

Ajallisen ryhmittelyn yhteys kuulonvaraiseen
muistisuoriutumiseen 4–7-vuotiailla tyypillisesti
kehittyvillä lapsilla ja lapsilla, joilla on kehityksellinen
kielihäiriö

Sanni Ylönen
Pro gradu -tutkielma
Ohjaaja: Marja Laasonen
Turun yliopisto
Yhteiskuntatieteellinen tiedekunta
Psykologian ja logopedian laitos
Logopedia
23.11.2020

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

TURUN YLIOPISTO

Psykologian ja logopedian laitos / Yhteiskuntatieteellinen tiedekunta

YLÖNEN, SANNI: Ajallisen ryhmittelyn yhteys kuulonvaraiseen muistisuoriutumiseen 4–7-vuotiailla tyypillisesti kehittyvillä lapsilla ja lapsilla, joilla on kehityksellinen kielihäiriö

Pro gradu -tutkielma, 55 s., 4 liites.

Logopedia

Marraskuu 2020

Tässä pro gradu -tutkielmassa tutkitaan yksikielisten 4–7-vuotiaiden tyypillisesti kehittyvien (TK) sekä lasten, joilla on kehityksellinen kielihäiriö (KKH), muistisuoriutumista kahdessa ei-kielellisessä kuulonvaraisessa lyhytkestoisen muistin tehtävässä. Näiden lasten muistisuoriutumista arvioidaan ryhmittelemättömällä ja ajallisesti ryhmiteltyllä tehtävällä. *Ajallisella ryhmittelyllä* (temporal grouping) tarkoitetaan sitä, että ärsykesarjoihin lisätään ylimääräisiä taukoja, jolloin yksittäisistä ärsykkeistä muodostuu ryhmiä. Tutkielmassa selvitetään, eroaako tutkittavien suoriutuminen, kun ajallisesti ryhmiteltyä ja ryhmittelemätöntä tehtävää verrataan toisiinsa. Jos suoriutumisen ero näiden kahden tehtävän välillä havaitaan, tarkoituksena on tutkia, onko suoriutumisen ero erilainen eri ryhmissä (TK ja KKH). Lisäksi selvitetään, eroaako KKH-lasten muistisuoriutuminen verrattuna tyypillisesti kehittyviin lapsiin.

Tämän tutkielman aineisto on osa Helsingin pitkäikäistä SLI-tutkimusta (HelSLI). Tutkittavina oli 24 tyypillisesti kehittyvää lasta ja 27 lasta, jolla on kehityksellinen kielihäiriö. Sekä ryhmittelemättömässä että ryhmiteltyssä tehtävässä tutkittavan tuli päättää, oliko toisena soitettu ärsykesarja samanlainen kuin ensimmäisenä soitettu. Pitenevät ärsykesarjat koostuivat aina kahdesta kuvitteellisen eläimen äänestä. Ryhmittelemättömässä tehtävässä ärsykkeet soitettiin lähes peräkkäin, kun taas ryhmiteltyssä tehtävässä ärsykkeet oli valmiiksi ryhmitelty tauoilla.

Tutkimustulokseksi saatiin, että tyypillisesti kehittyvät ja kielihäiriöiset lapset suoriutuivat eri tavoin muistitehtävistä. Tyypillisesti kehittyvät lapset suoriutuivat merkitsevästi paremmin ryhmittelemättömästä kuin ryhmitelystä tehtävästä. KKH-lapset sen sijaan suoriutuivat huomattavasti paremmin ryhmitelystä kuin ryhmittelemättömästä tehtävästä. KKH-lasten suoriutuminen ei eronnut merkitsevästi tyypillisesti kehittyvistä lapsista kummankaan tehtävän osalta.

Tämän tutkimuksen tulokset ovat vasta suuntaa antavia havaintoja aiheesta, koska ajallisen ryhmittelyn yhteyttä muistisuoriutumiseen ei ole tutkittu aiemmin lapsilla, joilla on kehityksellinen kielihäiriö. Tutkimus lisää tietoa myös tyypillisesti kehittyvien lasten osalta, koska ajallisen ryhmittelyn yhteyttä näiden lasten muistisuoriutumiseen ei ole aiemmin tutkittu tällaisella koeasetelmalla. Koska käytetty materiaali oli ei-kielellistä, tutkimus lisää tietoa KKH-lasten työmuistin episodisen taltion kapasiteetista sekä muistisuoriutumisesta ilman, että näiden lasten heikot kielelliset taidot vaikuttavat siihen. Jatkossa olisi hyvä tarkastella samaa ilmiötä isommalla otoskoolla sekä monikielisillä lapsilla. Aiheen jatkotutkimus olisi logopedisesta näkökulmasta tärkeää, jotta KKH-lasten ei-kielellisten taitojen arviointiin saataisiin kehitettyjä uusia tehtäviä sekä ymmärrettäisiin aiempaa paremmin kehityksellisen kielihäiriön ei-kielellistä kognitiivista taustaa.

Asiasanat: kehityksellinen kielihäiriö, DLD, SLI, ajallinen ryhmittely, temporal grouping, ei-kielellinen, kuulonvarainen, lyhytkestoinen muisti, STM, työmuisti, HelSLI

Sisällys

1	Johdanto	3
1.1	Työmuisti	5
1.1.1	Työmuistin kapasiteetin arviointi.....	6
1.1.2	Tiedon yksiköinti	6
1.2	Ajallinen ryhmittely	8
1.3	Kehityksellinen kielihäiriö.....	10
2	Tutkimuskysymykset	16
3	Menetelmät.....	17
3.1	Tutkittavat	17
3.2	Arviointimenetelmät	19
3.2.1	Ryhmitelty tehtävä	19
3.2.2	Ryhmittelemätön tehtävä	22
3.2.3	Ärsykemateriaali	24
3.2.4	Välineet	24
3.2.5	Arviointimenetelmien kulku	24
3.3	Koeasetelma	25
3.4	Tutkimuksen eettisyys.....	27
3.5	Aineiston analysointi.....	28
4	Tulokset.....	33
4.1	KKH- ja TK-ryhmän suoriutuminen kuulonvaraisissa lyhytkestoisen muistin tehtävissä	33
4.2	Ryhmien sisäiset erot muistitehtävissä suoriutumisessa	35
4.3	Ryhmien väliset erot muistitehtävissä suoriutumisessa	36
4.4	Yhteenveto	36
5	Pohdinta	37
5.1	Muistisuoriutumisen ero ryhmittelemättömän ja ryhmitellyn tehtävän välillä.....	37
5.1.1	Tyypillisesti kehittyvien lasten suoriutuminen muistitehtävissä	38
5.1.2	KKH-lasten suoriutuminen muistitehtävissä	42

5.2	KKH-ryhmän ja TK-ryhmän väliset suoriutumisen erot muistitehtävissä.....	43
5.3	Tämän tutkimuksen vahvuudet ja haasteet	44
5.4	Jatkotutkimus ja kliininen merkitys	47
5.5	Yhteenveto	49
Lähteet.....		51
Liitteet		56

1 Johdanto

Tämän pro gradu -tutkielman tarkoituksena on selvittää ajallisen ryhmittelyn yhteyttä kuulonvaraiseen muistisuoriutumiseen tyypillisesti kehittyvillä lapsilla ja lapsilla, joilla on kehityksellinen kielihäiriö. Tutkimus kohdentuu yksikielisiin 4–7-vuotiaisiin lapsiin, joista osa on tyypillisesti kehittyviä ja osa lapsia, joilla on kehityksellinen kielihäiriö. Kuulonvaraista muistisuoriutumista mitataan kahdella ei-kielellisellä lyhytkestoisen muistin tehtävällä: ryhmittelemättömällä ja ajallisesti ryhmitellyllä. *Ajallisella ryhmittelyllä* (temporal grouping) tarkoitetaan ryhmittelytapaa, jossa ärsykesarjaan lisätyt tauot muodostavat yksittäisistä ärsykkeistä ryhmiä (Ryan, 1969a). Ajallisen ryhmittelyn on havaittu parantavan niin aikuisten (esim. Ryan, 1969a; Ryan 1969b; Spurgeon, Ward, Matthews & Farrel, 2015) kuin tyypillisesti kehittyvien lastenkin muistisuoriutumista (esim. Frank & Rabinovitch, 1974; Towse, Hitch & Skates, 1999; Yanaoka, Nakayama, Jarrold & Saito, 2018). Tarkoituksena on tutkia, suoriudutaanko näissä kahdessa tehtävässä eri tavalla, kun ei-kielellinen materiaali on tai ei ole ajallisesti ryhmitelty. Mikäli tehtävissä suoriudutaan eri tavoin, tavoitteena on edelleen tarkastella, onko suoriutumisen ero erilainen tyypillisesti kehittyvillä ja kielihäiriöisillä lapsilla. Lisäksi tutkimustavoitteena on verrata lasten, joilla on kehityksellinen kielihäiriö, muistisuoriutumista tyypillisesti kehittyviin lapsiin kummankin tehtävän osalta.

Kehityksellinen kielihäiriö vaikuttaa lapsen puheeseen, kieleen ja kommunikaatioon (Bishop, Snowling, Thompson, Greenhalgh & CATALISE-2-paneeli, 2017). Tutkimuksissa on havaittu, että kielihäiriöisten lasten heikot kielelliset taidot liittyvät muun muassa työmuistin vaikeuksiin (Vugs, Hendriks, Cuperus, Knoors & Verhoeven, 2017). Vaikka näiden lasten vaikeudet painottuvat ensisijaisesti kieleen ja näin kielelliseen muistiin, on eri tutkimuksissa havaittu, että myös ei-kielellisissä muistitehtävissä suoriutumisessa ilmenee vaikeuksia (esim. Ebert & Pham, 2019; Hick, Botting & Conti-Ramsden, 2005; Vugs, Hendriks, Cuperus & Verhoeven, 2014). Koska kognitiivista taustaa sekä ei-kielellisen prosessoinnin roolia kehityksellisessä kielihäiriössä ei vielä täysin tunneta (Laasonen ym., 2018), sitä on tärkeää tutkia lisää. Vielä ei esimerkiksi tiedetä, parantaako ajallinen ryhmittely muistisuoriutumista lapsilla, joilla on kehityksellinen kielihäiriö. Koska tutkimustietoa näiden lasten osalta ei ole, pyrkii tämä tutkimus täyttämään tämän tutkimusaukon.

Kognitiivisen taustan tutkiminen on tärkeää arvioinnin ja kuntoutuksen kehittämisen kannalta. Kehityksellisen kielihäiriön riskin tai diagnoosin arvioinnin suhteen on tärkeää kartoittaa lapsen ei-kielellistä kognitiivista suoriutumista, esimerkiksi tapauksissa, joissa lapselta ei voida luotettavasti tutkia kielellistä työmuistia kaksi- tai monikielisuuden vuoksi. Tällaisessa tapauksessa esimerkiksi ei-kielellisen työmuistisuoriutumisen arviointi voisi antaa alustavia viitteitä lapsen kognitiivisesta taitotasosta. Kuntoutuksen osalta on tärkeä tietää lapsen kognitiivisten taitojen taso ja mahdolliset rajoitteet, jotta kuntoutus saataisiin toteutettua oikealla tavalla. Esimerkiksi jos lapsen työmuistikapasiteetin havaitaan arvioinneissa olevan tavallista kapeampi, on tärkeää, että kognitiivista kuormitusta vähennetään tasolle, jolla lapsi vielä hyötyy tukitoimista. Muun muassa edellä mainitun tilanteen vuoksi on tärkeää tutkia, tukeeko ajallinen ryhmittely lasten muistisuoriutumista. Jos ajallinen ryhmittely auttaa myös kielihäiriöisten lasten työmuistisuoriutumista, ryhmittelyn periaatetta voidaan käyttää hyväksi esimerkiksi sanavaraston tai muunlaisessa kuntoutuksessa. Työmuistikuormituksen vähentäminen on tärkeää, jotta lasta voitaisiin tukea esimerkiksi käynnissä olevan oppimistehtävän suorittamisessa (Archibald, 2018).

Kehityksellinen kielihäiriö on varsin yleinen kehityksellinen häiriö leikki-ikäisten lasten keskuudessa (Tomblin, Records, Zhang, Smith & O'Brien, 1997), minkä vuoksi siihen kohdistuva tutkimus on tärkeää. Tutkimuksen kohdentuminen alle kouluikäisiin on myös merkityksellistä, koska kielihäiriödiagnosi annetaan yleensä, kun lapsi on leikki-ikäinen, 4–6-vuotias (Kehityksellinen kielihäiriö: Käypä hoito -suositus, 2019; Leonard, 2014).

Tutkimus lisää tietoa kielihäiriöisten lasten kognitiivisista kyvyistä ilman, että lapsen heikot kielelliset taidot vaikuttaisivat suoriutumiseen. Tämä on merkityksellistä, koska näin voidaan paremmin tarkastella työmuistiin kuuluvan lyhytkestoisen muistin toimintaa ja kapasiteettia laajemminkin eri ikäisillä lapsilla. Kehityksellisen kielihäiriön määritelmä ei myöskään vaadi, että lapsen ei-kielellisten taitojen tulisi olla ikätasoisia (Bishop ym., 2017), minkä vuoksi ei-kielellisen muistisuoriutumisen selvittäminen on merkityksellistä.

Vaikka tämä tutkimus kohdentuu erityisesti lapsiin, joilla on kehityksellinen kielihäiriö, tutkimus tuo uutta tietoa myös 4–7-vuotiaiden tyypillisesti kehittyvien lasten muistisuoriutumisesta tämän tyyllisissä tehtävissä. Tyypillisesti kehittyviä lapsia ei ole aiemmin tutkittu tällaisella koeasetelmalla, minkä vuoksi myös näiden lasten osalta saadaan uutta tutkimustietoa. Tutkimustietoa on tärkeä saada tyypillisesti kehittyviltä

lapsilta, jotta myöhemmin tutkimustiedon lisääntyessä voidaan erottaa tyypillinen ikätasoinen muistisuoriutumisen poikkeavasta suoriutumisesta.

1.1 Työmuisti

Työmuistilla tarkoitetaan muistia, joka voi hetkellisesti säilyttää tietoa sekä prosessoida toista tietoa samaan aikaan (Eysenck & Brysbaert, 2018). Useat työmuistiteoriat ovat esittäneet, että työmuisti sisältää myös lyhytkestoisen muistin (esim. Baddeley, 2012; Cowan, 2008), joka nimensä mukaisesti voi säilöä tietoa lyhytaikaisesti (Eysenck & Brysbaert, 2018). Käsitteitä työmuisti ja lyhytkestoinen muisti käytetään alan julkaisuissa kuitenkin osin ristiriitaisesti. Tämän vuoksi tässä pro gradu -tutkielmassa käytetään selkeyden vuoksi vain käsitettä työmuisti. Alkuperäisissä artikkeleissa käytetyt käsitteet, kuten välitön muisti (immediate memory) ja lyhytkestoinen muisti (short-term memory), on korvattu tämän tutkielman tekstissä työmuisti-käsitteellä.

Yksi tunnetuimmista ja käytetyimmistä työmuistimalleista on Baddeleyn ja Hitchin (1974) esittämä moniosainen työmuistimalli. Malli on kehittynyt aiemmin käytetystä lyhytkestoisen muistin käsitteestä ja se koostui alun perin kolmesta osatekijästä: keskusyksiköstä (central executive), fonologisesta silmukasta (phonological loop) ja visuospatiaalisesta luonnoslehtiöstä (visuo-spatial sketch-pad) (Baddeley & Hitch, 1974). Myöhemmin kyseiseen malliin lisättiin vielä episodinen taltio (episodic buffer) neljänneksi osatekijäksi (Baddeley, 2010).

Työmuistin keskusyksikön tehtäviin kuuluu muun muassa huomion tarkentaminen, jakaminen ja vaihtaminen sekä työmuistin sisältöjen yhdistäminen pitkäkestoiseen muistiin (Baddeley, 2007), joka pystyy säilyttämään tietoa rajattomasti (Eysenck & Brysbaert, 2018). Lisäksi keskusyksikkö ohjaa fonologisen silmukan ja visuospatiaalisen luonnoslehtiön toimintoja (Baddeley, 2007). Nämä osatekijät ovat lyhytkestoisia varastoja, joista visuospatiaalinen luonnoslehtiö voi nimensä mukaisesti hetkellisesti säilyttää visuaalista sekä spatiaalista eli avaruudellista tietoa ja fonologinen silmukka puolestaan varastoi kielellistä ja akustista eli ääneen liittyvää tietoa (Baddeley, 2000). Lisäksi fonologiseen silmukkaan kuuluu mekanismi sisäiselle puheelle (Baddeley, 2003). Episodinen taltio puolestaan yhdistää useasta lähteestä tulevat tiedot episodiksi eli yhtenäiseksi tapahtumaksi (Baddeley, 2007). Tiedot, jotka episodinen taltio yhdistää yhdeksi episodiksi, voivat olla peräisin pitkäkestoisesta muistista, fonologisesta silmukasta, visuospatiaalisesta luonnoslehtiöstä tai havaituista ärsykkeistä.

1.1.1 Työmuistin kapasiteetin arviointi

Työmuistin kapasiteetin tiedetään olevan rajallinen (Miller, 1956). Yleensä työmuistin ja työmuistiin kuuluvan lyhytkestoisen muistin kapasiteetteja tutkitaan mittaamalla tutkittavien muistijänteet. Lyhytkestoisen muistin ja työmuistin muistijänteiden arviointitavat poikkeavat hieman toisistaan. Lyhytkestoisen muistin muistijänne arvioidaan laskemalla, kuinka monta ärsykettä, esimerkiksi numeroa, koehenkilö muistaa välittömästi oikeassa järjestyksessä hänelle esitetystä ärsykesarjasta (Eysenck & Brysbaert, 2018; Vance, 2008).

Työmuistin muistijänne voidaan puolestaan arvioida esimerkiksi laskemalla, kuinka monta kuullun numerosarjan numeroista menee oikein, kun koehenkilön tulee toistaa esitetty sarja käänteisessä järjestyksessä (Vance, 2008). Muistijänteen pituuteen vaikuttavat yksilölliset tekijät, mutta myös käytetty muistimateriaali sekä ikä (Ottem, Lian & Karlsen, 2007). Usein tutkimuksissa muistijänteen pituus arvioidaan käyttämällä kielellistä materiaalia, kuten numero- tai sanasarjoja (Dehn, 2008).

1.1.2 Tiedon yksiköinti

Työmuistin kapasiteetin kokoa on pyritty arvioimaan myös muun muassa Millerin (1956) esittämän *tiedon yksiköinnin* (chunking) -teorian mukaan. Teorian mukaan yksittäisistä ärsykkeistä tulee suurempia, merkityksellisiä yksiköitä uudelleenkoodauksen myötä. Esimerkiksi foneemisarjasta /hkitkujkl/ voitaisiin muodostaa uudelleenkoodauksen avulla kolme merkityksellistä *tietoyksikköä* (chunk): Helsingin lyhenne (Hki), Turun lyhenne (Tku) ja Jyväskylän lyhenne (Jkl). Jos edellä esitetyn kaltainen foneemisarja täytyisi muistaa ja toistaa välittömästi perässä, tulisi muodostetut tietoyksiköt purkaa auki. Tietoyksikköjen purkaminen tapahtuisi käyttämällä hyväksi sitä semanttista tietoa, jota kustakin tietoyksiköstä on taltioituna pitkäkestoiseen muistiin (Thalman, Souza & Oberauer, 2019).

Edellä mainittu esimerkki on luonteeltaan *päämäärätietoista tiedon yksiköintiä* (goal-oriented chunking), koska se toimii tietoisien kontrollin avulla (Gobet, 2017; Gobet ym., 2001). Tiedon yksiköinti voi olla luonteeltaan myös *automaattista* (perceptual chunking), jolloin se tapahtuu havaitsemisen aikana ja on tiedostamatonta (Gobet, 2017; Gobet ym., 2001). Esimerkiksi lapsen omaksuessa kieltä kuullun foneemisarjan foneemit todennäköisesti koodautuvat ensin yksittäisiksi yksiköiksi, mutta toisella altistumiskerralla uudelleenkoodauksen myötä useat yksittäiset yksiköt luultavasti muodostavat yhden tietoyksikön (Miller, 1956).

Tiedon yksiköinnin teorian luoneen Millerin varhaisen (1956) arvion mukaan aikuisen työmuistiin mahtuu noin 7 ± 2 tietoyksikköä. Cowanin myöhempi (2001) tutkimus puolestaan osoitti, että työmuisti voi säilyttää ainoastaan 4 ± 1 tietoyksikköä. Työmuistikapasiteetin on yleisesti ehdotettu olevan neljä tietoyksikköä, kun uudelleenkoodaus ei vaadi pitkäkestoista muistia tai harjoittelua (Mathy & Feldman, 2012). Baddeley (2007) on ehdottanut, että henkilön muistamien tietoyksiköiden määrän avulla voitaisiin määritellä episodisen taltion kapasiteetti, sillä episodinen taltio oletettavasti säilyttää muodostetut moniulotteiset tietoyksiköt (Baddeley, 2010).

Vaikka työmuistin kapasiteetin kokoa koskevat arviot vaihtelevatkin tutkimuksittain, tiedon yksiköintiä pidetään tärkeänä kognitiivisena prosessina työmuistin kannalta (Dehn, 2008). Tämä johtuu siitä, että yksittäisten ärsykkeiden sijaan muistissa voidaan pitää muutamia tietoyksiköitä, minkä seurauksena työmuistin kapasiteettia vapautuu (Miller, 1956). Lisäksi muistettava tietomäärä voi olla suurempi tietoyksiköiden vuoksi. Tutkimuksissa onkin havaittu, että tiedon yksiköinti parantaa sekä aikuisten (esim. Solopchuck, Alamia, Olivier & Zénon, 2016; Thalmann ym., 2019) että tyypillisesti kehittyvien lasten (Kibbe & Feigenson, 2014; Mathy, Fartoukh, Gauvrit & Guida, 2016) muistisuoriutumista. Esimerkiksi lasten kohdalla Mathyn, Fartoukhin, Gauvritin ja Guidan (2016) tutkimuksessa tiedon yksiköinnin parantava vaikutus havaittiin siten, että tutkittavat muistivat enemmän visuaalisia, ei-kielellisiä sarjoja, jotka oletettavasti tukivat tiedon yksiköintiä kuin sarjoja, jotka eivät tukeneet. Lisäksi samaisessa tutkimuksessa havaittiin, että 6–10-vuotiaiden lasten muistisuoriutuminen parani iän myötä niin tiedon yksiköintiä tukeville sarjoille kuin niille, jotka eivät sitä tukeneet.

Myös monissa muissa tutkimuksissa on huomattu, kuinka lasten työmuistitehtävistä suoriutuminen paranee iän myötä (Cowan, 2016). Muistijänteen on havaittu kasvavan nopeasti kolmen vuoden iästä kahdeksan vuoden ikään: 8-vuotiaat muistavat lähes puolet enemmän esitetyistä sarjoista kuin 3-vuotiaat (Cowan, 2014). Muistisuoriutumisen paranemisen on ehdotettu johtuvan siitä, että työmuistin kapasiteetti kasvaa lapsen kehittyessä (Jones, 2012). Kun työmuistin kapasiteetti kasvaa, voi varastoitava ja prosessoitava tietomäärä olla aiempaa suurempi, mikä puolestaan voidaan havaita muistisuoriutumisen paranemisena.

