemansa sarja, kun taas SRT-tehtävässä riittää reagoiminen näppäimiä painamalla. Tehtävä vaatii siis kykyä kuunnella, pitää sarja mielessä sekä sarjaa toistaessa yhdistää monimutkaisia artikulaatioliikkeitä toisiinsa. Voikin siis olla, että tässä tehtävässä ei saatu mitattua sarjallisia motorisia taitoja kuten Gabriel ja kumppanit (2013) SRT-tehtävässä, vaan tulokseen vaikuttivat myös muut tehtävässä suoriutumiseen vaaditut taidot.

Suun motoristen sarjojen tehtävässä sarjoja ei ole alun perin jaettu yksinkertaisiin ja monimutkaisiin, vaan tarkoituksena on ollut tutkia lapsen suun motorisia taitoja ylipäätään. Vaikka jaon voidaan ajatella olevan onnistunut, sillä kaikki ryhmät suoriutuivat keskimäärin heikommin monimutkaisista kuin yksinkertaisista sarjoista, sillä saattaa myös olla vaikutusta tuloksiin. Sarjojen jako yksinkertaisiin ja monimutkaisiin tehtiin tavumäärän perusteella. Tavumäärä valittiin monimutkaisuuden indeksiksi sen takia, että toistettavan sarjan pituus on yksi sen haastavuuteen vahvasti vaikuttava tekijä. Tavumäärän mukaan sarjat myös saatiin jaettua mielekkäästi kahteen samansuuruiseen ryhmän. Sarjan pituus ei kuitenkaan ollut ainoa tekijä, mikä sarjoista teki monimutkaisia toistaa. Sarjoissa oli erilaisia piirteitä, jotka lisäsivät sarjallisuuden vaikeusastetta. Haastavia sarjoista tekivät toistuvat, eri äännekontekstissa esiintyvät äänneyhdistelmät tai samana toistuvat äänteet eri järjestyksessä. Nämä piirteet vaihtelivat sarjojen välillä sattumanvaraisesti. Joissakin sarjoissa oli myös hankala tulkita, johtuiko monimutkaisuus eri äännekontekstissa esiintyviä äänneyhdistelmistä vai eri järjestyksessä toistuvista samoista äänneistä. Näin ollen ei saatu kontrolloitua sitä, olivatko monimutkaiset sarjat monimutkaisempia myös muuten kuin pituudeltaan. Sarjat eivät siis olleet keskenään täysin vertailukelpoisia.

Sarjoista osa oli lapsille ennestään tuttuja 'sanaleikkejä', osa taas täysin uusia sanoja tai epäsanoja, mikä asettaa ne erilaiseen asemaan. Kaikki monimutkaiset sarjat koostuivat lapsille todennäköisesti tutuista, merkityksellisistä sanoista. Yksinkertaisissa sarjoissakin näitä oli, mutta useampi sarja koostui epäsanoista tai onomatopoeettisista ilmauksista. Le Normand ja Chevrie-Mull (1991) tarkastelivat lasten, joilla on kehityksellisen kielihäiriö, eri sanaluokkiin kuuluvien sanojen tuottamista verrattuna tyypillisesti kehittyviin lapsiin. Tutkijat eivät havainneet eroa siinä, miten nämä kaksi ryhmää tuottavat onomatopoeettisia ilmauksia. Tutkimusta aiheesta ei kuitenkaan tiettävästi tämän enempää ole, eli ei voida olla varmoja siitä, onko tällaisten ilmausten tuottaminen hankalampaa lapsille, joilla on kehityksellinen kielihäiriö. Epäsanojen tuoton taas on havaittu useissa tutkimuksissa olevan kehityksellisessä kielihäiriössä heikompaa kuin tyypillisesti kehittyvillä lapsilla (esim. Estes, Evans & Else-Quest, 2007).

Voikin siis olla, että monimutkaisissa sarjoissa ero ryhmien välillä oli pienempi sen takia, että toistettavat sarjat koostuivat merkityksellisistä sanoista. On nimittäin todettu, että kehitykselliseen kielihäiriöön liittyy motorisen toiminnan suunnittelun haasteita (Sanjeevan, Rosenbaum & Mainela-Arnold, 2018). Yksinkertaiset sarjat saattavat vaatia enemmän motorista suunnittelua sen vuoksi, että ne eivät koostu pelkästään tutuista merkityksellisistä sanoista. Mikäli LT+DLD-ryhmälle motorisen toiminnan suunnittelu tuottaa vaikeuksia, saattaa ero ryhmien välillä olla sen takia suurempi, vaikka sarjat itsessään olisivat helpompia toistaa. Samoin monimutkaisissa sarjoissa saattaa olla niin, että ero ryhmien välillä ei niiden monimutkaisuudesta huolimatta kasvanut niin suureksi, sillä sarjojen motorinen suunnittelu ei sanojen tuttuuden vuoksi ollut niin vaativaa, ja tällöin LT+DLD-ryhmän motorisen toiminnan suunnittelun vaikeus ei tullut esiin yhtä vahvasti kuin yksinkertaisissa sarjoissa.