Koska tiedon yksiköinnin tiedetään vapauttavan työmuistin ja erityisesti episodisen taltion kapasiteettia, olisikin tärkeää tutkia, parantavatko tiedon yksiköintiä tukevat tehtävärakenteet, kuten erilaiset ryhmittelytavat, muistisuoriutumista myös lapsilla, joilla on havaittu olevan tavallista rajoittuneempi työmuistikapasiteetti. Tällainen kohderyhmä

on esimerkiksi lapset, joilla on kehityksellinen kielihäiriö (Archibald, 2018). Tutkimuksen tekeminen ei-kielellisellä materiaalilla voisi antaa tietoa siitä, miten automaattinen tiedon yksiköinti toimii kielihäiriöisillä lapsilla. Koska tiedon yksiköinnin on ehdotettu olevan tärkeä oppimismekanismi ja prosessi työmuistin toimivuuden kannalta (Dehn, 2008; Jones, 2012), olisikin sitä tärkeä tutkia lapsilla, joilla on kehityksellinen kielihäiriö, jotta heidän osaltaan saataisiin tietoa työmuistin kapasiteetista ja toiminnasta ilman, että heikot kielelliset taidot vaikuttavat siihen. Esimerkiksi ajallista ryhmittelyä voitaisiin käyttää yhtenä tiedon yksiköintiä tukevana tehtävärakenteena.

1.2 Ajallinen ryhmittely

Ajallinen ryhmittely on ryhmittelymuoto, jossa esitettävään ärsykesarjaan lisätään taukoja muutamien ärsykkeiden esittämisen jälkeen, jolloin yksittäisistä ärsykkeistä rajautuu ryhmiä (Ryan, 1969a). Esimerkiksi numerosarja 985468192 voitaisiin jakaa ajallisen ryhmittelyn avulla kolmeen ryhmään (ajatusviiva kuvaa taukoa): 985–468–192.

Muistettavan materiaalin ryhmittelyn on havaittu parantavan muistisuoriutumista (Ryan, 1969a), mikä on huomattu esimerkiksi tutkimuksissa, joissa aikuiset ovat muistaneet enemmän ajallisesti ryhmiteltyjä kuin ryhmittelemättömiä ärsykesarjoja (esim. Ryan 1969a; Ryan 1969b; Spurgeon ym., 2015). Myös tyypillisesti kehittyvien lasten on havaittu hyötyvän ajallisesta ryhmittelystä, kun suoriutumista on verrattu ryhmittelemättömiin sarjoihin (esim. Frank & Rabinovitch, 1974; Towse ym., 1999; Yanaoka ym., 2018). Muistaminen oletettavasti paranee samasta syystä kuin tiedon yksiköinnin osalta, ja tiedon yksiköinnin hypoteesin onkin ehdotettu liittyvän myös ajalliseen ryhmittelyyn (Ryan, 1969a). Useiden yksittäisten ärsykkeiden sijaan työmuistissa voidaan pitää muutamia ryhmiä, minkä vuoksi muistikapasiteettia vapautuu ja muistaminen parantuu (Miller, 1956).

Ajallisen ryhmittelyn vaikutukseen liittyviä taustatekijöitä ovat esimerkiksi ärsykeryhmän koko ja käytettyjen taukojen pituus. Ajallisen ryhmittelyn kautta muodostuneiden ärsykeryhmien koon on havaittu vaikuttavan muistamiseen aikuisilla (Ryan, 1969a). Kahden ärsykeen ryhmäkoosta ei ole suurta hyötyä muistamisen kannalta (Ryan, 1969a), mutta kolmen ärsykeen kokoisen ryhmän on puolestaan huomattu olevan optimaalisin aikuisilla (Hitch, Burgess, Towse & Cuplin, 1996; Ryan, 1969a). Käytettyjen taukojen pidentämisellä puolestaan ei ole havaittu muistisuoritusta parantavaa vaikutusta (Ryan, 1969b). Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, että tauoilla ei

olisi vaikutusta ajalliseen ryhmittelyyn: juuri taukojen on uskottu olevan syy ajallisen ryhmittelyn vaikuttavuudelle (Ryan, 1969b). Tauot oletettavasti edistävät muistisuoritusta, koska ne antavat aikaa prosessoida vasta kuultuja tai nähtyjä ärsyksiä keskeytyksellä (Ryan, 1969b). Lisäksi tauot rajaavat yksittäisistä ärsyksistä ryhmiä, mikä mahdollisesti tukee myös tiedon yksiköinnin prosessia.

Ajallisen ryhmittelyn yhteyttä muistisuoriutumiseen on tutkittu hyvin niukasti tyypillisesti kehittyvillä lapsilla. Ajallisen ryhmittelyn on kuitenkin havaittu useimmiten parantavan tyypillisesti kehittyvien lasten suoriutumista kielellisissä työmuistin tehtävissä (esim. Frank & Rabinovitch, 1974; Towse ym., 1999; Yanaoka ym., 2018). Aiemmat tulokset, jotka on saatu alle kouluikäisiltä lapsilta, ovat kuitenkin osin ristiriidassa keskenään (Towse ym., 1999; Yanaoka ym., 2018). Towsen, Hitchin ja Skatesin (1999) tutkimustulos oli, että ajallisen ryhmittelyn vaikutus kasvaa lapsen iän myötä. Heidän tutkimuksessaan 4-vuotiaiden lasten suoriutuminen ei eronnut ajallisesti ryhmiteltyjen ja ryhmittelemättömien sarjojen välillä, kun taas 8-vuotiailla havaittiin, että ajallinen ryhmittely vaikutti hyvin merkittävästi muistisuoriutumiseen. Tutkimuksessa havaittiin, että iän myötä kasvava ajallisen ryhmittelyn vaikutus oli samansuuntaista niin näön- kuin kuulonvaraisillekin ärsyksille. Samaisessa tutkimuksessa tulokseksi saatiin myös, että kolmen ärsyksen ryhmäkoosta oli optimaalisin lasten muistisuoriutumisen kannalta.

Puolestaan Yanaokan, Nakayaman, Jarroldin ja Saiton (2018) tutkimuksessa havaittiin, että jo 4-vuotiaat lapset hyötyvät ajallisen ryhmittelyn vaikutuksesta. Lisäksi tutkimuksessa huomattiin, että tutkittavien fonologisen työmuistikapasiteetin koko vaikutti osaltaan siihen, kuinka paljon ajallisen ryhmittelyn vaikutus näkyi muistisuoriutumisessa. Näiden kahden tutkimuksen väliset erot, ärsykemateriaalissa ja ärsykeryhmäkoissa, voivat osin selittää ristiriitaa ajallisen ryhmittelyn ja iän yhteyden osalta.

Koska edellä mainitut tutkimukset ovat ristiriidassa sen suhteen, parantaako ajallinen ryhmittely muistisuoriutumista tyypillisesti kehittyvillä 4-vuotiailla lapsilla, tulisi aiheutta tutkia lisää ja eri ikäisillä lapsilla. Tyypillisesti kehittyvien lasten lisäksi aiheutta tulisi tutkia myös lapsilla, jotka erityisesti hyötyvät työmuistikuormituksen vähenemisestä, kuten lapsilla, joilla on kehityksellinen kielihäiriö. Koska ajallisen ryhmittelyn tiedetään hyödyttävän tyypillisesti kehittyviä lapsia muistitehtävissä, on mahdollista, että ajallinen ryhmittely vapauttaa myös kielihäiriöisten lasten jo valmiiksi rajallisempaa työmuistikapasiteettia. Lisäksi on mahdollista, että ajallinen ryhmittely tukee myös tiedon

yksiköintiä. Näin ollen ajallisen ryhmittelyn ja muistisuoriutumisen yhteyden tutkiminen lapsilla, joilla on kehityksellinen kielihäiriö, voisi tuoda tietoa myös siitä, kuinka tehokkaasti tiedon yksiköinti toimii näillä lapsilla.

1.3 Kehityksellinen kielihäiriö

Suurimmalla osalla lapsista kielelliset taidot kehittyvät tyypillisessä aikataulussa, mutta kielen kehityksen viivettä esiintyy jopa 19 prosentilla lapsista (Nelson, Nygren, Walker & Panoscha, 2006). Valtaosa lapsista, joilla ilmenee kielen kehityksen viivettä, saavuttaa iänmukaiset kielelliset taidot viidenteen ikävuoteen mennessä (Rescorla, 2011). Jos näin ei tapahdu ilman selvää syytä, kyseessä voi olla kehityksellinen kielihäiriö.

Kehityksellinen kielihäiriö (developmental language disorder, DLD) on kehityksellinen häiriö, jossa lapsen kielelliset taidot poikkeavat iänmukaisesta kehityksestä (ICD-11, 2019, 6. luku, 6A01.2). Kehityksellisen kielihäiriön ensisijaiset vaikeudet liittyvät puheeseen, kieleen ja kommunikointiin (Bishop ym., 2017), minkä vuoksi se vaikuttaa laaja-alaisesti lapsen toimintakykyyn ja osallistumiseen arjessa. Se on esiintyvyydeltään yleinen leikki-ikäisten keskuudessa, sillä sen esiintyvyyden on arvioitu olevan noin 7 prosenttia populaatiosta (Leonard, 2014; Tomblin ym., 1997). Häiriötä on havaittu esiintyvän enemmän pojilla kuin tytöillä (Tomblin ym., 1997).

Kehityksellinen kielihäiriö ei johdu neurologisesta vammasta tai sairaudesta, eivätkä poikkeavuudet aistitoiminnoissa aiheuta sitä (Leonard, 2014). Tekijöitä, jotka vaikuttavat kehityksellisen kielihäiriön syntymiseen, ei vielä täysin tunneta (Bishop ym., 2017), mutta häiriöön on havaittu liittyvän sekä geneettisiä että neurobiologisia tekijöitä. Geneettiseksi tekijäksi voidaan luokitella häiriön perinnöllisyys, joka on havaittu kaksostutkimuksissa (Bishop, 2006). Lisäksi tutkimuksissa on havaittu, että keskimäärin 46 prosentilla kehityksellinen kielihäiriö -diagnoosin saaneista on sukulaisia, joilla on myös kielellisiä vaikeuksia (Bishop, 2003). Häiriön neurobiologista taustaa on myös tutkittu, ja siihen on havaittu liittyvän poikkeavuuksia niin aivojen rakenteessa kuin toiminnassakin (Leppänen, Lyytinen, Choudhury & Benasich, 2004). Aivojen rakenteellisia ja toiminnallisia poikkeavuuksia on löydetty erityisesti aivoalueilta, jotka liittyvät kielellisiin toimintoihin (Badcock, Bishop, Hardiman, Barry & Watkins, 2012). Vielä ei kuitenkaan tiedetä, mikä johtaa näihin aivojen rakenteiden ja toiminnan poikkeavuuksiin kehityksellisessä kielihäiriössä.

Kehityksellisen kielihäiriön diagnoosin tekeminen on luotettavinta lapsen ollessa 4-vuotias tai vanhempi (Bishop ym., 2017). Diagnoosin antaminen pohjautuu poissulkukriteereihin, ja diagnostisissa kriteereissä vaaditut haasteet painottuvat kielellisiin taitoihin (Heikkinen, Ukkola, Leppänen & Kunnari, 2016). Tämän ohella kehityksellisen kielihäiriön diagnoosin tueksi arvioidaan myös lapsen ei-kielellisiä kognitiivisia taitoja psykologisilla testeillä (Saar, Levänen & Komulainen, 2018).

Ei-kielellisyydellä viitataan siihen, että testien ärsykemateriaalit tai vastaaminen eivät perustu kieleen, vaan tehtävät on pyritty luomaan sellaisiksi, että ne mittaavat muuta kognitiivista prosessointia (Ebert & Pham, 2019). Kliinisessä työssä arvioidaan usein lapsen ei-kielellisiä kognitiivisia taitoja älykkyysasteikoiden suoritusosan testeillä (Saar ym., 2018). Alle kouluikäisille lapsille Suomessa on käytössä WPPSI-III, Wechsler preschool and primary scale of intelligence - kolmas versio (Wechsler, 2009). Sen suoritusosan älykkyysosamäärä (performance intelligence quotient, PIQ) mittaa näönvaraista ei-kielellistä älykkyyttä ja siinä käytetyt tehtävät vaihtelevat hieman lapsen iän mukaan. Alle 4-vuotiailla PIQ sisältää kuutio- ja kokoamistehtäviä ja yli 4-vuotiailla kuutiotehtäviä, matriisipäätelyä sekä kuvakäsitteitä.

Kehityksellisen kielihäiriön määritelmän vaatimuksena ei ole, että lapsella pitäisi olla selvä ero kielellisten ja ei-kielellisten taitojen välillä (Bishop ym., 2017). Kehityksellistä kielihäiriötä edeltävän käsitteen, kielellinen erityisvaikeus (specific language impairment, SLI), määritelmään puolestaan kuului, että lapsen ei-kielellisen älykkyysosan tulo oli tyypillisellä tasolla (Tomblin, 2019). Tässä tutkielmassa ei käytetä tätä aiemmin Suomessa käytettyä käsitettä, sillä sen on ajateltu olevan käsitteenä osin harhaanjohtava ja rajautuvan pelkästään kielellisiin ongelmiin (Bishop ym., 2017). Kehityksellinen kielihäiriö -käsitteen on puolestaan ehdotettu heijastavan paremmin sitä, että kielihäiriöisillä lapsilla vaikeudet eivät välttämättä rajoitu ainoastaan kieleen. Lisäksi tutkielmassa käytetään käsitettä kehityksellinen kielihäiriö, koska se korvaa uudessa Maailman terveysjärjestön (World Health Organization, WHO) ICD-11-tautiluokituksessa aiemmin käytetyn kielellisen erityisvaikeuden (ICD-11, 2019, 6. luku, 6A01). Jatkossa tässä tutkielmassa kehityksellisestä kielihäiriöstä käytetään myös lyhennettä KKH.

Kehityksellisen kielihäiriön ilmenemismuoto on hyvin heterogeeninen, sillä sen vaikeusaste vaihtelee lievästä vaikeaan (Kehityksellinen kielihäiriö: Käypä hoito -suositus, 2019), oirekuva vaihtelee diagnoosin saaneiden kesken (Bishop, 2006), ja se voi muuttua toisenlaiseksi lapsen kasvaessa (Botting & Conti-Ramsden, 2004).

Oirekuvan vaihtelevuus KKH-lasten kesken johtuu esimerkiksi siitä, että eri lapsilla vaikeudet painottuvat eri tavoin kielten osa-alueiden – fonologia, morfosyntaksi, leksikko, semantiikka ja pragmatiikka – välille (Ervast & Leppänen, 2010; Leonard, 2014). Yleisesti näiden lasten kielellisenä oirekuvana on puheen ja kielen viivästynyt tai poikkeava kehitys, mikä voi ilmetä puheen tuottamisessa, ymmärtämisessä tai molemmissa (Bishop, 2003; Bishop ym., 2017).

Sen lisäksi, että KKH-lapset ovat hyvin heterogeeninen ryhmä kielellisten taitojen osalta, myös työmuistiprofiileissa on havaittu variaatiota näillä lapsilla (Henry & Botting, 2017). KKH-lasten työmuistin heikkoudet ovat tulleet esiin, kun lapsia on arvioitu niin kielellisellä (esim. Archibald & Gathercole, 2006a; Archibald & Gathercole, 2007; Montgomery & Evans, 2009; Vugs, Knoors, Cuperus, Hendriks & Verhoeven, 2016) kuin ei-kielelliselläkin ärsykemateriaalilla (esim. Ebert & Pham, 2019; Hick ym., 2005; Vugs ym., 2014). Tutkimuksissa on havaittu, että KKH-lapsilla on rajoitteita eri työmuistin osatekijöissä (esim. Montgomery, Magimairaj & Finney, 2010; Petruccioli, Bavin & Bretherton, 2012; Vugs ym., 2016) sekä se, että KKH-lasten heikot kielelliset taidot ja työmuisti liittyvät toisiinsa (Archibald, 2018; Vugs ym., 2017).

Työmuistin fonologisen silmukan lyhytaikainen varasto voi hetkellisesti säilyttää kieleen ja ääneen liittyvää tietoa (Baddeley, 2000) ja lisäksi sen on havaittu liittyvän uusien sanojen oppimiseen (Gathercole, 2006). KKH-lapsilla ilmeneekin usein vaikeuksia uusien sanojen oppimisessa ja sanavaraston karttumisessa (Leonard, 2014). Koska tutkimuksissa on todettu, että KKH-lapsilla esiintyy häiriöitä fonologisen silmukan lyhytaikaisessa varastossa (Vugs ym., 2017), antavat tutkimustulokset tukea työmuistin ja kielellisten taitojen suhteelle myös kehityksellisessä kielihäiriössä.

Archibald (2018) nosti esiin myös sen mahdollisuuden, että KKH-lasten heikommat sanojen mieleen palauttamisen taidot saattaisivat heijastaa vaikeutta hyödyntää tiedon yksiköinnin prosessia ennemmin kuin pelkkää työmuistin vajetta. Tiedon yksiköinnin oletetaan tapahtuvan työmuistin episodisessa taltiossa (Baddeley, 2007), jossa myös muodostettuja tietoyksiköitä todennäköisesti säilytetään (Baddeley, 2010). Henry ja Botting (2017) toivat esiin myös sen, että episodisen taltion toimintojen uskotaan olevan tärkeitä lapsilla, joilla on kehityksellinen kielihäiriö. Lisäksi Ottem, Lian ja Karlsen (2007) ehdottivat, että KKH-lapset tarvitsisivat intensiivisistä sanaston harjoittelua, jotta tiedon yksiköinti ja kielelliset kyvyt kehittyisivät. KKH-lasten episodista taltiota on vielä toistaiseksi tutkittu vähän, minkä vuoksi asiasta ei voida vielä luotettavasti tehdä johtopäätelmiä (Henry & Botting, 2017). Tutkimuksista on saatu kuitenkin viitteitä siitä,

että myös nuorilla KKH-lapsilla episodisen taltion kapasiteetti olisi rajoittunut (Petruccelli ym., 2012; Vugs ym., 2014).

Myös ei-kielellisellä työmuistilla on ehdotettu olevan rooli kehityksellisessä kielihäiriössä (Vugs ym., 2014). Tutkimuksissa onkin havaittu, että KKH-lapset suoriutuvat työmuistitehtävistä heikommin kuin tyypillisesti kehittyvät lapset silloin, kun tehtävät ovat sisältäneet mahdollisimman vähän kielellistä muistimateriaalia tai ovat olleet kokonaan ei-kielellisiä (esim. Botting, Psarou, Caplin & Nevin, 2013; Ebert & Pham, 2019; Hick ym., 2005; Vugs ym., 2014). Ei-kielellistä työmuistia on tutkittu KKH-lasten osalta sekä kuulonvaraisella että näönvaraisella muistimateriaalilla. KKH-lasten suoriutumista kuulonvaraisissa, ei-kielellisissä työmuistitehtävissä on tutkittu suhteessa vähemmän verrattuna näönvaraiseen ei-kielelliseen muistisuoriutumiseen.

Kuulonvaraista ei-kielellistä työmuistisuoriutumista on selvitetty tehtävällä, jossa tutkittava kuuntelee kaksi äänisarjaa ja tutkittavan tehtävänä on päättää, ovatko esitetyt sarjat keskenään samanlaisia vai erilaisia (Ebert & Pham, 2019). Ebertin ja Phamin (2019) tutkimuksessa saatiin selville, että yksikieliset tyypillisesti kehittyvät lapset suoriutuivat näistä tehtävistä paremmin kuin KKH-lapset. Lisäksi samassa tutkimuksessa havaittiin, että edellä mainitun kaltainen kuulonvarainen tehtävä oli suhteellisen hyvä mahdollisen KKH-riskin tunnistamisessa.

KKH-lasten visuaalista ei-kielellistä työmuistisuoriutumista on pääosin tutkittu tehtävillä, jotka mittaavat visuospatiaalista luonnoslehtiötä (esim. Archibald & Gathercole, 2006a; Lum, Conti-Ramsden, Page & Ullman, 2011; Vugs, Cuperus, Hendriks & Verhoeven, 2013). Visuospatiaalisen luonnoslehtiön lyhytaikaisen varaston tehtävänä on säilyttää näönvaraista ja avaruudellista tietoa (Baddeley, 2000). Tutkimustulokset visuospatiaalisen luonnoslehtiön osalta ovat kuitenkin osin ristiriitaisia, sillä osassa tutkimuksista KKH-lapsilla on havaittu heikkoutta visuospatiaalisessa luonnoslehtiössä (esim. Hick ym., 2005; Nickisch & von Kries, 2009; Vugs ym., 2014) ja osassa ei (esim. Archibald & Gathercole, 2006a; Lum ym., 2011). Vugsin, Cuperusin, Hendriksin ja Verhoevenin (2013) meta-analyysissä kuitenkin nostettiin esiin, että KKH-lasten kielellisen työmuistin vaikeudet ovat suurempia kuin haasteet, jotka liittyivät visuospatiaaliseen luonnoslehtiöön.

Ei-kielellistä työmuistia ja muita ei-kielellisiä kognitiivisia taitoja, kuten prosessointinopeutta, on syytä tutkia lisää, sillä tutkimustietoa on saatu myös siitä, että kehityksellisessä kielihäiriössä ei-kielelliset taidot olisivat yhteydessä kielellisiin

taitoihin ja päinvastoin (esim. Saar ym., 2018; Vugs ym., 2016). Esimerkiksi Vugsin, Knoorsin, Cuperuksen, Hendriksin ja Verhoevenin (2016) tutkimuksessa havaittiin, että ei-kielellinen älykkyys ennusti ymmärtävän sanavaraston kokoa. Puolestaan Saarin, Leväsen ja Komulaisen (2018) tutkimuksessa havaittiin, että KKH-lapset, joilla oli sekä puheen tuoton että ymmärtämisen ongelmia suoriutuivat huomommin ei-kielellisistä tehtävistä kuin KKH-lapset, joilla oli ainoastaan puheen tuoton ongelmia. Lisäksi samassa tutkimuksessa nostettiin esiin se, että kielellisten ymmärtämisvaikeuksien ja ei-kielellisen älykkyuden yhteys voi osin selittyä sillä, että KKH-lapset, joilla on puheen ymmärtämisen ongelmia, eivät mahdollisesti täysin ymmärrä ei-kielellisen tehtävän ohjetta. Lisäksi on epäilty, että ei-kielellisissä tehtävissä voi olla hyvinkin paljon kätkössä olevaa kielellistä kuormaa, mikä voi omalta osaltaan asettaa KKH-lapset epäedulliseen asemaan verrattuna tyypillisesti kehittyviin verrokkeihin (Botting ym., 2013).

Myös kielihäiriön ja ei-kielellisen älykkyuden yhteydestä on saatu näyttöä Vidingin ja muiden (2003) kaksostutkimuksesta. Kyseisessä tutkimuksessa havaittiin, että 4-vuotiailla kaksosilla toisen kaksosen heikot kielelliset taidot ennustivat heikkoa ei-kielellistä kyvykkyyttä toisella kaksosella. Edellä mainitun yhteyden havaittiin olevan suurempi identtisillä kaksosilla kuin erimunaisilla kaksosilla. Tuloksen oletettiin heijastavan sitä, että jotkut kielihäiriöön liittyvistä geeneistä mahdollisesti liittyvät myös ei-kielelliseen älykkyteen (Viding ym., 2003). Vaikka ei-kielellisten taitojen ja kielellisten kykyjen yhteyttä on havaittu eri tutkimuksissa, vielä on kuitenkin epäselvää, millainen yhteys ei-kielellisen ja kielellisen prosessoinnin välillä on (Botting, 2005; Saar ym., 2018).

Koska näönvaraisesta ei-kielellisestä työmuistisuoriutumisesta on saatu ristiriitaisia tuloksia sekä kuulonvaraisesta ei-kielellisestä työmuistisuoriutumisesta on vain vähän tutkimusta, on tärkeää, että KKH-lapsilta tutkitaan lisää ei-kielellistä työmuistin toimintaa ja kapasiteettia. Ei-kielellisen työmuistin tutkiminen on merkityksellistä, jotta uusia tehtäviä kehityksellisen kielihäiriön riskin tai diagnoosin arvioimiseen voitaisiin kehittää. Ei-kielellisten taitojen arvioinnin kehittäminen on erityisen tärkeää, koska kehityksellisen kielihäiriön määritelmän mukaan lapsen ei-kielellisen kognitiivisen suoriutumisen ei tarvitse olla tyypillisellä tasolla (Bishop ym., 2017). Lisäksi ei-kielellisestä arvioinnista saadut tulokset voivat vaikuttaa kuntoutusmenetelmien valintaan (Heikkinen ym., 2016), mikä entisestään korostaa ei-kielellisen arvioinnin merkitystä kehityksellisen kielihäiriön osalta. Lisäksi KKH-lasten ei-kielellisen työmuistitehtävien

tutkiminen antaa paremmin kuvaa muistisuoriutumisesta ilman, että heikot kielelliset taidot voisivat vaikuttaa heikentävästi tehtävistä suoriutumiseen.

2 Tutkimuskysymykset

Tämän tutkielman tarkoituksena on selvittää ajallisen ryhmittelyn yhteyttä kuulonvaraiseen muistisuoriutumiseen tyypillisesti kehittyvillä lapsilla ja lapsilla, joilla on kehityksellinen kielihäiriö. Tutkittavat ovat yksikielisiä 4–7-vuotiaita lapsia, joista osa on tyypillisesti kehittyviä ja osa lapsia, joilla on kehityksellinen kielihäiriö. Tavoitteena on tutkia, eroaako suoriutuminen, kun ajallisesti ryhmiteltyä ja ryhmittelemätöntä tehtävää verrataan toisiinsa. Lasten muistisuoriutumista tutkitaan tarkastelemalla, muistavatko lapset enemmän ärsykesarjoja, kun ne on ryhmitelty tai ei. Mikäli tehtävissä suoriudutaan eri tavoin, tarkoituksena on edelleen selvittää, onko suoriutumisen ero erilainen tyypillisesti kehittyvillä lapsilla ja kielihäiriöisillä lapsilla. Lisäksi tutkimustavoitteena on verrata lasten, joilla on kehityksellinen kielihäiriö, muistisuoriutumista tyypillisesti kehittyviin lapsiin kummankin tehtävän osalta.

Tällaista tutkimusasetelmaa ei ole aiemmin tehty, minkä vuoksi tämä tutkimus tuo täysin uutta tietoa siitä, tukeeko ajallinen ryhmittely muistisuoriutumista myös lapsilla, joilla on kehityksellinen kielihäiriö tai näin nuoria lapsia ylipäättään. Lisäksi tutkimus lisää tietoa ajallisen ryhmittelyn yhteydestä muistisuoriutumiseen myös tyypillisesti kehittyvillä lapsilla. Tutkimus on tärkeä, koska se lisää tietoa nuorten kielihäiriöisten lasten kognitiivisista kyvyistä ilman, että lasten kielelliset taidot vaikuttaisivat suoriutumiseen. Tämä on merkityksellistä, koska näin voidaan paremmin tutkia itse työmuistin lyhytkestoisen muistin toimintaa ja kapasiteettia. Kehityksellisen kielihäiriön kognitiivisen puolen parempi tuntemus puolestaan edistää oikeanlaisen diagnosoinnin tai riskin arvioinnin sekä kuntoutuksen kehittämistä.

Tutkimuskysymykset ovat seuraavat:

1. Kun kuulonvaraisia lyhytkestoisen muistin tehtäviä verrataan toisiinsa niin, että molempia ryhmiä tarkastellaan samanaikaisesti, eroaako suoriutuminen näissä tehtävissä toisistaan? Jos tehtävät eroavat toisistaan, onko tehtävissä suoriutumisen välinen ero erilainen eri ryhmissä (TK ja KKH)?
2. Eroaako lasten, joilla on kehityksellinen kielihäiriö, suoriutuminen kuulonvaraisissa lyhytkestoisen muistin tehtävissä verrattuna tyypillisesti kehittyviin lapsiin?

3 Menetelmät

Tämän tutkielman aineisto on osa Helsingin pitkäikäistä SLI-tutkimusta (HelSLI). HelSLI-tutkimuksen tavoitteena on lisätä ymmärrystä niin riski- kuin suojaavista tekijöistä, jotka liittyvät kehitykselliseen kielihäiriöön (Laasonen ym., 2018). Kyseisessä tutkimuksessa tutkittiin noin 3–6-vuotiaita yksi- ja kaksikielisiä lapsia vuosina 2013–2018. Lisäksi tutkittavissa oli hyvin pieni joukko esikouluikäisiä 7-vuotiaita lapsia, jotka olivat ehtineet täyttää seitsemän ennen koulun alkua. Tutkittavina oli tyypillisesti kehittyviä lapsia ja lapsia, joilla on kehityksellinen kielihäiriö. HelSLI-tutkimus koostuu viidestä osaprojektista: HelSLI-geneettinen, HelSLI-EEG, HelSLI-kognitiivinen, HelSLI-kaksikielinen ja HelSLI-psykososiaalinen. Tässä tutkimuksessa käytetään HelSLI-kognitiivisesta saatua aineistoa, joka on kerätty vuosina 2014–2018. HelSLI-kognitiivisen tarkoituksena on tutkia ei-kielellisiä tekijöitä, joita voidaan mahdollisesti käyttää kehityksellisen kielihäiriön ennustamiseen, diagnosoimiseen ja kuntouttamiseen eri kielillä.

3.1 Tutkittavat

Tässä tutkielmassa arviointimenetelminä käytettyihin lyhytkestoisen muistin tehtäviin osallistuneiden yksikielisten lasten lukumäärä oli alun perin 65, kun tarkasteltiin HelSLI-tutkimuksen sisäänottokriteerien mukaisia tutkittavia. Tästä osatutkimuksesta poissuljettiin kuitenkin yhteensä 14 3-vuotiasta, sillä vain 4-vuotiaat ja sitä vanhemmat tutkittavat osallistuivat HelSLI-kognitiivisen tehtäviin. Tämän työn lopullinen otoskoko sisälsi 51 tutkittavaa. Tutkittavina oli iältään 4–7-vuotiaita (keskiarvo = 4 vuotta 10 kuukautta, keskihajonta = 9 kuukautta) tyypillisesti kehittyviä lapsia (TK-ryhmä) ja lapsia, joilla on kehityksellinen kielihäiriö (KKH-ryhmä). Kaikki tutkittavat ovat yksikielisiä, ja vaatimuksena oli, että suomi on tutkittavien ainoa kotikieli. Tutkittaviin liittyvät taustatiedot esitetään taulukossa 1. Ryhmien sisäänotto- ja poissulkukriteerit esitetään taulukossa 2.

Taulukko 1.

Tyypillisesti kehittyvien ja kielihäiriöisten tutkittavien taustamuuttujien tunnusluvut sekä ryhmävertailu

		TK-ryhmä (n = 24)	KKH-ryhmä (n = 27)	Ryhmävertailu
Sukupuoli		4 tyttöä (16.7 %), 20 poikaa (83.3 %)	8 tyttöä (29.6 %), 19 poikaa (70.4 %)	$\chi^2(1) = 1.19$ $p = .28$ $\phi = .15$
Ikä kuukausina	ka (kh)	69.16 (10.37)	62.91 (11.70)	$F = (1,49) = 4.03$
	vaihteluväli	53.90–86.40	48.80–81.50	$p = .05$
	95 % luottamusväli	64.78–73.54	58.29–67.54	$\eta_p^2 = .08$
PIQ	ka (kh)	106.33 (11.12)	91.89 (10.47)	$F = (1,49) = 22.81$
	vaihteluväli	87–131	72–112	$p < .001$
	95 % luottamusväli	101.64–111.03	87.75–96.03	$\eta_p^2 = .32$

Huom. TK = tyypillisesti kehittyvä, KKH = kehityksellinen kielihäiriö, PIQ = Performance intelligence quotientin tulos, ka = keskiarvo ja kh = keskihajonta

Taulukko 2.

Tyypillisesti kehittyvien ja kielihäiriöisten tutkittavien sisäänotto- ja poissulkukriteerit

	Tyypillisesti kehittyvät lapset	Kielihäiriöiset lapset
Rekrytointi	- Pääkaupunkiseudun päiväkodit	- Helsingin yliopistollisen sairaalan foniatrian yksikkö
Poissulkukriteerit	- PIQ < 85 - Kielelliset vaikeudet, KKH-epäily tai -diagnoosi tutkittavalla - Sisaruksella tai vanhemmalla diagnoosi kielellisistä vaikeuksista	- PIQ < 70 - Diagnoosi neurologisesta vammasta tai sairaudesta - Kuulovamma - Autismin kirjon häiriö - Suun alueen poikkeama (esim. halkio)
Sisäänottokriteerit	- Artikulaatioon keskittyvä lyhyt kuntoutusjakso tai ohjaus sallittiin.	- Aiempi puheterapeutin tekemä arviointi- tai kuntoutusjakso perusterveydenhuollossa. - Ohjautuminen foniatrian yksikköön arvioon ja arvion pääsyyinä epäily KKH:sta. - Kielen kehitys aiheuttanut jatkuvaa huolta. - Erikoissairaanhoidossa toteutuneessa vanhemman haastattelusta ja/tai lapsen kielellisestä arvioinnista tuli käydä ilmi, että lapsella on vaikeita ongelmia kielellisissä taidoissaan. - Osallistuminen vuosittaisiin neuvolatarkastuksiin.

Huom. PIQ = Performance intelligence quotientin tulos, KKH = Kehityksellinen kielihäiriö

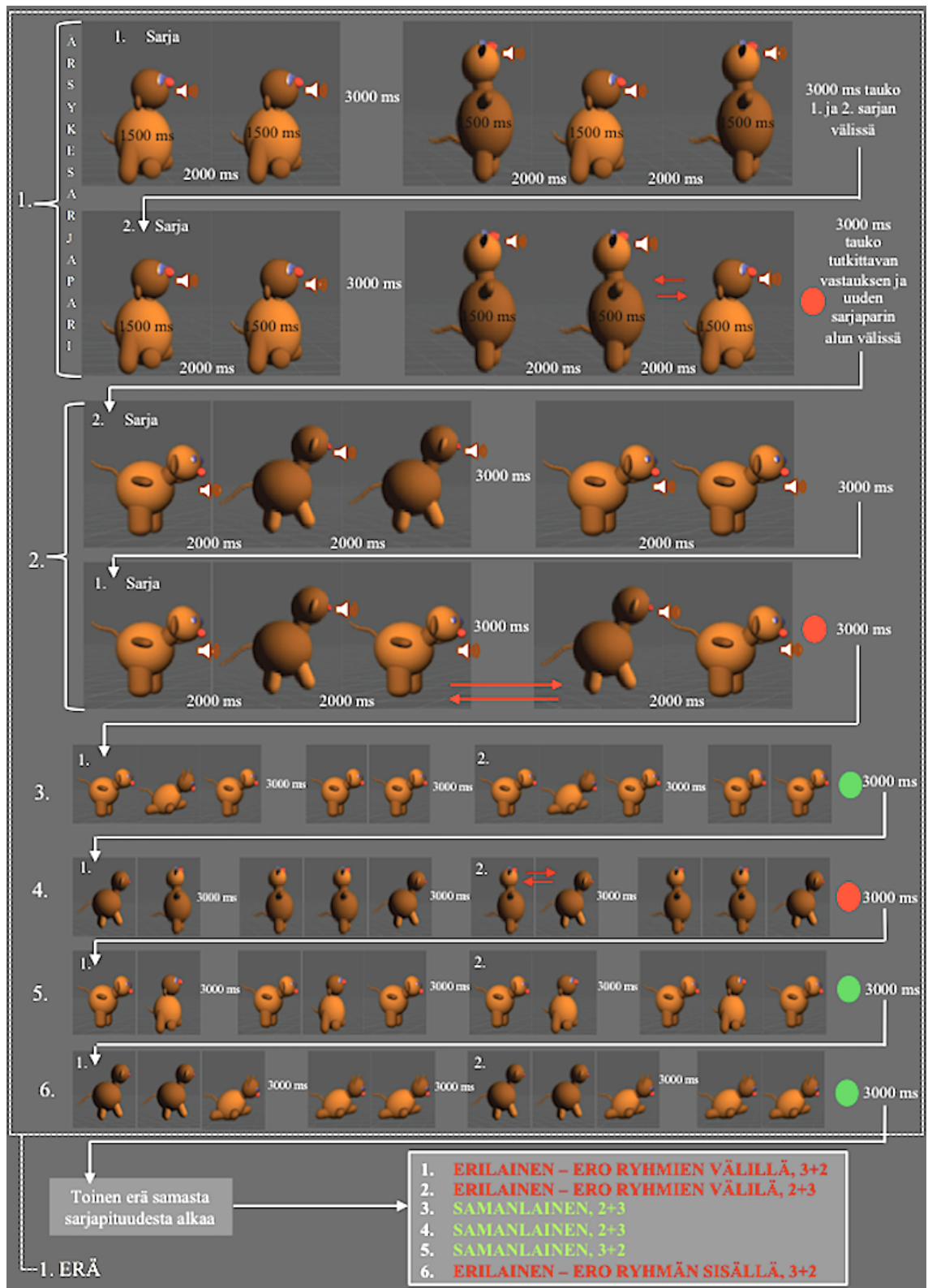
3.2 Arviointimenetelmät

Tämän tutkielman arviointimenetelmät koostuvat kahdesta ei-kielellisestä, kuulonvaraisesta lyhytkestoisen muistin tehtävästä: ryhmitelystä ja ryhmittelemättömästä tehtävästä. Kummassakin tehtävässä tutkittavan tuli verrata kahta kuulemaansa ärsykesarjaa toisiinsa ja päättää, olivatko ärsykesarjat samanlaisia vai eivät. Ryhmitelty tehtävä oli luotu ajallisen ryhmittelyn periaatteita noudattavaksi eli ärsykesarjojen ärsykkeet oli ryhmitelty valmiiksi tauoilla. Tällä tavoin se poikkesi ryhmittelemättömästä tehtävästä, jossa yhden ärsykesarjan ärsykkeet esitettiin ilman pidempiä taukoja peräkkäin. Tehtävien tarkoituksena oli mitata, muistavatko lapset enemmän ei-kielellisiä ärsykesarjoja silloin, kun ne on tai ei ole ryhmitelty. Lisäksi ryhmitellyn tehtävän avulla haluttiin selvittää, kuinka tutkittava pystyy sitomaan tauoilla erotettuja ärsykeitä toisiinsa ja siten pitämään niitä mielessään. Tutkimuksessa haluttiin käyttää ei-kielellistä materiaalia, jotta saataisiin arvioitua muistitoimintaa, joka on riippumatonta kielellisistä taidoista. Ei-kielellisenä ärsykemateriaalina käytettiin eläinten ääniä sisältäviä äänitiedostoja, ja äänitiedostot soitettiin väärinpäin, jotta eläinten ääniä ei voisi yhdistää kyseessä olevaan oikeaan eläimeen. Molemmat tehtävät oli luotu niin, että ne voitiin suorittaa tablettitietokoneilla ja ne esiteltiin tutkittaville peleinä.

3.2.1 Ryhmitelty tehtävä

Ryhmitellyssä tehtävässä tutkittaville soitettiin kaksi ärsykesarjaa, jotka oli valmiiksi ryhmitelty lyhyiden taukojen avulla. Kolmen ärsykkeen pituinen tehtävä toteutettiin esimerkiksi niin, että kahden ärsykkeen jälkeen ärsykesarjassa tuli lyhyt tauko, jonka jälkeen tuli vielä yksi ärsyke. Lisäksi nämä kaksi vertailtavaa ärsykesarjaa erotettiin toisistaan tauolla ja tutkittavan tehtävänä oli päättää, olivatko ärsykesarjat keskenään samanlaisia vai erilaisia. Jatkossa ensimmäiseen ärsykesarjaan ja sitä seuraavaan, vertailtavaan ärsykesarjaan viitataan käsitteellä ärsykesarjapari.

Tehtävässä käytettiin viiden eri eläimen ääniä. Eläimien ääniä käytettiin kuitenkin niin, että jokaisessa sarjaparissa käytettiin vain kahden eri eläimen ääntä, jotta muistikuormitus voitaisiin minimoida. Esitetyn sarjan pituus alkoi kolmesta ärsykkeestä ja jatkui maksimissaan viiteen ärsykkeeseen asti.



Kuva 1. Ryhmitellyn tehtävän eteneminen sarjapituudessa viisi. Satueläinten kuvat ovat peräisin HELSLI-kognitiivisen osaprojektin visuaalisen lyhytkestoisesta muistista tehtävistä. Kuva 1 on tutkijan itsensä laatima havainnollistava esimerkki, eikä siten täydellisesti edusta varsinaista tehtävää esimerkiksi samanlaisten ja erilaisten ärsykesarjojen järjestyksen osalta.

Ärsykesarjaparit oli aina kussakin sarjapituudessa ryhmitelty kahdella eri tavalla. Kolmen ärsykkeen sarjapituudessa ärsykesarjaparit oli ryhmitelty joko 1+2 tai 2+1, neljän ärsykkeen sarjapituudessa 3+1 tai 1+3 ja viiden ärsykkeen sarjapituudessa 2+3 tai 3+2. Jokainen ärsykesarjapari oli ryhmitelty aina samalla tavalla. Tutkittavalle esitettiin aina jokaista sarjapituutta kohden kaksi erää ärsykesarjapareja. Erä sisälsi aina kuusi ärsykesarjaparia, joten yhtä sarjapituutta kohden saatettiin esittää yhteensä 12 ärsykesarjaparia. Koska ryhmittelytapoja kullakin sarjapituudella oli kaksi, näistä 12 ärsykesarjaparista kuusi esitettiin eri ryhmittelytavalla kuin toiset kuusi. Ryhmittelytapojen järjestys kahden erän kesken oli satunnainen, minkä vuoksi ryhmittelytavat eivät aina jakautuneet tasan puoliksi kahden erän välille. Ryhmittelytapojen järjestys oli kuitenkin kaikille tutkittaville sama. Kuvassa 1 havainnollistettiin, miten kaksi ryhmittelytapaa voi jakautua kahden erän välille.

Yksi erä, joka sisälsi aina kuusi ärsykesarjaparia, oli jaettu niin, että kolmessa ärsykesarjaparissa ärsykesarjat olivat keskenään samanlaisia ja kolmessa ärsykesarjaparissa ärsykesarjat erosivat toisistaan. Samanlaisten ja erilaisten ärsykesarjaparien järjestys erän sisällä oli näennäisesti satunnainen, mutta kaikille tutkittaville sama. Samanlaisten ja erilaisten ärsykesarjaparien järjestys esitettiin kuvassa 1 niin, että punainen pallo symboloi erilaisia ja vihreä pallo samanlaisia sarjoja.

Ärsykesarjaparit saattoivat olla keskenään erilaisia kahdella eri tavalla: joko ero oli ryhmän sisällä tai ryhmien välillä. Kuvan 1 ensimmäisessä ärsykesarjaparissa esitettiin, miten ero ryhmän sisällä oli toteutettu ja toisessa ärsykesarjaparissa puolestaan esitettiin, miten ero ryhmien välillä oli toteutettu. Edellä esitetyt eroavaisuustyypit oli myös jaettu puoliksi aina sarjapituuden kesken. Sarjapituus sisälsi aina kaksi erää eli 12 ärsykesarjaparia, joista kuusi ärsykesarjaparia oli keskenään erilaisia. Tämä tarkoitti sitä, että 12 ärsykesarjaparista kolmessa ero oli ryhmän sisällä ja kolmessa ryhmien välillä. Eroavaisuustyypien järjestys oli satunnainen kahden erän välillä, mutta kuitenkin kaikille tutkittaville sama. Kuvassa 1 esitettiin, miten erot ryhmän sisällä ja ryhmien välillä olivat esimerkiksi jakautuneet kahden erän välille. Kuvassa 1 ensimmäinen erä on kuvitettuna ja toinen erä kirjoitettuna auki. Kuvasta 1 voidaan huomata, että ensimmäisessä erässä yhdessä ärsykesarjaparissa ero on ryhmien välillä (2. ärsykesarjapari) ja kahdessa ärsykesarjaparissa ero on ryhmän sisällä (1. ja 4. ärsykesarjapari). Samassa kuvassa esitetään myös, kuinka toisessa erässä kahdessa ärsykesarjaparissa ero on ryhmien välillä (1. ja 2. ärsykesarjapari) ja yhdessä ärsykesarjaparissa ero on ryhmän sisällä (6. ärsykesarjapari).

Ennen varsinaista testiosuutta lapselle esitettiin viisi harjoitustehtävää, jotta varmistuttaisiin siinä, että lapsi on ymmärtänyt tehtävän. Viidestä harjoitustehtävästä kolme oli kahden ärsykkeen pituisia ja kaksi kolmen ärsykkeen pituisia. Varsinaisessa tehtävässä tutkittavan kanssa jatkettiin seuraavaan erään tai sarjapituuteen, jos hän vastasi oikein neljään ensimmäiseen ärsykesarjapariin tai sai 4/6 oikein. Puolestaan, jos lapsi sai 3/6 oikein tai vähemmän, tehtävä lopetettiin.