Se, että erot ryhmien välillä olivat pienempiä monimutkaisissa sarjoissa, saattaa johtua myös siitä, että kyseiset sarjat olivat haastavia myös tyypillisesti kehittyville lapsille. Erot eivät välttämättä tule esiin, mikäli myös TK-ryhmä suoriutuu sarjoista poikkeuksellisen heikosti. Voikin siis olla, että monimutkaiset sarjat alkoivat olla niin pitkiä ja niissä esiintyvät monimutkaisuutta lisäävät piirteet olla niin vaikeita, että myös tyypillisesti kehittyville kouluikäisille lapsille niiden toistaminen oli haastavaa. Tällöin TK- ja LT+DLD-ryhmien pienempää eroa monimutkaisissa sarjoissa selittäisi nimenomaan TK-ryhmän heikko tulos ja näin ollen monimutkaisten sarjojen vaikeus, eikä se, että tehtävä mittasi jotain muuta, kuin sen oli tarkoitus.

#### 5.4 Tutkittaviin liittyvät rajoitukset

Saatuihin tuloksiin voi vaikuttaa tutkittavien määrä. Tutkittavia oli yhteensä 58, mikä sinänsä ei ole kovin pieni otoskoko, mutta LT-ryhmään kuului 13 ja LT+DLD-ryhmään 12 tutkittavaa. Näiden ryhmien koko on niin pieni, että kovin suuria johtopäätöksiä ei tutkimuksen tulosten perusteella tehdä. LT- ja TK-ryhmien välillä ei tutkimuksessa havaittu merkitsevää eroa kummissakaan sarjoissa, mutta LT-ryhmän pisteet olivat hieman matalammat verrattuna TK-ryhmään sekä yksinkertaisissa että monimutkaisissa sarjoissa. Voi olla, että LT-ryhmä oli kooltaan niin pieni, ettei se riittänyt tässä kohtaa pienten erojen havaitsemiseen, ja suuremmalla otoskoolla saataisiin esiin myös merkitsevä ero LT- ja TK-ryhmän välillä. Tämä puolestaan tukisi tässä tutkimuksessa esitettyä hypoteesia siitä, että myös viivästyneen kielenkehityksen taustalla vaikuttaisi samantapaiset poikkeavuudet proseduraalisen muistin toiminnassa kuin kehityksellisessä kielihäiriössä.

Tuloksiin saattaa tutkittavien osalta vaikuttaa myös se, että LT+DLD-ryhmä erosi merkitsevästi ei-kielellisiltä päättelytaidoiltaan sekä TK- että LT-ryhmistä. Ryhmän heikko suoriutuminen sarjallisissa tehtävissä ei siis välttämättä johdu pelkästään kehityksellisestä kielihäiriöstä, vaan taustalla saattaa olla myös heikkoutta ei-kielellisissä taidoissa. Toisaalta kehitykselliseen kielihäiriöön on havaittu liittyvän vaikeuksia ei-kielellisissä taidoissa – se ei ole siis spesifisti kieleen liittyvä häiriö.

Ryhmät eivät olleet myöskään iän suhteen täysin tasapainotettuja. LT+DLD-ryhmä oli keskimäärin kaikista nuorin, kun taas LT-ryhmä vanhin. Nämä ryhmät erosivat iältään merkitsevästi toisistaan. Vaikka niitä ei tässä tutkimuksessa suoraan verrattukaan toisiinsa, täytyy tämä ottaa huomioon tulosten tulkinnassa. LT-ryhmän keski-ikä oli noin 10 kuukautta korkeampi kuin LT+DLD-ryhmän. Vaikka ei voi olettaa, että sarjalliset motoriset taidot kehittyisivät kymmenessä kuukaudessa merkittävän heikoista lähes normaaleiksi, täytyy tämä ikäero ottaa kuitenkin huomioon tuloksia tulkittaessa.