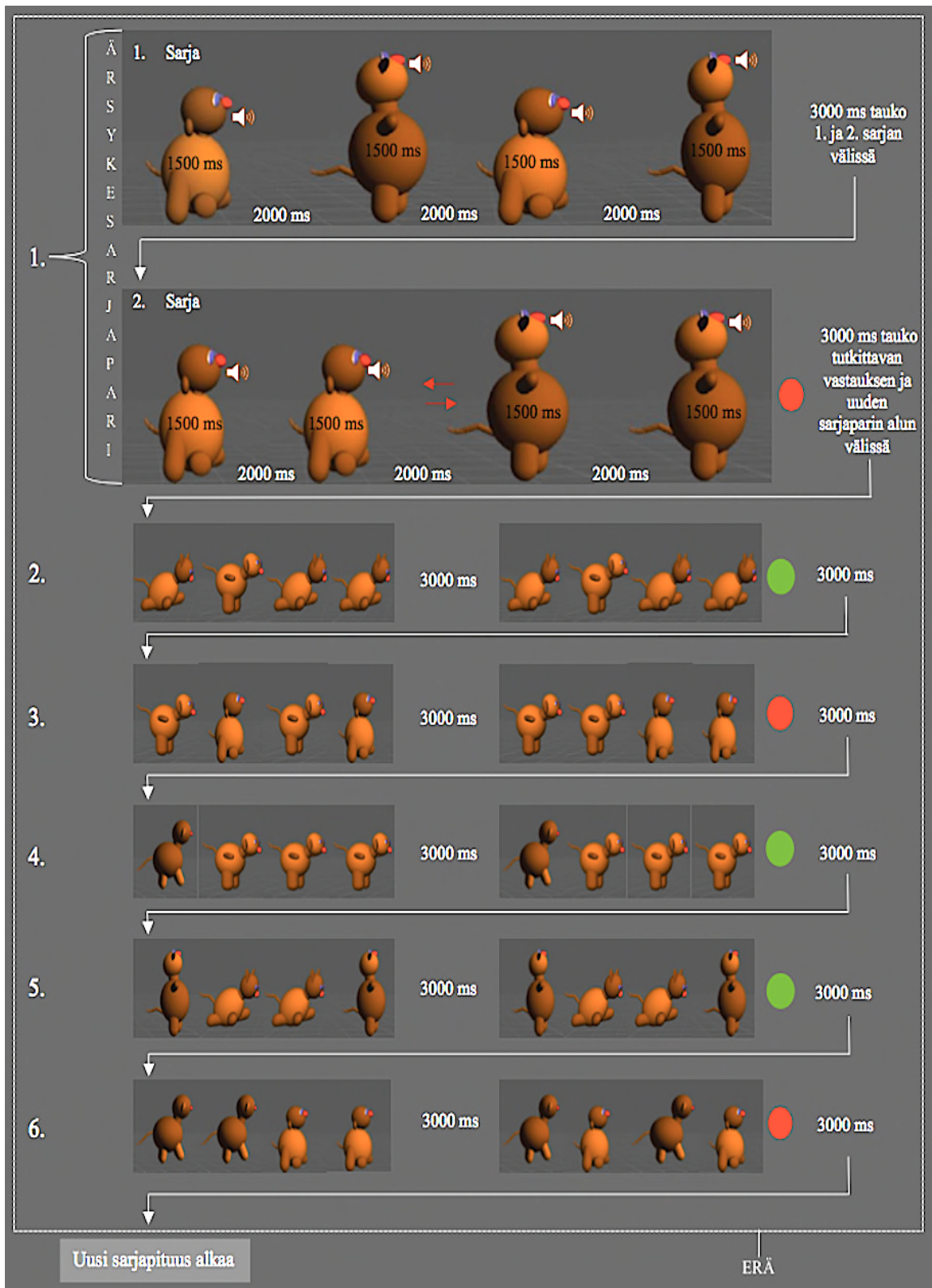
3.2.2 Ryhmittelemätön tehtävä

Ryhmittelemättömässä tehtävässä tutkittaville soitettiin yksi ärsykesarjapari eli kaksi ärsykesarjaa, joiden välissä oli lyhyt tauko. Tutkittavan tuli päättää, oliko toisena soitettu ärsykesarja samanlainen vai erilainen kuin ensimmäisenä soitettu. Tehtävässä käytettiin yhteensä viittä erilaista eläimen ääntä. Kuitenkin jokaisessa ärsykesarjaparissa esitettiin aina vain kahdenlaisia ääniä.

Ryhmittelemättömässä tehtävässä sarjapituus alkoi kahdesta ärsykkeestä ja jatkui aina maksimissaan seitsemän ärsykkeen sarjapituuteen asti. Kutakin sarjapituutta kohden oli yksi erä ärsykesarjapareja, joka sisälsi aina kuusi ärsykesarjaparia. Kussakin sarjapituudessa puolet vertailtavista ärsykesarjoista oli samanlaisia keskenään ja puolet erilaisia. Erän samanlaisten ja erilaisten ärsykesarjaparien järjestys oli näennäisesti sattumanvarainen, mutta kuitenkin kaikille tutkittaville sama.

Vertailtavat ärsykesarjat, jotka olivat keskenään erilaisia, oli toteutettu niin, että toisessa ärsykesarjassa kaksi peräkkäistä ärsykettä oli vaihtanut paikkaa verrattuna ensimmäiseksi esitettyyn ärsykesarjaan. Kun sarjanpituus oli neljä tai enemmän, peräkkäisten ärsykkeiden paikanvaihdos ei koskenut ensimmäistä tai viimeistä ärsykettä, kuten kuvassa 2 havainnollistetaan. Kuvassa 2 ensimmäinen ärsykesarjapari havainnollistaa, kuinka keskenään erilaiset ärsykesarjat toteutuivat ryhmittelemättömän tehtävän sarjapituudessa neljä.

Ennen varsinaista tehtävää tutkittava teki viisi harjoitustehtävää, jotta hän ymmärtäisi tehtävän idean. Viidestä harjoituksesta kolme oli kahden ärsykkeen pituisia ja loput kaksi kolmen ärsykkeen pituisia. Kuten ryhmitellyssäkin tehtävässä, varsinaisessa tehtäväosuudessa tutkittavan kanssa siirryttiin seuraavaan sarjapituuteen vain, jos lapsi sai kuudesta ärsykesarjaparista neljä tai enemmän oikein. Tehtävä keskeytettiin, jos lapsi sai kolme tai vähemmän oikein kuudesta ärsykesarjaparista.



Kuva 2. Ryhmittelemättömän tehtävän eteneminen sarjapituudessa neljä. Satueläinten kuvat ovat peräisin HELSLI-kognitiivisen osaprojektin visuaalisen lyhytkestoisen muistin tehtävistä. Kuva 2 on tutkielman tekijän itsensä laatima havainnollistava esimerkki, eikä siten täydellisesti edusta varsinaista tehtävää esimerkiksi samanlaisten ja erilaisten ärsykesarjojen järjestyksen osalta.

3.2.3 Ärsykemateriaali

Ei-kielellisenä ärsykemateriaalina käytettiin eläinten ääniä sisältäviä äänitiedostoja, jotka soitettiin väärinpäin. Eläinten ääniä oli yhteensä viisi erilaista. Kummassakin tehtävässä yhden eläimen äänen kesto oli 1500 millisekuntia ja kahden eläimen äänen välillä oli 2000 millisekuntia taukoa. Vertailtavien ärsykesarjojen välillä oli puolestaan 3000 millisekuntia taukoa. Lisäksi 3000 millisekunnin mittainen tauko oli tutkittavan vastauksen painalluksen ja uuden ärsykesarjaparin ensimmäisen ärsykesarjan alun välillä. Ryhmitellyssä tehtävässä saman ärsykesarjan ryhmien välinen tauko oli 3000 millisekuntia. Käytettyjen ärsykkeiden ja taukojen pituudet perustuvat Allowayn, Gathercolen ja Pickeringin (2006) tutkimukseen, Archibaldin ja Gathercolen (2006a), (2006b) ja (2006c) tutkimuksiin. Näissä tutkimuksissa ärsykkeiden kestot vaihtelivat yhdestä sekunnista kolmeen sekuntiin. Tässä tutkimuksessa käytetyt kestot perustuvat siis edellä mainittujen tutkimusten ärsykekestojen keskiarvoihin. Kuvassa 1 ja 2 on havainnollistettuna ärsykkeiden kestot ja tauot tehtäväkohtaisesti.

3.2.4 Välineet

Tehtävien tekemiseen käytettiin tablettitietokoneita, joita oli kahdenmallisia: Samsung Galaxy Tab 3 10.1 ja Samsung Galaxy Tab A 10.1. Molempien tablettien käyttöjärjestelmänä oli Android 5.0–7.0. Samsung Galaxy Tab 3 -tabletissa oli WXGA TFT -näyttö, jonka resoluutio eli kuvan esitystarkkuus oli 1280x800 pikseliä. Samsung Galaxy Tab A -tabletissa oli TFT LCD -näyttö, jonka resoluutio oli 1920x1200 pikseliä. Molemmat tablettimallit olivat 10.1-tuumaisia. Lyhytkestoisen muistin tehtävät olivat tilaustyönä tehtyjä sovellusohjelmia, ja ne pohjautuivat Unity Technologies -yrityksen kehittämiin Unity game engine -pelialustoihin.

3.2.5 Arviointimenetelmien kulku

Tutkittavien suoriutumiset ryhmittelemättömässä ja ryhmitellyssä tehtävässä arvioitiin vuosina 2014–2018. KKH-ryhmän lapset suorittivat molemmat lyhytkestoisen muistin tehtävät, ryhmittelemättömän ja ryhmitellyn, neuropsykologisen arvion yhteydessä Helsingin yliopistollisen sairaalan foniatrian osastolla. TK-ryhmän lapset puolestaan suorittivat kyseiset tehtävät hiljaisissa huoneissa päiväkodeissaan. Kummatkin tehtävät suoritettiin yleensä saman arviointikerran aikana ja tehtävien tekemiseen meni yhteensä noin 5–15 minuuttia aikaa. Lapselle annettiin tablettitietokone, jota hän käytti itsenäisesti,

mutta neuropsykologi tai tutkimusavustaja oli aina vierellä siltä varalta, jos lapsi tarvitsee ohjaamista tehtävien teossa. Tehtävät esiteltiin tutkittaville peleinä.

Kummassakin tehtävässä lasta ohjeistettiin samalla tavalla:

”Maijalla ja Matilla on kummallakin kahdenlaisia eläimiä. Maijan eläimet saavat ruokaa, jos samanlaiset eläimet toivottavat hyvää yötä samassa järjestyksessä kuin Matin. Matti näyttää ensin mikä on oikea järjestys. Sinun pitää sanoa, menikö Maijan eläimillä oikein.”

Tehtävässä käytettiin näyttöä, jossa näkyi kuutamoinen, tähtitaivainen yö sekä kaksi tallia ylempänä ja kaksi tallia alempana. Ylempien tallien kerrottiin kuuluvan Matille ja alempien tallien Maijalle. Kun ärsykesarjaparin ensimmäinen ärsykesarja soitettiin, ylempänä olevat tallit valaistiin, koska tutkittaville oli kerrottu, että Matin eläimet näyttävät ensin oikean järjestyksen. Tämän jälkeen ylempien tallien valo pimennettiin ja valo siirrettiin alempana oleviin Maijan talleihin, joista vertailtava sarja kuului. Tallien valaisun tarkoituksena oli ilmentää sitä, että eläimet toivottavat talleistaan hyvää yötä toisilleen.

Tutkittava sai katsoa näyttöä, mutta se ei ollut välttämätöntä, sillä tehtävänä oli kuunnella eläinten ääniä. Esitetyn sarjan jälkeen lapselta kysyttiin, olivatko ärsykesarjat samanlaisia vai ei, minkä jälkeen lapsi antoi vastauksensa painamalla virtuaalista painiketta tabletin näytöltä. Vihreä painike, jossa oli musta ✓-symbolinen merkki, oli luotu tarkoittamaan, että ärsykesarjat ovat keskenään samanlaiset. Puolestaan punainen painike, jossa oli musta ✕-symbolinen merkki, oli luotu keskenään erilaisia ärsykesarjoja varten.

Koetilannetta pyrittiin lyhentämään siten, että jos lapsi vastasi neljään ensimmäiseen ärsykesarjapariin oikein, siirryttiin tehtävässä eteenpäin. Näin ollen kahta viimeistä ärsykeparia ei esitetty lapselle, mutta ne pisteytettiin oikeiksi. Pisteytysperiaatteet esitetään tarkemmin alaluvussa 3.5 Aineiston analysointi.

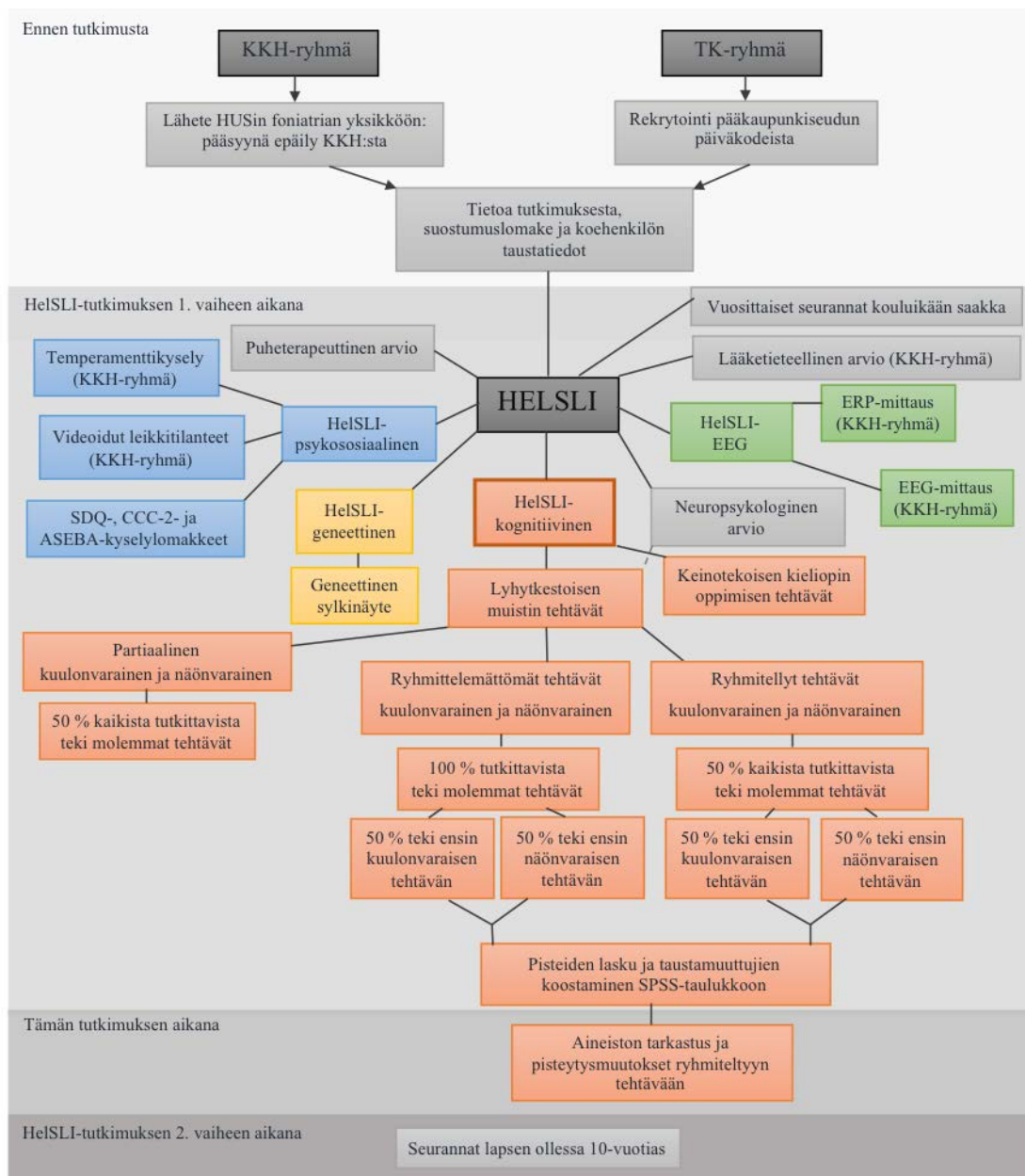
3.3 Koeasetelma

HelSLI-tutkimus on siis nimensä mukaisesti tutkimusasetelmaltaan pitkäikäistutkimus. Tämä tutkimus on luonteeltaan ryhmätutkimus, koska tarkoituksena on muun muassa

vertailla kahta eri tutkimusryhmää. Koeasetelma on tutkittavien välinen ja sisäinen koeasetelma (mixed design).

KKH-ryhmän lapsille tehtiin Helsingin yliopistollisen sairaalan foniatrian yksikössä lääketieteellinen arviointi, joka sisälsi korva-nenä-kurkkualueen tutkimisen sekä karkean arvion hieno- ja karkeamotoriikasta. Lisäksi arviointiin kuului lyhyt kokonaisneurologisen tilanteen kartoittaminen, jotta voitaisiin sulkea pois minkä tahansa syndrooman mahdollisuus. Lisäksi sekä KKH- että TK-ryhmän lapsille tehtiin neuropsykologinen ja puheterapeuttinen arvio. Arviointimenetelmät, jotka sisältyivät puheterapeuttiseen arvioon, on lueteltu liitteessä 1, ja liitteessä 2 on lueteltu neuropsykologisessa arviossa käytetyt menetelmät. KKH-ryhmän lapsille tehtiin puheterapeuttinen ja neuropsykologinen arvio foniatrian yksikössä ja TK-ryhmän lapsille hiljaisissa huoneissa heidän päiväkodeissaan.

Kaikki HelSLI-kognitiiviseen osallistuneet yksikieliset tutkittavat tekivät sekä kuulonvaraisen että näönvaraisen ryhmittelemättömän tehtävän. Tutkittavat jaettiin puoliksi niin, että toinen puoli suoritti ensin kuulonvaraisen version ryhmittelemättömästä tehtävästä ja toinen puoli näönvaraisen version. Vain puolet kaikista tutkittavista teki ryhmitellyt tehtävät, kuulon- ja näönvaraisen, koska kaikki yksikieliset tutkittavat jaettiin puoliksi niin, että toinen puoli tutkittavia teki ryhmitellyt tehtävät ja toinen puoli teki partiaaliset tehtävät. HelSLI-kognitiiviseen kuuluvia partiaalisia lyhytkestoisen muistin tehtäviä ei käsitellä tässä tutkielmassa tämän tarkemmin, kuten ei myöskään visuaalisia lyhytkestoisen muistin ryhmiteltyä ja ryhmittelemätöntä tehtävää. Näistä tutkittavista, jotka tekivät molemmat ryhmitellyt tehtävät, puolet teki ensin kuulonvaraisen version ja toiset näönvaraisen version. Kuvassa 3 esitetään HelSLI-kognitiivisen ja tämän tutkimuksen eteneminen sekä HelSLI-tutkimuksen muu kuin tähän tutkimukseen liittyvä sisältö.



Kuva 3. HelSLI-tutkimuksen ja tämän tutkimuksen eteneminen yksikielisten lasten osalta. Kuva 3 on tutkielman tekijän itsensä laatima.

3.4 Tutkimuksen eettisyys

Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin eettinen lautakunta on myöntänyt eettisen luvan kaikille HelSLI:n osaprojekteille. Tutkimusluvut tutkimukselle on myönnetty lisäksi Helsingin yliopistollisessa sairaalassa sekä Helsingin, Espoon ja Vantaan kaupungeissa. Myös vanhemmilta on saatu kirjallinen suostumus koskien lapsen osallistumista tutkimukseen (Laasonen ym., 2018).

Tutkimuksen aineisto on pseudonymisoitu. Aineistoa ja purkukoodia säilytetään Helsingin yliopistollisen sairaalan tiloissa eettisen toimikunnan luvan mukaisesti. Tämän tutkielman tekijä on saanut aineiston muistitikulla ilman henkilötietoja. Kaikilla tutkimusryhmään kuuluvilla on allekirjoitettu salassapito- ja tietoturvasitoumus.

3.5 Aineiston analysointi

Tutkielmaan kuuluvien tutkittavien tiedot pisteiden ja taustamuuttujien osalta oli koostettu valmiiksi SPSS-tiedostoksi. Tutkielman tekijä on itse käynyt läpi saadun aineiston ja poissulkenut alle 4-vuotiaat tutkittavat. Lisäksi tutkielmantekijä on tehnyt muutokset ryhmitellyn tehtävän pisteytyksiin ennen aineiston varsinaista tarkastelua.

Pisteytysmuunnokset tehtiin, koska ryhmitellyn tehtävän sarjapituus alkoi kolmesta ärsykkeestä, siinä missä ryhmittelemättömän tehtävän sarjapituus alkoi kahdesta ärsykkeestä. Tällä tavoin haluttiin varmistaa tehtävien verrannollisuus. Ennen ryhmitellyn tehtävän pisteytysmuunnoksia, erillisestä SPSS-tiedostosta tarkasteltiin, kuinka monenteen sarjapituuteen tutkittava oli päässyt, sekä oliko hän päässyt ensimmäiseen vai toiseen erään asti.

Ryhmitellyn tehtävän kokonaispisteet muunnettiin vertailukelpoisiksi ryhmittelemättömän tehtävän kanssa seuraavasti:

1. Jos tutkittava oli päässyt missä tahansa sarjapituudessa vain ensimmäiseen erään asti, kokonaispisteisiin lisättiin viimeisin pistemäärä, jonka tutkittava oli saanut. Tämän jälkeen summa jaettiin kahdella.
2. Jos tutkittava oli päässyt missä tahansa sarjapituudessa toiseen erään asti, kokonaispisteet jaettiin kahdella.

Jos pisteytysmuunnoksen tulokseksi saatu luku ei ollut kokonaisluku, se pyöristettiin ylöspäin seuraavaan kokonaislukuun, jotta molemmista tehtävistä saadut pistemäärät olisivat kokonaislukuja. Tämän jälkeen jokaiselle tutkittavalle lisättiin pistemäärään vakioarvona 4 pistettä, sillä ryhmitellyn tehtävän sarjapituus alkoi kolmesta, siinä missä ryhmittelemättömän tehtävän sarjapituus alkoi kahdesta ärsykkeestä. Ryhmitellyn tehtävän kokonaispisteiden määrä jaettiin kahdella siksi, että jokainen sarjapituus sisälsi kaksi erää eli yhteensä 12 ärsykesarjaparia, kun taas ryhmittelemättömässä tehtävässä jokaista sarjapituutta kohden oli vain yksi erä eli yhteensä kuusi ärsykesarjaparia. Sekä

ryhmitellyssä että ryhmittelemättömässä tehtävässä tutkittava sai kuusi pistettä, jos vastasi sarjapituuden neljään ensimmäiseen ärsykesarjapariin oikein.

Muuten pisteitä annettiin kummassakin tehtävässä sen mukaan, kuinka moneen ärsykesarjapariin tutkittava vastasi oikein. Ryhmittelemättömässä tehtävässä tutkittavan oikeiden vastausten kokonaispistemäärä saatiin laskemalla yhteen jokaisesta sarjapituudesta saadut pisteet. Ryhmittelemättömässä tehtävässä oikeiden vastausten kokonaispistemäärän maksimi oli 36, koska sarjapituuksia oli yhteensä kuusi ja jokaisessa sarjapituudessa maksimipistemäärä oli kuusi. Ryhmitellyssä tehtävässä oikeiden vastausten maksimi oli puolestaan 22. Maksimipisteet ovat teoreettisia kummankin tehtävän osalta, sillä yksikään tutkittavista ei ylettynyt maksimipisteisiin kummassakaan tehtävässä.

Valmiin aineiston tilastolliset analyysit tehtiin IBM SPSS Statistics 26 -ohjelmalla. Muuttujina aineiston tarkastelussa käytettiin ryhmitellyn ja ryhmittelemättömän tehtävän kokonaispisteitä sekä ryhmää (TK ja KKH). Taustamuuttujina tarkasteltiin tutkittavien ikää kuukausina, sukupuolta sekä PIQ:ta. Edellä mainitut taustamuuttujat valikoituivat tähän tutkimukseen, koska usein tämänkaltaisessa tutkimuksessa, jossa vertaillaan kahta ryhmää, tyypillisesti huomioitavia taustamuuttujia ovat tutkittavan ikä, sukupuoli, kätisyys, älykkyys sekä sosioekonominen status äidin koulutuksen perusteella mitattuna.

Älykkyyden osalta tarkasteltavaksi taustamuuttujaksi valikoitui PIQ, koska KKH-lapsilla tiedetään olevan esimerkiksi heikompi kielellinen työmuisti kuin tyypillisesti kehittyvillä lapsilla (Vugs ym., 2017). Tämän vuoksi tässä tutkimuksessa ei käytetä yleistä tai kielellistä älykkyyttä taustamuuttujana. Tässä tutkimuksessa PIQ koostui matriisipäätelyn standardoitujen z-pisteiden keskiarvosta ja kuutiotehtävien raakapisteistä. Matriisipäätelyssä lapsi katsoo keskeneräistä kuvamatriisia ja lapsen tehtävänä on valita neljästä tai viidestä vaihtoehdosta puuttuva osa saadakseen kuvan valmiiksi (Wechsler, 2009). Kuutiotehtävissä lapsen tehtävänä on koota yhden tai kahden värisillä kuutioilla samanlainen kuvio, joka hänelle on esitetty rakennettuna mallina tai kuvana (Wechsler, 2009). Kaikkia PIQ:n sisältämiä tehtäviä ei otettu tähän tutkimukseen mukaan, sillä PIQ kokonaisuudessaan, kaikkine tehtävineen, saattaa olla altis vaihteluille riippuen lapsen kielikyvystä (Lahti-Nuutila ym., 2020).

Ennen varsinaisia tilastollisia analyyskejä aineistoista tarkastettiin aineiston oikeellisuus, puuttuvat tiedot, poikkeavat arvot, muuttujien normaalisuus, muuttujien väliset lineaarisuudet ja korrelaatiot sekä taustamuuttujat ryhmittäin. Aineistotiedoston

oikeellisuuden osalta tarkasteltiin, ovatko jatkuvien muuttujien, ryhmitellyn ja ryhmittelemättömän tehtävien kokonaispisteet, ikä kuukausina ja PIQ:sta saatujen pisteiden arvot oikeutetuilla väleillään. Jatkuvien muuttujien arvot olivat oikeutetuilla väleillään. Taulukossa 1 esitettiin ikä kuukausina ja PIQ:n vaihteluvälit kummassakin ryhmässä. Taulukossa 3 puolestaan esitetään muistitehtävien oikeiden vastausten kokonaispistemäärien vaihteluvälit.

Lisäksi aineistotiedoston oikeellisuuden osalta havainnoitiin luokiteltujen muuttujien (ryhmä ja sukupuoli) jakaumaa. Kaikista tutkittavista ($n = 51$) 47.1 prosenttia kuului TK-ryhmään ja 52.9 prosenttia KKH-ryhmään ja tutkittavista 23.5 prosenttia oli tyttöjä ja 76.5 prosenttia poikia. Ryhmien sisäiset prosentuaaliset sukupuolijakaumat esitettiin taulukossa 1 ja niistä voidaan havaita, että ne eivät myöskään olleet liian epätasapainoisesti jakautuneet. Molemmissa muuttujissa, ryhmä ja sukupuoli, havainnot olivat jakautuneet tarpeeksi tasaisesti, koska mikään luokka ei ylittänyt 90 prosenttia havainnoista (Tabachnick & Fidell, 2014). Lisäksi havaittiin, että tyttöjen ja poikien prosentuaaliset osuudet olivat hyvin samansuuntaiset ryhmien välillä. Poikien suurempaa osuutta tutkittavissa voi selittää se, että kehityksellisen kielihäiriön esiintyvyyden tiedetään olevan suurempaa pojilla kuin tytöillä (Tomblin ym., 1997).

Aineistotiedoston oikeellisuuden tarkastelun jälkeen aineistosta tutkittiin puuttuvien ja poikkeavien arvojen määrät. Aineistossa ei ollut puuttuvia arvoja, sillä aineisto rajattiin vain niihin tutkittaviin, joilta oli käytössä kaikki tiedot tarkasteltavien muuttujien ja taustamuuttujien osalta. Seuraavaksi tarkasteltiin yksittäisten muuttujien poikkeavia ja äärimmäisiä arvoja aina ryhmittäin z-arvojen avulla. Arvo on poikkeava, jos se jää -3.29 – 3.29 ulkopuolelle (Tabachnick & Fidell, 2014). Ryhmitellyn tehtävän kokonaispisteissä havaittiin kaksi poikkeavaa arvoa: TK-ryhmässä $z = 3.89$ ja KKH-ryhmässä $z = 3.33$. Kaksi havaittua poikkeavaa arvoa ovat hyvin yksittäisiä ja arvot ovat positiivisesti poikkeavia, mikä tarkoittaa sitä, että nämä kaksi tutkittavaa suoriutuivat tehtävästä odotettua paremmin. Kaikki varsinaiset analyysit tehtiin poikkeavien arvojen kanssa ja ilman. Koska tulokset eivät laadullisesti poikenneet toisistaan, tulokset-luvun analyyseissä käytetään koko aineistoa, joka sisältää nämä kaksi poikkeavaa arvoa.

Tämän jälkeen tutkittiin jatkuvien muuttujien normaalisuutta Shapiro-Wilkin testillä, näönvaraisesti histogrammeilla sekä tulkitsemalla muuttujien vinouksien ja huipukkuuksien z-pistelukuja. Muuttujien normaalisuutta ryhmittäin tarkasteltiin Shapiro-Wilkin avulla, koska ryhmien otoskoot olivat pienemmät kuin 50. Shapiro-Wilkillä havaittiin, että molemmissa ryhmissä ryhmitellyn tehtävän pisteet eivät olleet

normaalisti jakautuneet $p < .05$ (TK-ryhmä $p < .001$ ja KKH-ryhmä $p < .001$). KKH-ryhmän osalta ryhmittelemättömän tehtävän kokonaispisteet ($p < .001$) sekä ikä ($p = .006$) eivät olleet normaalisti jakautuneita. Normaalisti jakautuneita olivat puolestaan TK-ryhmän osalta ikä ($p = .072$) ja ryhmittelemättömän tehtävän kokonaispisteet ($p = .094$). PIQ oli normaalisti jakautunut molemmissa ryhmissä (TK-ryhmä $p = .816$ ja KKH-ryhmä $p = .766$).

Muuttujien vinouksien ja huipukkuuksien z-pistelukuja tarkasteltaessa arvo eroaa tilastollisesti merkitsevästi nolasta tasolla $p = .001$, jos se on vaihteluvälin $-3.29-3.29$ ulkopuolella (Tabachnick & Fidell, 2014). KKH-ryhmän osalta havaittiin, että niin ryhmittelemättömän kuin ryhmitellyn tehtävänkin kokonaispisteet eivät olleet jakautuneet normaalisti. Ryhmittelemättömän tehtävän vinouden z-pisteluku oli 3.62, mutta huipukkuus pysyi normaalien rajoissa, 2.90. Ryhmitellyn tehtävän vinouden z-pisteluku oli 4.37 ja huipukkuus 4.62. TK-ryhmän osalta havaittiin, että vain ryhmitellyn tehtävän kokonaispisteet eivät olleet jakautuneet normaalisti. Ryhmitellyn tehtävän vinouden z-pisteluku oli 5.78 ja huipukkuuden 10.82. Shapiro-Wilkillä saadut tulokset sekä muuttujien vinouksien ja huipukkuuksien z-pistelukujen avulla saadut arvot osoittivat, että muistitehtävät poikkeavat normaalijakaumasta. Ainoastaan TK-ryhmän osalta ryhmittelemättömän tehtävän oikeiden vastausten kokonaispisteet noudattivat normaalijakaumaa. Myös näönvarainen tarkastelu histogrammien avulla tuki edellä mainittuja päätelmiä.

Tämän jälkeen aineistosta tarkasteltiin muuttujien välisiä lineaarisuuksia. Näönvaraisen tarkastelun avulla havaittiin, että muistitehtävien kokonaispisteet eivät olleet lineaarisesti yhteydessä toisiinsa. Lisäksi monimuuttujaisesta normaalisuutta testattiin Mardian g^2 -testin avulla (Mardia, 1970). Mardian g^2 -testillä huomattiin, että molemmat ryhmät poikkesivat monimuuttujaisesti normaalista, $p < .001$, kun tarkasteltiin kumpaakin muistitehtävää. Koska Mardian g^2 -testin tulos osoitti, että kummatkin ryhmät poikkesivat monimuuttujaisesti normaalista, oletamus homoskedastisuudesta ei myöskään täyttynyt. Homoskedastisuudella tarkoitetaan ryhmitellyn aineiston osalta sitä, että riippuvan muuttujan vaihtelevuuden oletetaan olevan suunnilleen samanlaista kaikilla ryhmämuuttujan tasoilla (Tabachnick & Fidell, 2014). Tämän jälkeen muistitehtävien kokonaispisteitä tarkasteltiin korrelaatioanalyysillä. Tulokseksi saatiin, että tehtävien kokonaispisteet eivät korreloineet liikaa, yli .9 ($r = .51, p < .001$).

Ennen varsinaisia analyysivalintoja tarkastettiin, eroavatko ryhmät tutkittavissa taustamuuttujissa eli iän, PIQ:n ja sukupuolen suhteen. Sukupuolen osalta eroa ryhmien

välillä tarkasteltiin khiin neliö -testillä, jonka mukaan ryhmät eivät eronneet sukupuolen osalta ja efektin koko oli pieni. PIQ:ta ja ikää kuukausina puolestaan analysoitiin varianssianalyysillä. Tuloksiksi saatiin, että ryhmät eivät eronneet iän suhteen ja efektin koko oli kohtalainen, mutta PIQ:n suhteen erosivat ja efektikoko oli suuri. Niin khiin neliö -testistä kuin varianssianalyysistä saadut tunnusluvut esitettiin taulukossa 1. Koska ryhmät erosivat PIQ:n suhteen, päätettiin se ottaa huomioon analyyseissa kovariaattina.

Myös varsinaiset, tuloksiin liittyvät tilastolliset analyysit tehtiin IBM SPSS Statistics 26 -ohjelmalla. Koska kovariaatti eli PIQ haluttiin ottaa analyyseissa huomioon, päätettiin analyyseina käyttää parametrista toistomittausten kovarianssianalyysiä (Repeated measures ANCOVA) sekä Quaden epäparametrista kovarianssianalyysia (Quade's rank analysis of covariance). Toistomittausten kovarianssianalyysillä haluttiin tutkia kaikkia tutkimuskysymyksiä niin, että PIQ tulee huomioiduksi. Toistomittausten kovarianssianalyysissä ryhmä oli ryhmien välinen faktori, tehtävätyyppi oli ryhmien sisäinen faktori ja riippuvana muuttujana oli oikeiden vastausten kokonaismäärä.

Koska muistimuuttujat olivat hyvin kaukana normaalijakaumasta, toistomittausten kovarianssianalyysiä haluttiin täydentää Quaden epäparametrisella kovarianssianalyysillä sekä Wilcoxonin merkittyjen sijalukujen testillä (Wilcoxon's signed rank test). Quaden epäparametrisella kovarianssianalyysillä tutkittiin, eroavatko ryhmät toisistaan erikseen ryhmittelemättömässä ja ryhmitellyssä tehtävässä, kun PIQ otetaan huomioon kovariaattina (Quade, 1967). Quaden testissä riippuvana muuttujan oli oikeiden vastausten kokonaispistemäärä ja riippumattomana muuttujana ryhmä (KKH ja TK). Wilcoxonin merkittyjen sijalukujen testillä puolestaan tarkasteltiin, miten ryhmittelemätön ja ryhmitelty tehtävä eroavat toisistaan kunkin ryhmän sisällä. Wilcoxonin merkittyjen sijalukujen testissä riippuvana muuttujana oli myös oikeiden vastausten kokonaispistemäärä ja riippumattomana muuttujana puolestaan tehtävätyyppi (ryhmittelemätön ja ryhmitelty). Toistomittausten kovarianssianalyysin, Quaden epäparametrisen kovarianssianalyysin ja Wilcoxonin merkittyjen sijalukujen testin tulokset esitetään luvussa 4.

4 Tulokset

Tämän pro gradu -tutkielman tarkoituksena oli selvittää, eroaako kuulonvaraisissa lyhytkestoisen muistin tehtävissä suoriutuminen, kun ajallisesti ryhmiteltyä ja ryhmittelemätöntä tehtävää verrataan toisiinsa. Tarkoituksena oli siis verrata, muistavatko tutkittavat enemmän ei-kielellisiä ärsykesarjoja, kun ne on ajallisesti ryhmitelty tai ei. Tutkimuksen päämääränä oli myös selvittää, tukeeko ajallinen ryhmittely tutkittavien muistisuoriutumista. Jos ero tehtävien välillä havaittaisiin, tarkoituksena oli edelleen tarkastella, onko näissä tehtävissä suoriutumisen ero erilainen KKH-ryhmässä ja TK-ryhmässä. Tavoitteena oli siis selvittää, tukeeko ajallinen ryhmittely eri tavoin KKH- ja TK-ryhmien lasten muistisuoriutumista. Lisäksi tavoitteena oli tutkia, eroaako KKH-lasten suoriutuminen muistitehtävissä verrattuna tyyppillisesti kehittyviin lapsiin.

4.1 KKH- ja TK-ryhmän suoriutuminen kuulonvaraisissa lyhytkestoisen muistin tehtävissä

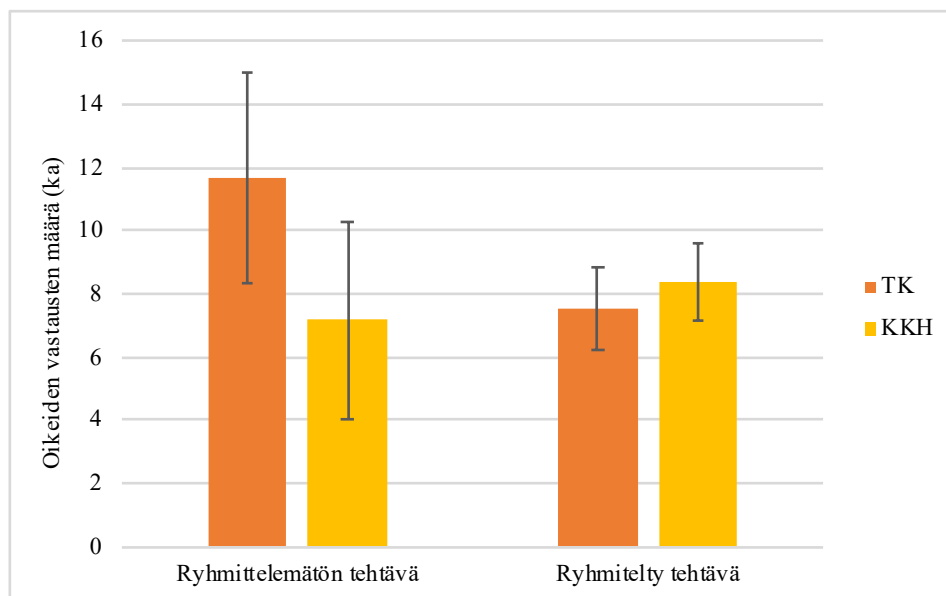
Toistomittausten kovarianssianalyysillä (Repeated Measures ANCOVA) haluttiin yleisesti analysoida esitettyjä tutkimuskysymyksiä eli suoriutumisen eroa ryhmittelemättömässä ja ryhmitellyssä tehtävässä sekä ryhmän vaikutusta edelliseen. Toistomittausten kovarianssianalyysissä ryhmien välisenä faktorina oli ryhmä (KKH ja TK), ryhmän sisäisenä faktorina oli tehtävätyyppi (ryhmittelemätön ja ryhmitelty) ja riippuvana muuttujana oikeiden vastausten kokonaismäärä. Kovariaattina käytettiin PIQ:ta, joka on suoritusosan älykkyydosamäärän tulos WPPSI-III:lla mitattuna (Wechsler, 2009), koska ryhmät erosivat sen suhteen.

Toistomittausten kovarianssianalyysi osoitti, että sillä, kumpi muistitehtävä tehtiin, ei ollut merkitsevää päävaikutusta suoriutumiseen $F(1,48) = 1.16, p = .287$ ja efekti oli pieni $\eta_p^2 = .02$. Myöskään ryhmällä ei ollut merkitsevää päävaikutusta suoriutumiseen $F(1,48) = 1.38, p = .246$ ja efekti oli kooltaan pieni $\eta_p^2 = .03$. Lisäksi kovariaatti PIQ:lla ei ollut merkitsevää päävaikutusta suoriutumiseen $F(1,48) = 2.05, p = .159$ ja efektin koko oli pieni, $\eta_p^2 = .04$.

Yhteisvaikutusten osalta toistomittausten kovarianssianalyysi osoitti, että eri muistitehtävistä suoriutumiseen ei vaikuttanut tutkittavan PIQ-tulos, $F(1,48) = 1.63,$

$p = .209$ ja efekti oli pieni $\eta_p^2 = .03$. Muistitehtävissä suoriutuminen kuitenkin erosi tilastollisesti merkitsevästi, kun tarkasteltiin ryhmän ja muistitehtävän yhteisvaikutusta, $F(1,48) = 6.64$, $p = .013$ ja efekti oli kooltaan kohtalainen $\eta_p^2 = .12$. Kuvasta 4 voidaan havaita, että ryhmät suoriutuivat eri tehtävissä eri tavoin. Tyypillisesti kehittyvät suoriutuivat paremmin ryhmittelemättömästä tehtävästä kuin ryhmitellystä ja kielihäiriöiset lapset puolestaan suoriutuivat paremmin ryhmitellystä kuin ryhmittelemättömästä tehtävästä. Näitä ryhmien sisäisiä eroja eri muistitehtävissä tarkastellaan seuraavassa luvussa 4.2.

Ryhmitellyn tehtävän oikeiden vastausten kokonaispistemäärä ei ollut normaalisti jakautunut kummassakaan ryhmässä, $p < .001$. KKH-ryhmän osalta myöskään ryhmittelemättömän tehtävän kokonaispistemäärä ei ollut normaalisti jakautunut $p < .001$, kun taas TK-ryhmän ryhmittelemättömän tehtävän kokonaispisteet olivat normaalisti jakautuneet $p = .094$. Koska muistimuuttujat eivät olleet jakautuneet normaalisti, yhtä poikkeusta lukuun ottamatta, tutkimuskysymyksiä tarkasteltiin myös epäparametrisilla analyyseillä, jotka esitellään alaluvuissa 4.2 ja 4.3.



Kuva 4. Tyypillisesti kehittyvien ja lasten, joilla on kehityksellinen kielihäiriö, oikeiden vastausten kokonaispistemäärien keskiarvot ryhmittelemättömässä ja ryhmitellyssä tehtävässä, kun kovariaatti PIQ on huomioitu, kuvassa olevat viivat kuvaavat 95 prosentin luottamusväliä, TK = tyypillisesti kehittyvät, KKH = kehityksellinen kielihäiriö

4.2 Ryhmien sisäiset erot muistitehtävissä suoriutumisessa

Koska toistomittausten kovarianssianalyysi osoitti, että muistitehtävistä suoriutumiseen vaikutti ryhmä (TK vs. KKH), tätä suoriutumisen eroa analysoitiin kummankin ryhmän osalta Wilcoxonin merkittyjen sijalukujen testillä (Wilcoxon signed-rank test). Molempien ryhmien osalta riippuvana muuttujana käytettiin oikeiden vastausten kokonaispistemäärä ja riippumattomana muuttujana tehtävätyyppiä (ryhmitelty ja ryhmittelemätön).

Wilcoxonin merkittyjen sijalukujen testi osoitti, että tyypillisesti kehittyvien lasten suoriutumiset ryhmittelemättömässä ja ryhmitellyssä tehtävässä erosivat toisistaan tilastollisesti merkitsevästi $Z = -2.57, p = .010$ ja efekti oli kooltaan suuri, $r = .53$, 95 % CI [1; 8,5]. Tyypillisesti kehittyvät lapset suoriutuivat huomattavasti paremmin ryhmittelemättömästä ($md = 11$) kuin ryhmitellystä tehtävästä ($md = 7$). Taulukossa 3 esitetään tarkemmat tunnusluvut, jotka koskevat tyypillisesti kehittyvien lasten muistisuoriutumista molemmissa tehtävissä.

KKH-lasten suoriutuminen erosi myös tilastollisesti merkitsevästi ryhmittelemättömän ja ryhmitellyn tehtävän välillä, $Z = -2.35, p = .019$, efekti oli kooltaan kohtalainen $r = .45$, 95 % CI [-4.5; -1]. Päinvastoin kuin TK-ryhmän lapset, KKH-ryhmän lapset suoriutuivat paremmin ryhmitellystä tehtävästä ($md = 7$) kuin ryhmittelemättömästä ($md = 3$). KKH-lasten muistisuoriutumista kuvailevat tunnusluvut esitetään taulukossa 3.

Taulukko 3.

Ryhmien suoriutuminen muistitehtävissä

		Keskiarvo	Keskiahajonta	Luottamusväli 95 %	Vaihteluväli
TK-lapset (n=24)	Ryhmittelemätön tehtävä	12.75	9.26	8.83–16.66	1–33
	Ryhmitelty tehtävä	7.79	2.62	6.69–8.90	5–18
KKH-lapset (n=27)	Ryhmittelemätön tehtävä	6.22	5.18	4.17–8.27	1–22
	Ryhmitelty tehtävä	8.11	2.97	6.94–9.28	4–18

Huom. Tässä taulukoissa esitetyissä keskiarvoissa ei ole huomioituna kovariaattia (PIQ), TK = tyypillisesti kehittyvät, KKH = kehityksellinen kielihäiriö

4.3 Ryhmien väliset erot muistitehtävissä suoriutumisessa

KKH-lasten ja tyypillisesti kehittyvien lasten välistä suoriutumisen eroa ryhmittelemättömässä ja ryhmitellyssä tehtävässä analysoitiin Quaden epäparametrisella kovarianssianalyysillä, joka ottaa huomioon PIQ:n kovariaattina (Quade, 1967). Analyysissä ryhmä (TK ja KKH) oli riippumaton muuttuja ja oikeiden vastausten kokonaispistemäärä oli riippuva muuttuja.