Tuloksiin saattaa vaikuttaa myös tutkittavien orientoituminen sekä keskittyminen tehtävään. Tehtävä oli kyseisen tutkimuskerran loppupuolella, mikä tarkoittaa sitä, että lapset olivat tehneet jo useamman tehtävän tätä tehtävää ennen. Tämä saattaa vaikuttaa lapsen keskittymiseen. Kyseessä oli myös viimeinen tehtävä ennen kuin lapset pääsivät piirtämään, mikä ainakin joillekin lapsille mainittiin tehtävän alussa. Mikäli lapsi tietää,

että tehtävän suoritettuaan pääsee mielekkäämmän tekemisen pariin, voi olla, että tehtävä tehdään huolimattomasti.

## 5.5 Yhteenveto

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia proseduraalisen muistin hypoteesin toteutumista kehityksellisen kielihäiriön selittäjänä sekä selvittää, voisiko se olla myös viivästyneen kielenkehityksen taustalla. Tutkimuksen hypoteesina oli, että sekä LT- että LT+DLD-ryhmät suoriutuisivat suun sarjallisten motoristen taitojen tehtävässä merkitsevästi heikommin kuin TK-ryhmä, ja niin, että ero ryhmien välillä olisi suurempi monimutkaisissa kuin yksinkertaisissa sarjoissa. LT-ryhmä suoriutui hypoteesin vastaisesti tehtävästä TK-ryhmän tasoisesti. Tämän tuloksen pohjalta voitaisiin ajatella, että sarjalliset motoriset taidot saattavat olla se tekijä, joka erottaa viivästyneen kielenkehityksen kehityksellisestä kielihäiriöstä.

LT+DLD-ryhmä suoriutui tehtävässä merkitsevästi heikommin kuin TK-ryhmä, mutta ero oli hypoteesin vastaisesti suurempi yksinkertaisissa kuin monimutkaisissa sarjoissa. Ryhmän pääefekti oli kuitenkin selvä: LT+DLD-ryhmä suoriutui muita ryhmiä selvästi heikommin sarjallisista motorisista tehtävistä. Tutkimukseen ja sen tuloksiin liittyy aiemmin kuvattuja rajoitteita, mutta mikäli tulokset pitävät paikkaansa, ovat löydökset merkittäviä. Tällöin sarjalliset motoriset taidot olisivat selkeä erotusdiagnostinen tekijä viivästyneen kielenkehityksen ja kehityksellisen kielihäiriön välillä. Tämä auttaisi kliinisessä työssä puheterapeutteja havaitsemaan jo varhain, kenellä kielelliset ongelmat ovat vakavampia ja pysyvämpiä, ja kohdistamaan niukkoja puheterapiaresursseja oikeille henkilöille.



- Archibald, L. M., & Gathercole, S. E. (2006). Short-term and working memory in specific language impairment. *International Journal of Language & Communication Disorders, 41*, 675-693.
- Archibald, L. M., Joanisse, M. F., & Munson, B. (2013). Motor control and nonword repetition in specific working memory impairment and SLI. *Topics in language disorders, 33*, 255.
- Badcock, N. A., Bishop, D. V., Hardiman, M. J., Barry, J. G., & Watkins, K. E. (2012). Co-localisation of abnormal brain structure and function in specific language impairment. *Brain and language, 120*, 310-320.
- Bavin, E. L., Wilson, P. H., Maruff, P., & Sleeman, F. (2005). Spatio-visual memory of children with specific language impairment: evidence for generalized processing problems. *International journal of language & communication disorders, 40*, 319-332.
- Botting, N. & Conti-Ramsden, G. (2004). Characteristics of Children with Specific Language Impairment. Teoksessa L. Verhoeven & H. van Balkom (toim.), *Classification of Developmental Language Disorders*, 23-38.
- Brumbach, A. C. D., & Goffman, L. (2014). Interaction of language processing and motor skill in children with specific language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 57*, 158-171.
- Clahsen, H. (1989). The grammatical characterization of developmental dysphasia. *Linguistics, 27*, 897-920.
- Clark, M. M., & Plante, E. (1998). Morphology of the inferior frontal gyrus in developmentally language-disordered adults. *Brain and Language, 61*, 288-303.
- Dale, P. S., Price, T. S., Bishop, D. V., & Plomin, R. (2003). Outcomes of early language delay: I. Predicting persistent and transient language difficulties at 3 and 4 years. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 46*, 544-560.