Quaden epäparametrinen kovarianssianalyysi osoitti, että ryhmien suoriutumiset eivät eronneet merkitsevästi toistaan ryhmittelemättömän tehtävän osalta $F(1,49) = 2.20$, $p = .145$ ja efekti oli pieni $\eta_p^2 .04$, 95 % CI [-7.88; 2.59]. Myös ryhmitellyn tehtävän osalta tuloksena oli, että KKH-ryhmä ei eronnut TK-ryhmästä merkitsevästi $F(1,49) = .22$, $p = .640$, ja efekti oli kooltaan pieni $\eta_p^2 .004$, 95 % CI [-4.62; 6.39]. Kuvassa 4 esitettiin molempien ryhmien keskiarvoiset kokonaispistemäärät kummankin tehtävän osalta niin, että niissä on huomioitu PIQ:n vaikutus sekä 95 %:n luottamusväli.

4.4 Yhteenveto

Yhteenvetona voidaan todeta, että parametrinen toistomittausten kovarianssianalyysi sekä epäparametriset Wilcoxonin merkittyjen sijalukujen testi ja Quaden epäparametrinen kovarianssianalyysi antoivat samansuuntaisia tuloksia. Vaikka muistimuuttujat olivat suurilta osin jakautuneet epänormaalisti, parametrinen toistomittausten kovarianssianalyysiä haluttiin käyttää, jotta kaikkia tutkimuskysymyksiä saataisiin tarkasteltua niin, että PIQ tuli huomioitua. Epäparametrisilla analyyseillä puolestaan haluttiin tarkastaa toistomittausten kovarianssianalyysillä saadut tulokset.

Tuloksiksi saatiin, että molemmat ryhmät suoriutuivat eri tavoin ryhmittelemättömästä ja ryhmitellystä tehtävästä. Tyypillisesti kehittyvät lapset suoriutuivat paremmin ryhmittelemättömästä kuin ryhmitellystä tehtävästä ja päinvastaisesti KKH-lapset suoriutuivat paremmin ryhmitellystä kuin ryhmittelemättömästä tehtävästä. Kun ryhmien suoriutumista verrattiin toisiinsa, havaittiin, että ryhmät eivät eronneet toisistaan kummankaan tehtävän osalta. Tässä tutkimuksessa havaittiin, että ajallinen ryhmittely paransi vain kielihäiriöisten lasten muistisuoriutumista.

5 Pohdinta

Tämän tutkielman tarkoituksena oli selvittää, muistavatko tutkittavat enemmän ei-kielellisiä ärsykesarjapareja ajallisesti ryhmiteltynä tai ryhmittelemättöminä. Tämän avulla haluttiin tarkastella, parantaako ajallinen ryhmittely tyypillisesti kehittyvien ja/tai kielihäiriöisten lasten muistisuoriutumista. Tarkoituksena oli tarkastella edelleen, onko näissä muistitehtävissä suoriutumisen ero erilainen ryhmittäin, jos ero tehtävien välillä havaittaisiin. Lisäksi tarkoituksena oli tutkia, eroaako lasten, joilla on kehityksellinen kielihäiriö, muistitehtävistä suoriutuminen, kun suoriutumista verrataan tyypillisesti kehittyviin lapsiin.

Tutkimuksen tulokseksi saatiin, että ajallinen ryhmittely paransi kuulonvaraisten ei-kielellisten ärsykesarjojen muistamista vain lapsilla, joilla on kehityksellinen kielihäiriö. Ajallinen ryhmittely ei parantanut tyypillisesti kehittyvien lasten suoriutumista, sillä he suoriutuivat paremmin ryhmittelemättömästä kuin ryhmitellystä tehtävästä. Lisäksi tulokseksi saatiin, että KKH-lasten suoriutuminen näistä kahdesta muistitehtävästä ei eronnut merkittävästi tyypillisesti kehittyvien lasten suoriutumisesta.

5.1 Muistisuoriutumisen ero ryhmittelemättömän ja ryhmitellyn tehtävän välillä

Tämän tutkimuksen tulokset osoittivat, että tyypillisesti kehittyvät ja kielihäiriöiset lapset suoriutuivat eri tavoin eri tehtävistä. Tutkimustulokseksi saatiin, että tyypillisesti kehittyneet lapset suoriutuivat paremmin ryhmittelemättömästä kuin ryhmitellystä tehtävästä, ja päinvastaisesti KKH-lapset suoriutuivat paremmin ryhmitellystä kuin ryhmittelemättömästä tehtävästä. Ajallinen ryhmittely tuki siis lasten, joilla on kehityksellinen kielihäiriö, muistisuoriutumista, mutta ei tyypillisesti kehittyvien lasten. Aiemmin ajallisen ryhmittelyn yhteyttä 4–7-vuotiaiden lasten muistisuoriutumiseen on tutkittu vain tyypillisesti kehittyvillä lapsilla ja kielellisellä materiaalilla (esim. Towse ym., 1999; Yanaoka ym., 2018). Koska ajallisen ryhmittelyn vaikutusta ei ole aiemmin tutkittu kuulonvaraisella ei-kielellisellä materiaalilla tämän ikäisillä tyypillisesti kehittyvillä lapsilla tai KKH-lapsilla ylipäänsä, saadut tutkimustulokset tuovat uutta tietoa aiheesta.

Ajalliseen ryhmittelyyn liittyviä taustaprosesseja ei vielä tunneta (Towse ym., 1999), mutta sitä voidaan tarkastella niin automaattisen kuin päämäärätietoisenkin tiedon yksiköinnin avulla. Automaattinen tiedon yksiköinti viittaa havaitsemisen aikana

tapahtuvaan tiedostamattomaan tiedon yksiköintiin ja päämäärätietoinen taas siihen, että tiedon yksiköinti tapahtuu tietoisesti (Gobet, 2017; Gobet ym., 2001). Ajallisen ryhmittelyn ja yleisesti tiedon yksiköinnin suhteen voidaan olettaa olevan sellainen, että valmiiksi taukojen avulla rajatut ärsykerhyvät tarjoavat tutkittavalle ärsykerhyvät ikään kuin valmiina tietoyksikköinä. On mahdollista, että tämän vuoksi kumpikin tiedon yksiköinnin tavoista helpottuu, minkä vuoksi episodisen taltion kapasiteettia vapautuu. Kapasiteetin vapautuminen puolestaan aiheuttaa muistisuoriutumisen paranemisen. Seuraavissa alaluvuissa tarkastellaan saatuja tuloksia myös mahdollisten tiedon yksiköinnin taustaprosessien näkökulmasta.

5.1.1 Tyypillisesti kehittyvien lasten suoriutuminen muistitehtävissä

Tutkimustulokseksi saatiin, että tyypillisesti kehittyvät lapset muistivat merkittävästi enemmän ryhmittelemättömiä, ei-kielellisiä ärsykerhyvoja kuin ryhmiteltyjä. Ajallisen ryhmittelyn yhteyttä muistisuoriutumiseen on aiemmin tutkittu tyypillisesti kehittyvien, leikki-ikäisten lasten osalta vain kielellisellä materiaalilla, minkä vuoksi tämä tutkimus tuo uutta tietoa aiheesta.

Tämän tutkielman tulokset tukevat osin Towsen ja kumppaneiden (1999) tutkimuksen havaintoja, sillä myöskään heidän tutkimuksessaan ei havaittu, että tyypillisesti kehittyvät 4–6-vuotiaat olisivat merkittävästi hyötynet ajallisesti ryhmitellyistä ärsykerhyvoista. Heidän tutkimuksensa päätulos oli, että ajallisen ryhmittelyn vaikutus muistisuoriutumiseen kasvaa iän myötä. Kyseisessä tutkimuksessa 4-vuotiailla kielelliset ryhmittelemättömät tehtävät menivät paremmin kuin ajallisesti ryhmiteltyt, ja 6-vuotiailla ryhmiteltyjen ja ryhmittelemättömien tehtävien välillä ei ollut merkittävä eroa. Ajallisesti ryhmitellyn tehtävärakenteen vaikutus havaittiin 8-vuotiaiden osalta, sillä he muistivat merkittävästi enemmän ryhmiteltyjä ärsykerhyvoja kuin ryhmittelemättömiä. Edellä mainittujen tulosten pohjalta tutkimuksessa ehdotettiin, että ajallinen ryhmittely olisi myöhään kehittyvä strateginen prosessi.

Koska tässä tutkimuksessa käytetty materiaali oli ei-kielellistä, on epätodennäköistä, että tutkittavat olisivat pystyneet käyttämään ajallista ryhmittelyä muististrategiana ja siten tietoisesti luomaan tietoyksiköitä. Kielellisellä materiaalilla tilanne olisikin varmasti eri, sillä silloin tutkittavat pystyvät hyödyntämään pitkäkestoiseen muistiin tallennettua tietoa, mikä tekee tiedon yksiköinnistä enemmän strategista, päämäärätietoista ja tietoisesti tapahtuvaa.

Aiemman tutkimustiedon valossa onkin todennäköistä, että käytetty ei-kielellinen ärsykemateriaali on voinut vaikuttaa heikentävästi muistisuoriutumiseen etenkin ryhmitellyssä tehtävässä. Tutkimuksissa, joissa on selvitetty tiedon yksiköinnin ja tyypillisesti kehittyvien lasten muistisuoriutumisen välistä yhteyttä, on havaittu, että suoriutuminen on parempaa muun muassa silloin, kun ärsykemateriaali on ollut jollakin tavalla käytetyn kielen kieliopin mukaista (Gilchrist, Cowan & Naveh-Benjamin, 2009; Jones & Macken, 2018). Esimerkiksi Jonesin ja Mackenin (2018) tutkimuksessa havaittiin, että sellaisia epäsanonoja, joissa äänteiden peräkkäinen esiintyminen oli kielen sääntöjen mukaan epätodennäköistä, muistettiin vähemmän kuin sellaisia, joissa äänteiden peräkkäinen esiintyminen oli todennäköisempää. Onkin mahdollista, että tyypillisesti kehittyvien lasten heikompi suoriutuminen ryhmitellyssä tehtävässä heijastaa sitä, että jos automaattista tiedon yksiköintiä on tapahtunut, se on ollut heikkoa, marginaalista tai sitä ei tapahtunut ollenkaan työmuistin episodisessa taltiossa.

Tässä tutkielmassa ei tarkasteltu iän yhteyttä muistisuoriutumiseen, mutta on mahdollista, että ikä on osaltaan vaikuttanut siihen, miksi tutkittavien suoriutuminen oli heikkoa ajallisesti ryhmitellyssä, ei-kielellisessä tehtävässä. Koska aiemmin ei ole tehty tämänkaltaista tutkimusasetelmaa, voidaan saatuja tuloksia verrata esimerkiksi Mathyn ja kollegoiden (2016) tutkimukseen, jossa 6–10-vuotiaiden muistisuoriutumista tutkittiin visuaalisilla ei-kielellisillä tehtävillä, jotka tukivat tai eivät tukeneet tiedon yksiköintiä. Tutkimuksen tulos oli tähän tutkimukseen verrattuna päinvastainen, sillä Mathyn ja muiden (2016) tutkimuksessa tyypillisesti kehittyvät lapset muistivat enemmän tiedon yksiköintiä tukevia, ei-kielellisiä ärsykesarjoja kuin sellaisia sarjoja, jotka eivät tukeneet. Koska Mathyn ja muiden (2016) tutkimuksessa nuorimmat lapset olivat 6-vuotiaita ja tässä tutkimuksessa vanhimmat lapset olivat 6- ja 7-vuotiaita, on mahdollista, että ero tutkittavien iässä on vaikuttanut osin siihen, miksi näiden kahden tutkimuksen tulokset ovat ristiriidassa keskenään. Lisäksi eroon on voinut vaikuttaa se, että tässä tutkimuksessa käytettiin ei-kielellistä kuulonvaraista materiaalia ja Mathyn ja kollegoiden (2016) tutkimuksessa näönvaraista.

Yleisesti tiedetään, että muistitehtävän monimutkaisuus voi vaikuttaa muistisuoriutumiseen (Archibald, 2017). Siihen, miksi tyypillisesti kehittyvät lapset suoriutuivat ryhmittelemättömästä tehtävästä paremmin kuin ryhmitellystä, on voinut vaikuttaa se, että ryhmittelemätön tehtävä oli tehtävärakenteeltaan yksinkertaisempi kuin ryhmitelty. Ryhmittelemättömässä tehtävässä tutkittavalle esitettiin kaksi ärsykesarjaa, joiden välissä oli tauko ja ärsykesarjat erosivat aina niin, että kaksi peräkkäistä ärsykettä

oli vaihtanut paikkaa keskenään. Toisin kuin ryhmittelemättömässä tehtävässä, ryhmitellyssä tehtävässä käytettiin aina kahta erilaista vaihtoehtoa koskien ärsykesarjojen välistä eroa (ero ryhmien välillä tai ryhmän sisällä) sekä ryhmittelytapaa (esim. 1+2 tai 2+1). Näin ollen on mahdollista, että tyypillisesti kehittyvien lasten oli vaikeampi hyödyntää ryhmitellyn tehtävän rakennetta muistisuoriutumisessa tai ylipäättään hahmottaa sitä.

Lisäksi ryhmitelystä tehtävästä suoriutumiseen on voinut vaikuttaa saman ärsykesarjan ryhmien välisen tauon pituus, joka oli kolme sekuntia. Kun alle kouluikäisiltä lapsilta on tutkittu ajallisen ryhmittelyn vaikutusta muistisuoriutumiseen, käytetty tauko ryhmien välillä on ollut lyhyempi, 0,8–1,6 sekuntia (Towse ym., 1999; Yanaoka ym., 2018). Ryanin (1969b) tutkimuksessa havaittiin, että aikuisilla taukojen pidentäminen ei parantanut ajallisen ryhmitellyn vaikutusta muistisuoriutumiseen. Lasten osalta ei vielä tiedetä, mikä olisi ihanteellisin tauon pituus ryhmien välissä, jotta se tukisi mahdollisimman hyvin muistisuoriutumista. Voi olla, että tyypillisesti kehittyvien lasten osalta tilanne on samansuuntainen kuin aikuisilla. On mahdollista, että kolmen sekunnin tauko ryhmien välillä oli näille lapsille liian pitkä, minkä vuoksi se ei tukenut ajallisen ryhmittelyn vaikutusta muistisuoriutumiseen.

Kun ryhmittelemättömän ja ryhmitellyn tehtävän ensimmäisiä sarjapituuksia verrataan toisiinsa, havaitaan, että ryhmitellyn tehtävän ensimmäisen sarjapituuden ärsykesarjaparit kestivät lähes puolet pidempään kuin ryhmittelemättömän. Ryhmitellyssä tehtävässä kolmen ärsykkeen sarjapituudessa yksi ärsykesarjapari kesti taukoineen yhteensä 22 sekuntia. Ryhmittelemättömän tehtävän ensimmäisessä sarjapituudessa eli kahden ärsykkeen pituudessa yksi ärsykesarjapari kesti ajallisesti vain 13 sekuntia. Koska ryhmittelemättömän tehtävän ärsykesarjaparit olivat ajallisesti huomattavasti lyhyempiä, tämä voi osin selittää sitä, miksi tyypillisesti kehittyvät suoriutuivat paremmin ryhmittelemättömästä kuin ryhmitelystä tehtävästä. Koska yksi ärsykesarjapari ei kestänyt itsessään niin pitkään, se voi selittää, minkä vuoksi tyypillisesti kehittyvien lasten oli todennäköisesti helpompi pitää se työmuistissaan.

Aiemmissä tutkimuksissa, joissa ajallista ryhmittelyä on tutkittu tämän ikäisiltä lapsilta, käytettyjen ärsykkeiden ja taukojen pituudet ja siten koko ärsykesarjan kesto ovat olleet lyhyempiä verrattuna tähän tutkimukseen. Esimerkiksi Yanaokan ja kollegoiden (2018) tutkimuksessa neljän ärsykkeen sarjan kokonaiskesto oli neljä sekuntia. Koska heidän tutkimuksessaan saatiin esiin ajallisen ryhmittelyn vaikutus jo 4-vuotiailla tyypillisesti

kehittyvillä lapsilla, on mahdollista, että ärsykesarjan lyhyt kokonaiskesto on voinut osin vaikuttaa positiiviseen yhteyteen ajallisen ryhmittelyn ja muistisuoriutumisen välillä.

Ryhmiteltyssä tehtävässä jokaista sarjapituutta kohden oli kaksi erilaista ryhmittelytapaa. Esimerkiksi ensimmäisessä sarjapituudessa ryhmittelytapoina oli 1+2 ja 2+1 ja viimeisessä sarjapituudessa 2+3 ja 3+2. Vielä ei tiedetä varmasti, minkä kokoiset ärsykeryhmittelyt tukevat ajallisen ryhmittelyn vaikutusta parhaiten lapsilla, koska tutkimustietoa on vähän. Towsen ja kollegoiden (1999) tutkimuksessa lasten suoriutumista tarkasteltiin sekä kolmen ärsykkeen kokoisilla ryhmillä että 2+1-ryhmittelytavalla, jolloin alustavaksi havainnoksi saatiin, että lapset hyötyvät eniten ajallisesta ryhmittelystä silloin, kun ärsykkeet ovat kolmen ärsykkeen ryhmissä. Kolmen ärsykkeen suuruista ryhmää pidetään myös optimaalisimpana aikuisten muistisuoriutumisen kannalta (Hitch ym., 1996; Ryan 1969a). Towse ja muut (1999) ehdottivatkin tutkimuksessaan, että ryhmäkoon ollessa pienempi kuin kolme ajallisen ryhmittelyn vaikutuksen voimakkuus lasten muistisuoriutumiseen vähenee ja ärsykkeiden erottelusta tulee vaikeampaa. Yanaokan ja kollegoiden (2018) tutkimuksessa havaittiin, että ajallinen ryhmittely paransi 4–5-vuotiaiden lasten muistisuoriutumista, vaikka kielelliset ärsykkeet olivatkin ryhmitelty aina kahden ärsykkeen ryhmiin. Tutkimustulokseen on kuitenkin voinut vaikuttaa tehtävärakenteen ennalta-arvattavuus, sillä sarjat sisälsivät neljä ärsykettä, ja tauko tuli aina kahden ärsykkeen jälkeen.

Koska tässä tutkimuksessa ryhmitellyn tehtävän sarjapituus alkoi vasta kolmen ärsykkeen sarjapituudesta, jossa ärsykkeet oli ryhmitelty joko 1+2 tai 2+1, voi olla, että tämän vuoksi ajallisen ryhmittelyn tuomaa tukea ei saatu tarjottua heti alkuun. Kolmen ärsykkeen ryhmien kannalta ongelmaksi kuitenkin nousee näin nuorten lasten osalta muutenkin lyhyet muistijänteet, minkä vuoksi kolmen ärsykkeen ryhmillä ei ehkä voida aloittaa tarpeeksi pienestä ärsykemäärästä, etenkin 4-vuotiaiden osalta. Edellä mainittu seikka voi olla myös syynä siihen, miksi Towsen ja kollegoiden (1999) tutkimuksessa 4-vuotiailla ei havaittu ajallisen ryhmittelyn yhteyttä muistisuoriutumiseen, sillä tutkimuksessa käytettiin esimerkiksi kuuden kirjaimen sarjaa 4-vuotiaille.

Vaikka ryhmitellyn tehtävän ennakoitiin parantavan tutkittavien muistisuoriutumista, on mahdollista, että tyypillisesti kehittyvien lasten oli vaikeampi hahmottaa sitä, koska tehtävä sisälsi vaihtelua useiden eri tekijöiden osalta. Lisäksi myös käytettyjen taukojen pituudet ovat voineet olla liian pitkät, minkä vuoksi ne eivät ole tukeneet ajallisen ryhmittelyn vaikutusta muistisuoriutumiseen näillä lapsilla. Jos ajallinen ryhmittely tukee automaattista tiedon yksiköintiä, alustavasti voidaan todeta, että ei-kielellistä materiaalia

käytettäessä sen vaikutus tyypillisesti kehittyvien 4–7-vuotiaiden lasten muistisuoriutumiseen on vähäistä tai sitä ei tapahdu ollenkaan. Lisäksi on mahdollista, että tutkittavien ikä on voinut vaikuttaa siihen, miksi he suoriutuivat ryhmitelystä tehtävästä huomattavasti huonommin kuin ryhmittelemättömästi.

5.1.2 KKH-lasten suoriutuminen muistitehtävissä

Tässä tutkimuksessa havaittiin, että KKH-lapset muistivat merkittävästi enemmän ajallisesti ryhmiteltyjä ärsykesarjapareja kuin ryhmittelemättömiä. Tulos oli siis päinvastainen tyypillisesti kehittyviin lapsiin nähden. Tämä tutkimus osoittaa, että myös lapset, joilla on kehityksellinen kielihäiriö, voivat hyötyä ajallisesta ryhmittelystä, kun muistisuoriutumista tarkastellaan kuulonvaraisella, ei-kielellisellä materiaalilla.

Episodista taltiota pidetään työmuistin osana, jossa muodostuneita tietoyksiköitä voidaan säilyttää (Baddeley, 2010), ja näin ollen tiedon yksiköintiä tukevat tehtävärakenteet, kuten ajallinen ryhmittely, oletettavasti vapauttavat episodisen taltion kapasiteettia. Kapasiteettia vapautuu siksi, että tietoyksiköt vähentävät yksittäisten muistettavien ärsykkeiden määrää (Miller, 1956). Koska tässä tutkimuksessa havaittiin, että ajallinen ryhmittely tuki KKH-lasten muistisuoriutumista, voidaan tämän tuloksen olettaa heijastavan sitä, että ajallinen ryhmittely vapauttaa myös näiden lasten episodisen taltion kapasiteettia. Lapsilla, joilla on kehityksellinen kielihäiriö, on havaittu olevan paitsi rajallinen episodisen taltion kapasiteetti myös rajallinen työmuistikapasiteetti yleisesti (Archibald, 2018; Petruccelli ym., 2012; Vugs ym., 2014), minkä vuoksi edellä mainittu tutkimustulos on merkityksellinen. Tulos viittaa siihen, että näiden lasten valmiiksi jo rajallista työmuistikapasiteettia voidaan mahdollisesti vapauttaa esimerkiksi ajallisen ryhmittelyn avulla.

Ajallisen ryhmittelyn aikana mahdollisesti tapahtuva tiedon yksiköinti on todennäköisemmin ollut luonteeltaan automaattista kuin päämäärätietoista, kuten aiemmin jo todettiin tyypillisesti kehittyvien lasten osalta. Näin ollen tämän tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että on todennäköistä, että KKH-lapset ovat voineet muodostaa automaattisen tiedon yksiköinnin avulla tietoyksiköitä, kun kuulonvarainen materiaali on ollut ei-kielellistä. Voi olla, että juuri ei-kielellinen materiaali on mahdollistanut sen, että nämä lapset ovat hyötäneet ryhmitellyn tehtävän tehtävärakenteesta. Ei-kielellisen muistimateriaalin myötä KKH-lasten heikommat kielelliset taidot eivät ole todennäköisesti voineet vaikuttaa heikentävästi suoriutumiseen.