- Estes, K. G., Evans, J. L., & Else-Quest, N. M. (2007). Differences in the nonword repetition performance of children with and without specific language impairment: A meta-analysis. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 50*(1), 177-195.
- Fey, M. E., Catts, H. W., Proctor-Williams, K., Tomblin, J. B., & Zhang, X. (2004). Oral and written story composition skills of children with language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 47*, 1301-1318.
- Foerde, K. & Poldrack, R. A. (2009). Procedural learning in humans. Teoksessa L. R. Squire (toim.), *Encyclopedia of Neuroscience*, 1083–1091. Elsevier Ltd.
- Gabriel, A., Maillart, C., Stefaniak, N., Lejeune, C., Desmottes, L., & Meulemans, T. (2013). Procedural learning in specific language impairment: effects of sequence complexity. *Journal of the International Neuropsychological Society, 19*, 264-271.
- Gauger, L. M., Lombardino, L. J., & Leonard, C. M. (1997). Brain morphology in children with specific language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 40*, 1272-1284.
- Hodge, S. M., Makris, N., Kennedy, D. N., Caviness, V. S., Howard, J., McGrath, L., ... & Harris, G. J. (2010). Cerebellum, language, and cognition in autism and specific language impairment. *Journal of autism and developmental disorders, 40*, 300-316.
- Hoffman, L. M., & Gillam, R. B. (2004). Verbal and spatial information processing constraints in children with specific language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 47*, 114-125.
- Kail, R. (1994). A method for studying the generalized slowing hypothesis in children with specific language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 37*, 418-421.
- Klee, T., Carson, D. K., Gavin, W. J., Hall, L., Kent, A., & Reece, S. (1998). Concurrent and predictive validity of an early language screening program. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 41*, 627-641.
- Korkman, M., Kirk, U., & Kemp, S. L. (1997). *NEPSY: Lasten neuropsykologinen tutkimus*. Helsinki: Psykologien Kustannus Oy.

- Korkman, M., Kirk, U. & Kemp, S.L. (2008). *NEPSY II: Lasten neuropsykologinen tutkimus*. Helsinki: Psykologien kustannus Oy.
- Krishnan, S., Watkins, K. E., & Bishop, D. V. (2016). Neurobiological basis of language learning difficulties. *Trends in cognitive sciences*, 20, 701-714.
- Käypä hoito -suositus: Kehityksellinen kielihäiriö (kielellinen erityisvaikeus, lapset ja nuoret). (2019). Haettu 29.1.2019 osoitteesta: <http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituksset/suositus?id=hoi50085>
- Lagström, H., Rautava, P., Kaljonen, A., Räihä, H., Pihlaja, P., Korpilahti, P., ... & Niemi, P. (2012). Cohort profile: Steps to the healthy development and well-being of children (the STEPS Study). *International Journal of Epidemiology*, 42, 1273-1284.
- Le Normand, M. T., & Chevrie-Muller, C. (1991). Individual differences in the production of word classes in eight specific language-impaired preschoolers. *Journal of Communication Disorders*, 24, 331-351.
- Leonard, L. B. (2014). *Children with specific language impairment*. MIT press.
- Lum, J. A., Conti-Ramsden, G., Morgan, A. T., & Ullman, M. T. (2014). Procedural learning deficits in specific language impairment (SLI): A meta-analysis of serial reaction time task performance. *Cortex*, 51, 1-10.
- Lyytinen, P. (2000). *Varhaisen kommunikaation ja kielen kehityksen arviointimenetelmä*. Niilo Mäki Instituutti.
- Mawhood, L., Howlin, P., & Rutter, M. (2000). Autism and developmental receptive language disorder—A comparative follow-up in early adult life. I: Cognitive and language outcomes. *The Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, 41, 547-559.
- Miller, C. A., Kail, R., Leonard, L. B., & Tomblin, J. B. (2001). Speed of processing in children with specific language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 44, 416-433.
- Miller, C. A., Leonard, L. B., Kail, R. V., Zhang, X., Tomblin, J. B., & Francis, D. J. (2006). Response time in 14-year-olds with language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 49, 712-728.