Vielä on vaikea sanoa, mitkä tehtävään liittyvät tekijät, kuten käytettyjen taukojen pituus tai ärsykeryhmän koko ovat optimaalisimmat KKH-lapsille. Tämän tutkimuksen alustava havainto on, että KKH-lapset hyötyvät oletettavasti kolmen sekunnin pituisista tauoista saman ärsykesarjan ryhmien välillä. Kolmen sekunnin mittainen tauko saattoi mahdollistaa sen, että nämä lapset ehtivät riittävästi prosessoida ja painaa mieleen kuultuja ärsykeitä saman ärsykesarjan sisällä, mikä näkyi parempana suoriutumisena ryhmitellyssä kuin ryhmittelemättömässä tehtävässä.

5.2 KKH-ryhmän ja TK-ryhmän väliset suoriutumisen erot muistitehtävissä

KKH-lasten ja tyypillisesti kehittyvien lasten muistisuoriutumisen välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa kummankaan tehtävän osalta. Koska tämänkaltaista tutkimusasetelmaa ei ole aiemmin tehty, saadut tulokset tarjoavat alustavia havaintoja 4–7-vuotiaiden yksikielisten KKH-lasten ja tyypillisesti kehittyvien lasten muistisuoriutumisesta kuulonvaraisissa, ei-kielellisissä lyhytkestoisen muistin tehtävissä.

KKH-lasten ja tyypillisesti kehittyvien lasten muistisuoriutumisen eroa ei-kielellisellä materiaalilla on aiemmin tutkittu suurimmaksi osaksi visuospatiaalista luonnoslehtiötä mittaavilla tehtävillä, mutta myös tämän tutkimuksen ryhmittelemättömän tehtävän kaltaisella tehtävällä, jossa äänisarjoja vertaillaan toisiinsa. Aiemmin tehdyn ei-kielellisen kuulonvaraisen tutkimuksen tuloksena oli, että 6-vuotiaat KKH-lapset suoriutuivat tilastollisesti merkitsevästi heikommin kuin tyypillisesti kehittyvät lapset (Ebert & Pham, 2019). Tämän tutkimus antaa tukea puolestaan sille, että näin nuoret KKH-lapset eivät eroa tyypillisesti kehittyvistä verrokeista, kun muistisuoriutumista mitataan kuulonvaraisella, ei-kielellisellä materiaalilla.

Ryhmien välisissä analyyseissä huomioitiin suoritusosan älykkyyssosamäärä eli PIQ, jonka osalta ryhmät erosivat toisistaan. PIQ:n tarkastelu on tärkeää, vaikka kehityksellisen kielihäiriön määritelmä ei vaadi, että sen pitäisi olla tyypillisellä tasolla (Bishop ym., 2017). Tarkastelu on tärkeää, jotta voidaan olla varmoja siitä, että ryhmiä ei erottele PIQ, vaan tekijä, jota tutkitaan eli tässä tutkimuksessa lyhytkestoisen muistin kapasiteetti. Tulokseksi saatiin, että PIQ:lla ei ollut merkitsevää päävaikutusta muistisuoriutumiseen tai siihen, miten eri tehtävistä suoriuduttiin, kun PIQ:n yhteyttä muistisuoriutumiseen tarkasteltiin yli ryhmien. Vaikka PIQ ei ollut merkitsevässä yhteydessä muistisuoriutumiseen, huomioitiin PIQ ryhmien välisessä tarkastelussa, sillä ryhmien tasoerot oli tärkeä kontrolloida.

Lisäksi on huomioitava, että tämän tutkimuksen tulokset heijastavat näiden 4–7-vuotiaiden tutkittavien työmuistin toimintaa ja kapasiteettia ilman, että kielelliset taidot vaikuttaisivat suoriutumiseen. Näin ollen ryhmien välistä suoriutumisen eroa on luotettavampi tarkastella, kun tyypillisesti kehittyvien lasten paremmat kielelliset taidot eivät ole todennäköisesti vaikuttaneet muistisuoriutumiseen. Oletettavasti tutkittavat eivät myöskään pystyneet käyttämään kielellisiä strategioita tehtävien aikana, koska käytetty materiaali oli ei-kielellistä ja aiemmin on ehdotettu, että esimerkiksi visuospatiaalisten tehtävien aikana ei ole todennäköistä, että alle 7-vuotiaat pystyisivät käyttämään kielellisiä strategioita (Vugs ym., 2013). Tämän vuoksi tuloksia on mahdollista tarkastella myös niin, että tyypillisesti kehittyvät lapset eivät ole todennäköisesti pystyneet käyttämään kielellisiä strategioita suoriutumisessaan, minkä vuoksi heidän suoriutumisensa vertaaminen KKH-lapsiin on luotettavampaa.

Koska ryhmien välillä merkitsevää suoriutumisen eroa ei havaittu kummankaan tehtävän osalta, tulokset antavat alustavia tuloksia siltä, että yksikielisten 4–7-vuotiaiden KKH-lasten kuulonvarainen ei-kielellinen muistisuoriutuminen on tyypillisesti kehittyvien lasten tasolla ainakin tämän tyyllisissä tehtävissä. On mahdollista, että työmuistin kapasiteetti ei-kielelliselle materiaalille on melko samankokoinen vielä näin nuorilla lapsilla riippumatta siitä, onko lapsi tyypillisesti kehittyvä vai lapsi, jolla on kehityksellinen kielihäiriö.

5.3 Tämän tutkimuksen vahvuudet ja haasteet

Tutkimuksen vahvuutena voidaan pitää sitä, että tehtävätyypit (ryhmittelemätön ja ryhmitelty) sekä tehtävien aistipiirit (kuulo ja näkö) oli satunnaistettu tutkittavien kesken. Tutkittavista puolet teki ensin ryhmittelemättömän tehtävän ja puolet ryhmiteltyyn. Myös kyseisten tehtävien kuulon- ja näönvaraiset tehtävät oli jaettu niin, että puolet lapsista teki ensin kuulonvaraiset tehtävät ja toiset näönvaraiset. Tämän avulla pyrittiin kontrolloimaan sitä, että tutkittavien vireystilan mahdollinen vaikutus ei pääsisi vaikuttamaan pelkästään johonkin tiettyyn tehtävään.

Arviointimenetelmiin liittyvänä vahvuutena voidaan pitää sitä, että käytetyt tehtävät sopivat tämän ikäisille lapsille, sillä molemmissa tehtävissä minimoitiin lasten muistikuormitus käyttämällä jokaisessa ärsykesarjaparissa vain kahden eri eläimen ääniä. Lisäksi muistisuoriutumista pyrittiin tukemaan niin, että molemmissa tehtävissä ensimmäinen sarjapituus oli lyhyt: ryhmittelemättömässä kaksi ja ryhmitellyssä kolme

ärsykettä. On tärkeää, että tehtävät aloitettiin muutamalla ärsykkeellä, sillä näin nuorilla lapsilla muistijänteet ovat muutenkin lyhyet. Esimerkiksi 4-vuotiaat muistavat keskiarvoisesti noin kolme numeroa oikeassa järjestyksessä (Dehn, 2008). Tämän vuoksi usean ärsykkeen pituiset sarjat heti tutkimuksen alkuun olisivat voineet vaikuttaa heikentävästi tulosten luotettavuuteen.

Koska ryhmittelemätön tehtävä alkoi kahden ärsykkeen sarjapituudesta ja ryhmitelty kolmen ärsykkeen sarjapituudesta, tehtävien verrannollisuutta tuettiin lisäämällä kaikille tutkittaville neljä pistettä ryhmiteltyyn tehtävään. Tämä tehtiin sen vuoksi, että tutkittavien saamia kokonaispistemääriä voidaan luotettavammin vertailla toisiinsa niin, että ensimmäisten sarjapituuksien ero ei vaikuttaisi tulosten luotettavuuteen. Koska tutkimuksessa käytettiin vakiopistearvoa neljä, on tärkeää huomioida se mahdollisuus, että osa tutkittavista olisi voinut saada myös täydet kuusi pistettä, jos ryhmitellyn tehtävän sarjapituus olisi alkanut kahdesta ärsykkeestä ja osa ei olisi päässyt seuraavaan pituuteen lainkaan.

Kun tarkastellaan pisteiden koostamista voi olla, että tyypillisesti kehittyvien lasten tulos on aidompi kuin KKH-ryhmän lasten. KKH-lapset saattoivat saada tällä pisteytysmenetelmällä perusteettomia pisteitä ryhmiteltyyn tehtävään, joita he eivät ehkä muutoin olisi saaneet, jos kyseinen tehtävä olisi alkanut lyhyemmästä sarjapituudesta. On siis mahdollista, että KKH-ryhmän lapset olisivat saattaneet suoriutua huonommin ryhmitellyssä tehtävässä ja olleet siten suhteessa huonompia siinä kuin tyypillisesti kehittyvät lapset.

Vaikka molemmissa tehtävissä ensimmäiset sarjapituudet sisälsivät vain muutaman ärsykkeen, on huomioitava, että ryhmitellyn tehtävän ensimmäinen sarjapituus oli sarjakestoltaan huomattavasti pidempi kuin ryhmittelemättömän tehtävän ensimmäinen sarjapituus. Ryhmitellyssä tehtävässä sarjakesto kolmen ärsykkeen sarjapituudessa oli kaikkienensa 22 sekuntia ja ryhmittelemättömässä tehtävässä 13 sekuntia. Sarjakeston ero tehtävien välillä johtuu siitä, että ryhmitellyssä tehtävässä ärsykkeiden ryhmittelyyn käytettiin kolmen sekunnin pituisia taukoja. Tutkimuksen haasteena voidaan pitää sitä, että kolmen sekunnin tauot ryhmitellyssä tehtävässä saattoivat hyödyttää ainoastaan KKH-ryhmän lapsia, mutta olivat luultavasti liian pitkiä TK-ryhmän lapsille. Lisäksi haasteena voidaan pitää sitä, että käytettyjen ärsykkeiden ja taukojen pituudet perustuvat tutkimuksiin, joissa muistamista on tutkittu KKH-lapsilta kielellisellä ja näönvaraisella ärsykemateriaalilla.

Lasten iän osalta tehtävien ohjeistusta voidaan pitää sopivana, sillä se sisältää tämän ikäisille lapsille melko tuttua sanastoa. Tässä tutkimuksessa ei tarkasteltu, miten ikä vaikuttaa lasten muistisuoriutumiseen, sillä ryhmien välinen ero iän osalta oli vain lähes merkitsevä ja tarkasteluun otettiin ainoastaan PIQ, jonka suhteen ryhmät erosivat toisistaan merkitsevästi. On kuitenkin todennäköistä, että vanhemmat lapset ovat voineet suoriutua tehtävistä paremmin kuin nuoremmat lapset, sillä työmuistin kapasiteetin tiedetään yleisesti kasvavan iän myötä (Jones, 2012). Lisäksi iän myötä tapahtuva kapasiteetin kasvu on havaittu myös muun muassa visuaalisilla, ei-kielellisillä ärsykkeillä mitattuna (Mathy ym., 2016).

Arviointimenetelmissä käytettyä ärsykemateriaalia voidaan pitää soveltuvana tämänkaltaisten ryhmien muistikapasiteetin ja -suoriutumisen tutkimisessa. Tämä johtuu siitä, että kielellisen ärsykemateriaalin käyttö olisi asettanut KKH-ryhmän lapset epätasa-arvoiseen asemaan, koska näiden lasten vaikeudet painottuvat erityisesti juuri kielellisiin taitoihin ja sitä kautta kielelliseen työmuistiin. Lisäksi arviointimenetelmissä otettiin huomioon juuri KKH-ryhmän kielellisten taitojen heikkous esimerkiksi siinä, että tehtävänantoa tuettiin itse tehtävässä visuaalisesti. Esimerkiksi valaistus vaihdettiin alempaan talliin, kun vertailtava sarja alkoi ja vastauksen antamisessa hyödynnettiin hyvin yleistä värikoodausta: punainen painike erilaisille ja vihreä samanlaisille sarjoille. Tämä on mahdollisesti voinut tukea joidenkin KKH-lasten ymmärrystä tehtävästä, jos lapsi ei ole täysin ymmärtänyt tehtävän sanallista ohjeistusta.

Ei-kielellisen ärsykemateriaalin käyttö mahdollisti sen, että TK- ja KKH-ryhmät saatiin ikään kuin samalle viivalle, ja näin ollen lasten muistisuoriutumista voitiin vertailla luotettavammin. Ei-kielellistä materiaalia käytettäessä on epätodennäköistä, että tutkittavat olisivat voineet käyttää muististrategioita tehtävää suorittaessaan, koska tutkittavilla ei ole semanttista tietoa tämänkaltaisista äänistä pitkäkestoisissa muisteissaan. Koska tutkittavat eivät ole todennäköisesti voineet hyödyntää pitkäkestoiseen muistiin taltioitua tietoa, muistisuoriutuminen ilmentää hyvin juuri työmuistin lyhytkestoista kapasiteettia eli sitä, kuinka monta tietoyksikköä työmuistiin mahtuu. Oletettavasti juuri tällaisessa tilanteessa muistikapasiteetti koostuu puhtaammin tietoyksikköjen määrästä kuin tilanteessa, jossa on mahdollista hyödyntää pitkäkestoiseen muistiin säilöttyä semanttista tietoa.

Esimerkiksi kielellisen ärsykemateriaalin avulla ihminen voi käyttää pitkäkestoiseen muistiin varastoitunutta tietoa ärsykkeistä ja siten hyödyntää muististrategioita muistisuoriutumisessaan (Dehn, 2008). Näin ihminen voi muistaa monia tietoyksikköjä

ja kestoltaan pitkiäkin ärsykesarjoja. Tämänkaltaisen muistaminen puolestaan heijastaa mitä luultavammin enemmän työmuistin ja pitkäkestoisen muistin yhteyttä kuin työmuistin kapasiteettia pelkästään. Lisäksi on huomionarvoista, että alle 7-vuotiaiden ei uskota pystyvän hyödyntämään muististrategioita muistitehtävissä suoriutuessaan (Towse ym., 1999; Vugs ym., 2013). Koska mitä todennäköisimmin tämänlaisissa tehtävissä pitkäkestoisen muistin hyödyntäminen ja siten muististrategioiden käyttö ei ole mahdollista, käytetyt arviointimenetelmät soveltuvat juuri työmuistin lyhytkestoisen muistin kapasiteetin arviointiin.

Tutkimuksen vahvuutena voidaan nähdä se, että koska ryhmät erosivat toisistaan eikielellisen suoritusosan älykkyyssosamäärän (PIQ) suhteen, se päätettiin huomioida kovariaattina ryhmien välisiä eroja tarkastellessa. Näin ollen tulosten luotettavuus parani, koska ryhmien välinen ero suoritusosan älykkyyssosamäärässä ei ole voinut vaikuttaa tuloksiin, kun ryhmien suoriutumista on verrattu toisiinsa. Lisäksi tutkittaviin liittyvänä vahvuutena voidaan pitää tutkimuksen tarkkoja sisäänotto- ja poissulkukriteerejä ja sitä, että ryhmät olivat hyvin verrannollisia keskenään otoskoon, sukupuolijakauman ja iän suhteen. Tutkimuksen haasteena voidaan pitää pientä otoskokoa, sillä tyypillisesti kehittyviä lapsia oli 24 ja KKH-lapsia oli 27. Otoskoon vuoksi tutkimuksesta saaduista tuloksista ei voida tehdä laajoja yleistyksiä aiheen osalta. Jos tarkastellaan ryhmien saamia keskiarvoja sen suhteen, kuinka monta ärsykesarjaparia he saivat oikein, etenkin ryhmittelemättömän tehtävän osalta voidaan havaita, että TK-ryhmän keskiarvo oli noin 12 ärsykesarjaparia ja KKH-ryhmän noin kahdeksan. Voi siis olla, että isommalla otoskoolla ryhmien välinen suoriutumisen ero oltaisiin voitu saada esiin tilastollisin menetelmin. Tämän vuoksi on tärkeää, että aihetta tutkitaan jatkossa lisää.

5.4 Jatkotutkimus ja kliininen merkitys

Koska ajallisen ryhmittelyn yhteydestä lasten muistisuoriutumiseen on vasta vähän tutkimustietoa, olisi tärkeää, että aihetta tutkittaisiin lisää. Tutkimustietoa olisi tärkeä saada lisää etenkin KKH-lasten osalta, sillä tämä tutkimus antaa alustavaa tietoa siitä, että ajallinen ryhmittely tukee myös näiden lasten muistisuoriutumista. Saatu tutkimustulos on merkityksellinen, koska kehitykselliseen kielihäiriöön tiedetään liittyvän rajoitteita eri työmuistin osatekijöissä (Montgomery ym., 2010; Vugs ym., 2016). Jos KKH-lapsella havaitaan olevan tavallista kapeampi työmuistikapasiteetti, on merkityksellistä, että lapsen kognitiivista kuormitusta vähennetään sille tasolle, jolla lapsi vielä hyötyy tukitoimista. Edellä mainitusta syystä on hyödyllistä tietää, että ajallinen ryhmittely

saattaa olla yksi keino, jolla kognitiivista kuormitusta saadaan vähennettyä KKH-lapsilla. Muistikuormituksen vähentäminen auttaa lasta kognitiivisesti, koska tällöin lapselle jää enemmän voimavaroja muihin toimintoihin, joita tarvitaan esimerkiksi käynnissä olevan oppimistehtävän suorittamiseen (Archibald, 2018).

Koska tämä tutkimus on ensimmäinen laatuaan, on tärkeää, että aihetta tutkitaan jatkossa lisää. Logopedisestä näkökulmasta jatkotutkimus olisi merkityksellistä, sillä puheterapeuttisessa arvioinnissa ja kuntoutuksessa on huomioitava asiakas kokonaisuutena, minkä vuoksi esimerkiksi asiakkaan kognitiivisten vahvuuksien ja heikkouksien arvioiminen sekä huomioiminen on tärkeää. Jos tulevaisuudessa saadaan lisää tutkimusnäyttöä siitä, että ajallinen ryhmittely parantaa KKH-lasten muistisuoriutumista, voidaan tätä tietoa mahdollisesti käyttää hyväksi suunniteltaessa kehityksellisen kielihäiriön riskin tai diagnoosin arviointiin soveltuvia tehtäviä sekä suunniteltaessa menetelmiä esimerkiksi sanavaraston kuntoutukseen. Esimerkiksi sanavaraston kuntoutuksessa voitaisiin hyödyntää ajallisessa ryhmittelyssä käytettyjä taukoja harjoiteltavien sanojen välillä joko puheterapeutin toimesta tai niin, että tämänkaltaiseen kuntoutukseen kehitettäisiin sovellus, jossa tauot ryhmittäisivät harjoiteltavia sanoja. Näin ollen tauot tarjoaisivat sanat ikään kuin valmiina tietoyksikköinä, mikä voisi tukea KKH-lasten oppimisprosessia, jos jatkotutkimuksissa havaitaan, että ajallinen ryhmittely tukee myös muistisuoriutumista kielelliselle materiaalille.

Lisäksi jatkotutkimus olisi merkityksellistä, koska ei-kielellisen prosessoinnin roolia kehityksellisessä kielihäiriöissä ei tunneta vielä tarkkaan (Laasonen ym., 2018; Saar ym., 2018). Ei-kielellisen prosessoinnin tutkiminen, esimerkiksi juuri ajallisen ryhmittelyn avulla, puolestaan lisäisi tietoa yleisesti häiriön kognitiivisesta laajuudesta. Häiriön ei-kielellisiä kognitiivisia taitoja on aiempaa tärkeämpi tutkia, sillä kehityksellisen kielihäiriön määritelmä ei vaadi, että lapsen ei-kielellisen kognitiivisen suoriutumisen tulisi olla tyypillisellä tasolla (Bishop ym., 2017). Näin ollen on tärkeää, että kielellisten taitojen lisäksi ei-kielellisiä taitoja arvioidaan, koska niiden taso voi vaikuttaa siihen, minkälaisia kuntoutumenetelmiä valitaan käytettäväksi (Heikkinen ym., 2016). Lisäksi ei-kielellisiä taitoja on tärkeä tutkia lisää, sillä niiden on havaittu olevan yhteydessä myös kielihäiriöisten lasten kielellisiin taitoihin (Saar ym., 2018; Vugs ym., 2016).

Jatkossa olisi tärkeää, että tutkimuksissa analysoitaisiin, mitkä tehtävään ja tutkittaviin liittyvät taustatekijät ovat yhteydessä muistisuoriutumiseen. Tehtävään liittyviä tarkasteltavia taustatekijöitä voisi olla esimerkiksi ärsykeryhmien koko, ärsykemateriaali

sekä ärsykkeiden ja taukojen ajallinen kesto. Näiden tekijöiden tarkempi selvittäminen olisi tärkeää siitä syystä, että mahdollisia KKH-diagnoosiin tai riskin arvioon kehitettävistä ajallisen ryhmittelyn tehtävistä saataisiin mahdollisimman luotettavia.

Jatkotutkimuksen osalta olisi myös tärkeää, että ei-kielellisiä muistitehtäviä suunniteltaessa pyrittäisiin arvioimaan, onko ei-kielellinen tehtävä todellakin nimensä mukainen. Tämä on tärkeää siksi, että esimerkiksi Botting, Psarou, Caplin ja Nevin (2013) nostivat tutkimuksessaan esiin, että ei-kielellinen tehtävä voi sisältää kielellistä kuormaa, mikä asettaa kielihäiriöiset lapset epätasa-arvoiseen asemaan suhteessa tyypillisesti kehittyviin lapsiin. Lisäksi ei-kielellisen tehtävän ohjetta tulisi miettiä myös jatkossa niin, että ohje olisi sellainen, jonka myös lapset, joilla on kielen ymmärtämisen vaikeuksia, pystyvät ymmärtämään mahdollisimman hyvin.

Tutkittaviin liittyvien taustatekijöiden osalta olisi tärkeää jatkossa selvittää, miten esimerkiksi ikä ja kielelliset taidot ovat yhteydessä muistisuoriutumiseen ajallisesti ryhmitellyissä tehtävissä, ja hyötyvätkö monikieliset lapset ei-kielellisen materiaalin ryhmittelystä. Koska tässä tutkimuksessa ei tutkittu iän ja ajallisen ryhmittelyn yhteyttä, olisi tärkeää, että aihetta tutkittaisiin eri ikäisillä lapsilla sekä erityisesti 4–6-vuotiailla lapsilla, joilla on kehityksellinen kielihäiriö. 4–6-vuotiaiden KKH-lasten tutkiminen olisi merkityksellistä, koska kehityksellisen kielihäiriön diagnoosi usein annetaan lapsen ollessa 4–6 vuoden iässä (Kehityksellinen kielihäiriö: Käypä hoito -suositus, 2019). Iän ja ajallisen ryhmittelyn yhteys olisi hyvä tuntea, jotta tiedettäisiin, minkä ikäisillä lapsilla ajallisen ryhmittelyn tehtäviä voitaisiin käyttää esimerkiksi arvioinnissa. Lisäksi ei-kielellisen ajallisen ryhmittelyn tehtävän suunnittelu diagnoosin tai riskin arviointia varten olisi erityisen tärkeää etenkin niiden kaksi- tai monikielisten lasten osalta, joilta ei voida luotettavasti tutkia kielellistä muistisuoriutumista. Näin ollen voitaisiin saada tietoa näiden lasten kognitiivisesta taustasta, etenkin työmuistikapasiteetista ilman, että monikielisyys vaikuttaa suoriutumiseen.