- Nissen, M. & Bullemer, P. (1987). Attentional requirements of learning: Evidence from performance measures. *Cognitive Psychology*, *19*, 1–32
- Paul, R., Murray, C., Clancy, K., & Andrews, D. (1997). Reading and metaphonological outcomes in late talkers. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *40*, 1037-1047.
- Petrucelli, N., Bavin, E. L., & Bretherton, L. (2012). Children with specific language impairment and resolved late talkers: Working memory profiles at 5 years. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *55*, 1690-1703.
- Rescorla, L. (2002). Language and reading outcomes to age 9 in late-talking toddlers. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *45*, 360-371.
- Rescorla, L. (2011). Late talkers: Do good predictors of outcome exist?. *Developmental Disabilities Research Reviews*, *17*, 141-150.
- Rescorla, L. (2005). Age 13 language and reading outcomes in late-talking toddlers. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *48*, 459-472.
- Rescorla, L. (2009). Age 17 language and reading outcomes in late-talking toddlers: Support for a dimensional perspective on language delay. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *52*, 16-30.
- Rescorla, L., & Achenbach, T. M. (2002). Use of the Language Development Survey (LDS) in a national probability sample of children 18 to 35 months old. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *45*, 733-743.
- Rice, M. L., Oetting, J. B., Marquis, J., Bode, J., & Pae, S. (1994). Frequency of input effects on word comprehension of children with specific language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *37*, 106-122.
- Rice, M. L., Taylor, C. L., & Zubrick, S. R. (2008). Language outcomes of 7-year-old children with or without a history of late language emergence at 24 months. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *51*, 394-407.
- Rice, M. L., Wexler, K., & Cleave, P. L. (1995). Specific language impairment as a period of extended optional infinitive. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *38*, 850-863.

- Richtsmeier, P. T., & Goffman, L. (2015). Learning trajectories for speech motor performance in children with specific language impairment. *Journal of communication disorders, 55*, 31-43.
- Roos, E. M., & Weismer, S. E. (2008). Language outcomes of late talking toddlers at preschool and beyond. *Perspectives on language learning and education, 15*, 119-126.
- Sanjeevan, T., Rosenbaum, D. A., & Mainela-Arnold, E. (2018). Planning Deficits in Children With Specific Language Impairment Are Reflected in Unnecessarily Awkward Grasps. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 61*, 887-896.
- Schacter, D. L., & Tulving, E. (1994). Memory systems 1994. *Memory Systems 1994*.
- Schwartz, R. G., & Leonard, L. B. (1985). Lexical imitation and acquisition in language-impaired children. *Journal of Speech and Hearing Disorders, 50*, 141-149.
- Soriano-Mas, C., Pujol, J., Ortiz, H., Deus, J., López-Sala, A., & Sans, A. (2009). Age-related brain structural alterations in children with specific language impairment. *Human Brain Mapping, 30*, 1626-1636.
- Squire, L. R. (2004). Memory systems of the brain: a brief history and current perspective. *Neurobiology of learning and memory, 82*, 171-177.
- Squire, L. R., Knowlton, B., & Musen, G. (1993). The structure and organization of memory. *Annual review of psychology, 44*, 453-495.
- Tomblin, J. B., Records, N. L., Buckwalter, P., Zhang, 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.
- Tuovinen, S., Ahonen, T. & Westerholm, J. (2008). *Sananlöytämistesti*. Niilo Mäki Instituutti & Haukkarannan koulu.
- Ullman, M. T., & Gopnik, M. (1999). Inflectional morphology in a family with inherited specific language impairment. *Applied Psycholinguistics, 20*, 51-117.
- Ullman, M. T., & Pierpont, E. I. (2005). Specific language impairment is not specific to language: The procedural deficit hypothesis. *Cortex, 41*, 399-433.

- Van der Lely, H. K., & Battell, J. (2003). Wh-movement in children with grammatical SLI: A test of the RDDR hypothesis. *Language*, 153-181.
- Van der Lely, H. K., Rosen, S., & McClelland, A. (1998). Evidence for a grammar-specific deficit in children. *Current Biology*, 8, 1253-1258.
- Van der Lely, H. K., & Ullman, M. T. (2001). Past tense morphology in specifically language impaired and normally developing children. *Language and cognitive processes*, 16,177-217.
- Webster, R. & Shevell, M. (2004). Neurobiology of Specific Language Impairment. *Journal of Child Neurology*, 9, 471-481.
- Wechsler, D. (2003). *The Wechsler Intelligence Scale for Children - IV*. Pearson: London. Psykologien kustannus: Helsinki.
- 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*, 4, 865-878.
- Wilkinson, L. & Jahanshahi, M. (2015). Non declarative (procedural) memory. *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences*, 2, 844–850.
- Zubrick, S. R., Taylor, C. L., Rice, M. L., & Slegers, D. W. (2007). Late language emergence at 24 months: An epidemiological study of prevalence, predictors, and covariates. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 1562-1592.