5.5 Yhteenveto

Tämä pro gradu -tutkielma tarjosi uutta tutkimustietoa koskien yksikielisten alle kouluikäisten kielihäiriöisten ja tyypillisesti kehittyvien lasten muistisuoriutumisesta, kun muistisuoriutumista tarkasteltiin ei-kielellisillä, kuulonvaraisilla lyhytkestoisen muistin tehtävillä. Tutkimuksen yhtenä päätuloksena oli, että ajallinen ryhmittely paransi muistisuoriutumista 4–7-vuotiailla lapsilla, joilla on kehityksellinen kielihäiriö. Edellä

mainittu tulos havaittiin siten, että KKH-lapset muistivat enemmän ryhmiteltyjä kuin ryhmittelemättömiä ärsykesarjoja. Lisäksi havaittiin, että KKH-lasten muistisuoriutuminen ei eronnut kummassakaan tehtävässä tyypillisesti kehittyvistä lapsista. Tyypillisesti kehittyvien lasten osalta tulokseksi saatiin, että he muistivat merkitsevästi enemmän ryhmittelemättömiä kuin ryhmiteltyjä ärsykesarjoja.

Tämän tutkimuksen tulokset ovat kuitenkin vasta suuntaa antavia havaintoja aiheesta, sillä ajallisen ryhmittelyn yhteyttä ei ole tutkittu aiemmin kuulonvaraisella ei-kielellisellä materiaalilla 4–7-vuotiailla eikä lapsilla, joilla on kehityksellinen kielihäiriö. Koska käytetty materiaali oli ei-kielellistä, lapset eivät oletettavasti pystyneet hyödyntämään tehtävissä pitkäkestoista muistiaan. Tämän vuoksi tutkimus lisää tietoa KKH-lasten työmuistin episodisen taltion kapasiteetista sekä muistisuoriutumisesta ilman, että heikot kielelliset taidot vaikuttavat siihen. Tästä tutkimuksesta saatujen tulosten valossa olisi hyvä tarkastella samaa aihetta isommalla otoskoolla sekä tutkia lisää erinäisiä itse tehtävään ja tutkittaviin liittyviä tekijöitä. Aiheen jatkotutkimus olisi kliinisestä näkökulmasta merkityksellistä, jotta KKH-lasten ei-kielellisten taitojen arviointiin saataisiin kehitettyä uusia tehtäviä.

Lähteet

- Alloway, T. P., Gathercole, S. E. & Pickering, S. J. (2006). Verbal and visuospatial short-term and working memory in children: Are they separable? *Child Development*, 77(6), 1698–1716.
- Archibald, L. M. D. (2017). Working memory and language learning: A review. *Child Language Teaching and Therapy*, 33(1), 5–17.
- Archibald, L. M. D. (2018). The reciprocal influences of working memory and linguistic knowledge on language performance: Considerations for the assessment of children with developmental language disorder. *Language, Speech, & Hearing Services in Schools*, 49(3), 424–433.
- Archibald, L. M. D. & Gathercole, S. E. (2006a). Short-term and working memory in specific language impairment. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 41(6), 675–693.
- Archibald, L. M. D. & Gathercole, S. E. (2006b). Visuospatial Immediate Memory in specific language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 49(2), 265–277.
- Archibald, L. M. D. & Gathercole, S. E. (2006c). Nonword repetition: A comparison of tests. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 49(5), 970–983.
- Archibald, L. M. D. & Gathercole, S. E. (2007). The complexities of complex memory span: Storage and processing deficits in specific language impairment. *Journal of Memory and Language*, 57(2), 177–194.
- Badcock, N. A., Bishop, D. V. M., 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(3), 310–320.
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417–423.
- Baddeley, A. (2003). Working memory and language: An overview. *Journal of Communication Disorders*, 36(3), 189–208.
- Baddeley, A. (2010). Working memory. *Current Biology*, 20(4), 136–140.
- Baddeley, A. (2012). Working memory: Theories, models and controversies. *Annual Review of Psychology*, 63(1), 1–29.
- Baddeley, A. D. (2007). *Working memory, thought, and action*. Oxford: Oxford University Press.
- Baddeley, A. D. & Hitch, G. J. (1974). Working memory. Teoksessa G. A. Bower (toim.), *Recent advances in learning and motivation* (47–89). New York, NY: Academic Press.
- Bishop, D. V. M. (2003). Genetic and environmental risks for specific language impairment in children. *International Congress Series*, 1254(C), 225–245.
- Bishop, D. V. M. (2006). What causes specific language impairment in children? *Current Directions in Psychological Science*, 15(5), 217–221.
- Bishop, D. V. M., Snowling, M. J., Thompson, P. A., Greenhalgh, T. & CATALISE-2-paneeli. (2017). Phase 2 of CATALISE: A multinational and multidisciplinary delphi consensus study of problems with language development: Terminology. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 58(10), 1068–1080.
- Botting, N. (2005). Non-verbal cognitive development and language impairment. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 46(3), 317–326.
- 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: Theoretical issues and clinical implications* (23–38). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Botting, N., Psarou, P., Caplin, T. & Nevin, L. (2013). Short-term memory skills in children with specific language impairment: The effect of verbal and nonverbal task content. *Topics in Language Disorders, 33*(4), 313–327.
- Cowan, N. (2001). The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity. *Behavioral and Brain Sciences, 24*(1), 87–185.
- Cowan, N. (2008). What are the differences between long-term, short-term, and working memory? *Progress in Brain Research, 169*, 323–338.
- Cowan, N. (2014). Short-term and working memory in childhood. Teoksessa P. J. Bauer & R. Fivush (toim.), *The wiley handbook on the development of children's memory: Volume I* (202–229). Chichester, West Sussex, UK: Wiley Blackwell.
- Cowan, N. (2016). Working memory maturation: Can we get at the essence of cognitive growth? *Perspectives on Psychological Science, 11*(2), 239–264.
- Dehn, M. J. (2008). *Working memory and academic learning: Assessment and intervention*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.
- Ebert, K. D. & Pham, G. (2019). Including nonlinguistic processing tasks in the identification of developmental language disorder. *American Journal of Speech-Language Pathology, 28*(3), 932–944.
- Ervast, L. & Leppänen, P. H. T. (2010). Kielellinen erityisvaikeus. Teoksessa O. Aaltonen, M. Laine & P. Korpilahti (toim.), *Kieli ja aivot: Kommunikaation perusteet, häiriöt ja kuntoutus* (212–221). Turku: Turun yliopisto, kognitiivisen neurotieteen tutkimuskeskus.
- Eysenck, M. W. & Brysbaert, M. (2018). *Fundamentals of Cognition*. Abingdon, UK: Routledge.
- Frank, H. S. & Rabinovitch, M. S. (1974). Auditory short-term memory: Developmental changes in rehearsal. *Child Development, 45*(2), 397–407.
- Gathercole, S. E. (2006). Nonword repetition and word learning: The nature of the relationship. *Applied Psycholinguistics, 27*(4), 513–543.
- Gilchrist, A. L., Cowan, N. & Naveh-Benjamin, M. (2009). Investigating the childhood development of working memory using sentences: New evidence for the growth of chunk capacity. *Journal of Experimental Child Psychology, 104*(2), 252–265.
- Gobet, F. (2017). How we reorganize and adapt linguistic knowledge. Teoksessa H. Schmid (toim.), *Entrenchment and the psychology of language learning: How we reorganize and adapt linguistic knowledge* (245–267). Boston, MA: De Gruyter Mouton.
- Gobet, F., Lane, P. C. R., Croker, S., Cheng, P. C-H., Jones, G., Oliver, I. & Pine, J. M. (2001). Chunking mechanisms in human learning. *Trends in Cognitive Sciences, 5*(6), 236–243.
- Heikkinen, E., Ukkola, S., Leppänen, P. H. T. & Kunnari, S. (2016). Kielellinen erityisvaikeus – ei pelkästään kielellisten taitojen ongelma. *Puhe ja Kieli, 36*(1), 45–56.
- Henry, L. A. & Botting, N. (2017). Working memory and developmental language impairments. *Child Language Teaching and Therapy, 33*(1), 19–32.
- Hick, R., Botting, N. & Conti-Ramsden, G. (2005). Cognitive abilities in children with specific language impairment: Consideration of visuo-spatial skills. *International Journal of Language & Communication Disorders, 40*(2), 137–149.
- Hitch, G. J., Burgess, N., Towse, J. N. & Cuplin, V. (1996). Temporal grouping effects in immediate recall: A working memory analysis. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A, 49*(1), 116–139.

- ICD-11. (2019). International statistical classification of diseases and related health problems. 11. versio. World Health Organization. Viitattu 6.6.2020. <https://icd.who.int/browse11/l-m/en>
- Jones, G. (2012). Why chunking should be considered as an explanation for developmental change before short-term memory capacity and processing speed. *Frontiers in Psychology*, 3(167) 1–8.
- Jones, G. & Macken, B. (2018). Long-term associative learning predicts verbal short-term memory performance. *Memory & Cognition*, 46(2), 216–229.
- Kibbe, M. M. & Feigenson, L. (2014). Developmental origins of recoding and decoding in memory. *Cognitive Psychology*, 75, 55–79.
- Käypä hoito -suositus (2019). Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin, Suomen Foniatriit ry:n ja Suomen Lastenneurologisen Yhdistyksen antama työryhmä. Kehityksellinen kielihäiriö (kielellinen erityisvaikeus, lapset ja nuoret). Viitattu 6.6.2020. <http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituks/suositus?id=hoi50085>
- Laasonen, M., Smolander, S., Lahti-Nuutila, P., Leminen, M., Lajunen, H., Heinonen, K., ... & Arkkila, E. (2018). Understanding developmental language disorder - the Helsinki longitudinal SLI study (HelSLI): A study protocol. *BMC Psychology*, 6(1), 1–13.
- Lahti-Nuutila, P., Service, E., Smolander, S., Kunnari, S., Arkkila, E. & Laasonen, M. (2020). Short-term memory for serial order moderates receptive language in children with developmental language disorder: Findings from the HelSLI study. *Lähetetty julkaistavaksi*.
- Leonard, L. B. (2014). *Children with specific language impairment*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Leppänen, P. H. T., Lyytinen, H., Choudhury, N. & Benasich, A. A. (2004). Neuroimaging measures in the study of specific language impairment. Teoksessa L. Verhoeven & H. van Balkom (toim.), *Classification of developmental language disorders* (99–136). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Inc., Publishers.
- Lum, J. A. G., Conti-Ramsden, G., Page, D. & Ullman, M. T. (2012). Working, declarative and procedural memory in specific language impairment. *Cortex*, 48(9), 1138–1154.
- Mardia, K. V. (1970). Measures of multivariate skewness and kurtosis with applications. *Biometrika*, 57(3), 519–530.
- Mathy, F., Fartoukh, M., Gauvrit, N. & Guida, A. (2016). Developmental abilities to form chunks in immediate memory and its non-relationship to span development. *Frontiers in Psychology*, 7(201), 1–11.
- Mathy, F. & Feldman, J. (2012). What's magic about magic numbers? Chunking and data compression in short-term memory. *Cognition*, 122(3), 346–362.
- Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63(2), 81–97.
- Montgomery, J. & Evans, J. (2009). Complex sentence comprehension and working memory in children with specific language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 52(2), 269–88.
- Montgomery, J., Magimairaj, B. & Finney, M. (2010). Working memory and specific language impairment: An update on the relation and perspectives on assessment and treatment. *American Journal of Speech - Language Pathology (Online)*, 19(1), 78–94.
- Nelson, H. D., Nygren, P., Walker, M. & Panoscha, R. (2006). Screening for speech and language delay in preschool children: Systematic evidence review for the US preventive services task force. *Pediatrics*, 117(6), 2336–2337.
- Nickisch, A. & von Kries, R. (2009). Short-term memory constraints in children with specific language impairment (SLI): Are there differences between receptive and expressive SLI? *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 52(3), 578–595.

- Ottem, E. J., Lian, A. & Karlsen, P. J. (2007). Reasons for the growth of traditional memory span across age. *European Journal of Cognitive Psychology*, 19(2), 233–270.
- 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(6), 1690–1703.
- Quade, D. (1967). Rank analysis of covariance. *Journal of the American Statistical Association*, 62(320), 1187–1200.
- Rescorla, L. (2011). Late talkers: Do good predictors of outcome exist? *Developmental Disabilities Research Reviews*, 17(2), 141–150.
- Ryan, J. (1969a). Grouping and short-term memory: Different means and patterns of grouping. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 21(2), 137–147.
- Ryan, J. (1969b). Temporal grouping, rehearsal and short-term memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 21(2), 148–155.
- Saar, V., Levänen, S. & Komulainen, E. (2018). Cognitive profiles of Finnish preschool children with expressive and receptive language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 61(2), 386–397.
- Solopchuk, O., Alamia, A., Olivier, E. & Zénon, A. (2016). Chunking improves symbolic sequence processing and relies on working memory gating mechanisms. *Learning and Memory*, 23, 108–112.
- Spurgeon, J., Ward, G., Matthews, W. J. & Farrel, S. (2015). Can the effects of temporal grouping explain the similarities and differences between free recall and serial recall? *Memory & Cognition*, 43(3), 469–488.
- Tabachnick, B. G. & Fidell, L. S. (2014). Cleaning up your act. *Using multivariate statistics* (94–151). London, UK: Pearson.
- Thalman, M., Souza, A. S. & Oberauer, K. (2019). How does chunking help working memory? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 45(1), 37–55.
- Tomblin, J. B., Records, N. L., Zhang, X., Smith, E. & O'Brien, M. (1997). Prevalence of specific language impairment in kindergarten children. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 40(6), 1245–1260.
- Tomblin, J. B. (2019). Developmental language disorder. Teoksessa J. S. Horst & J. von Koss Torkildsen (toim.), *International Handbook of Language Acquisition* (341–361). Abingdon, UK: Routledge.
- Towse, J. N., Hitch, G. J. & Skates, S. (1999). Developmental sensitivity to temporal grouping effects in short-term memory. *International Journal of Behavioral Development*, 23(2), 391–411.
- Vance, M. (2008). Short-term memory in children with developmental language disorder. Teoksessa C. F. Norbury, J. B. Tomblin & D. V. M. Bishop (toim.), *Understanding Developmental Language Disorders: From Theory to Practice* (23–38). Hove: Taylor & Francis Group.
- Viding, E., Price, T. S., Spinath, F. M., Bishop, D. V. M., Dale, P., S. & Plomin, R. (2003). Genetic and environmental mediation of the relationship between language and nonverbal impairment in 4-year-old twins. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 46(6), 1271–1282.
- Vugs, B., Cuperus, J., Hendriks, M. & Verhoeven, L. (2013). Visuospatial working memory in specific language impairment: A meta-analysis. *Research in Developmental Disabilities*, 34(9), 2586–2597.
- Vugs, B., Hendriks, M., Cuperus, J., Knoors, H. & Verhoeven, L. (2017). Developmental associations between working memory and language in children with specific language impairment: A longitudinal study. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 60(11), 3284–3294.

- Vugs, B., Hendriks, M., Cuperus, J. & Verhoeven, L. (2014). Working memory performance and executive function behaviors in young children with SLI. *Research in Developmental Disabilities, 35*(1), 62–74.
- Vugs, B., Knoors, H., Cuperus, J., Hendriks, M. & Verhoeven, L. (2016). Interactions between working memory and language in young children with specific language impairment (SLI). *Child Neuropsychology, 22*(8), 955–978.
- Wechsler, D. (2009). *WPPSI-III – Wechsler preschool and primary scale of intelligence* (3. painos). Helsinki: Psykologien kustannus Oy.
- Yanaoka, K., Nakayama, M., Jarrold, C. & Saito, S. (2018). Determining the developmental requirements for hebb repetition learning in young children: Grouping, short-term memory, and their interaction. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 45*(4), 573–590.

Liitteet

Liite 1. – Puheterapeuttisessa arvioinnissa käytetyt menetelmät

1. Reynellin kielellisen kehityksen testi (1)
2. Bostonin nimentätesti (2)
3. Suomenkielinen versio Expressive One-Word Picture Vocabulary Test 4:stä (3)
4. Suomenkielinen versio Receptive One-Word Picture Vocabulary Test 4:stä (4)
5. Fonologiatesti (5)
6. Morfologisia tehtäviä (6)
7. Suomenkielinen epäsanatointitesti (7)
8. Kerronnan arviointiväline monikielisille: Multilingual Assessment Instrument for Narratives (MAIN) (8)
9. Lausetesti (9)
10. Boehmin peruskäsitetesti (10)
11. Sananlöytämistesti (11)
12. Suun alueen ja kielellisen motoriikan arviointi
13. Suomenkielinen versio ALDeQ:sta (12)
14. Suomenkielinen versio ALEQ:sta (13)
15. CCC-2 – Lasten ja nuorten kommunikaatiotaitojen kysely (14)

Lähteet

1. Korttesmaa, M., Heimonen, K., Merikoski, H., Warma, M-L. & Varpela, V. (2001). Reynellin kielellisen kehityksen testi (Reynell Developmental Language Scales III). Helsinki: Psykologien kustannus Oy.
2. Laine, M., Koivuselkä-Sallinen, P., Hänninen, R. ja Niemi J. (1997). Bostonin nimentätesti (Boston Naming Test). Helsinki: Psykologien kustannus Oy.
3. Martin, N., Brownell, R. (2010). Expressive One-Word Picture Vocabulary Test 4 (Suomenkielinen versio: Kunnari & Välimaa, validoinnissa) Novato: Academic Therapy Publications.
4. Martin, N., Brownell, R. (2010). Receptive One-Word Picture Vocabulary Test 4 (Suomenkielinen versio: Kunnari & Välimaa, validoinnissa) Novato: Academic Therapy Publications.
5. Kunnari, S., Savinainen-Makkonen, T. & Saaristo-Helin, K. (2012). Fonologiatesti. Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti.
6. Kunnari, S., Savinainen-Makkonen, T., Leonard, L B., Mäkinen, L., Tolonen, A-K., Luotonen, M. & Leinonen, E. (2011). Children with specific language impairment in Finnish: The use of tense and agreement inflections. *Journal of child language*, 38, 999–1027.

7. Kunnari, S., Tolonen, A-K. & Chiat, S. (2011). Suomenkielinen epäsanatointitesti. Testi oli kehitetty COST Action ISO804:ssä.
8. Gagarina, N., Klop, D., Kunnari, S., Tantele, K., Välimaa, T., Balciuniene, I., Bohnacker, U. & Walters, J. (2012). Part I. MAIN: Multilingual Assessment Instrument for Narratives. *ZAS Papers in Linguistics* 56. Berlin: ZAS.
9. Korpilahti, P. (2012) Lausetesti. Parainen: Language & Communication Care Oy.
10. Heimo, H. (1993). Boehmin peruskäsitteetesti (The Boehm Test of Basic Concepts). Helsinki: Psykologien kustannus Oy.
11. Tuovinen, S., Ahonen, T. & Westerholm, J. (2008). Sananlöytämistesti. Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti ja Haukkarannan koulu.
12. Smolander, S., Laasonen, M., Kunnari, S. & Service, E. (2013). Suomenkielinen versio Alberta Language and Development Questionnairesta (ALDeQ). Viitattu 6.6.2020. Saatavilla: http://www.hus.fi/en/medical-care/medical-services/phoniatics/HelSLI_Longitudinal_SLI_study/Results/Pages/default.aspx.
13. Smolander, S., Laasonen, M., Kunnari, S. & Service, E. (2013) Suomenkielinen versio Alberta Language Environment Questionnairesta (ALEQ): Viitattu 6.6.2020. Saatavilla http://www.hus.fi/en/medical-care/medical-services/phoniatics/HelSLI_Longitudinal_SLI_study/Results/Pages/default.aspx.
14. Bishop, D. (2015). CCC-2 –Lasten ja nuorten kommunikaatiotaitojen kysely (Children’s Communication Checklist -2 / CCC-2). Helsinki: Hogrefe Psykologien kustannus Oy.

Liite 2. – Neuropsykologisessa arvioinnissa käytetyt menetelmät

1. Wechsler Primary and Preschool Test of Intelligence III, WPPSI-III [1]
 - Yleistietous
 - Sanavarasto
 - Sanapäättely
 - Kuutiotehtävät
 - Matriisipäättely
 - Kuvakäsitteet
 - Kokoamistehtävät
 - Samankaltaisuudet
 - Merkintunnistus
 - Ymmärtävä sanavarasto
 - Kuvien nimeäminen

2. Nepsy II [2] (Suluissa kerrottu kyseessä olevan tehtävän osatestin nimi)
 - Audittiivinen tarkkaavuus (Tarkkaavuus ja toiminnan ohjaus)
 - Visuaalinen tarkkaavuus (Tarkkaavuus ja toiminnan ohjaus)
 - Ohjeiden ymmärtäminen (Kielelliset osatestit)
 - Äänteiden prosessointi (Kielelliset osatestit)
 - Kuvioden oppiminen ja kuvioden mieleen palauttaminen (Muisti ja oppiminen)
 - Kertomuksen oppiminen (Muisti ja oppiminen)
 - Lauseiden toistaminen (Muisti ja oppiminen)
 - Käsien asentojen jäljittely (Sensomotoriset osatestit)
 - Visuomotorinen tarkkuus (Sensomotoriset osatestit)
 - Mielen teoria: kielelliset tehtävät ja tilannekuvat (Sosiaalinen havaitseminen)
 - Kopiointitehtävä (Visuospatiaaliset osatestit)

3. Wechsler Intelligence Scale For Children IV, WISC-IV [3]
 - Numerosarjat

4. Lukiva [4]
 - Nimeämissujuvuus

5. Leiter-R [5]
 - Samassa järjestyksessä toistettavat muistiärsykkeet: Forward Memory
 - Käänteisessä järjestyksessä toistettavat muistiärsykkeet: Reverse Memory

Lähteet

1. Wechsler, D. (2009). WPPSI-III - Wechsler Preschool And Primary Scale Of Intelligence (3. painos). Helsinki: Psykologien Kustannus Oy.
2. Korkman, M., Kirk, U. & Kemp, S L. (2008). Nepsy II - lasten neuropsykologinen tutkimus. Helsinki: Psykologien Kustannus Oy.
3. Wechsler, D. (2010). WISC-IV - Wechsler Intelligence Scale For Children - IV. Helsinki: Psykologien Kustannus Oy.
4. Puolakanaho, A., Poikkeus, A-M., Ahonen, T. & Aro, M. (2011). LUKIVA - Lukivalmiuksien arviointimenetelmä 4-5-vuotiaille lapsille. Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti.
5. Roid, G H. & Miller, L J. (1997). Leiter International Performance Scale - Revised. Wood Dale, IL: Stoelting, Co.