

Ei-kielellinen visuo-spatiaalinen työmuisti kielellisten  
vaikeuksien selittäjänä

Anniina Sulonen  
Pro gradu -tutkielma  
Turun yliopisto  
Psykologian ja logopedian laitos  
Logopedia  
17.04.2019

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

TURUN YLIOPISTO  
Psykologian ja logopedian laitos  
Yhteiskuntatieteellinen tiedekunta

SULONEN, ANNIINA: Ei-kielellinen visuo-spatiaalinen työmuisti kielellisten vaikeuksien selittäjänä  
Pro gradu –tutkielma, 42s.  
Logopedia  
Huhtikuu 2019

---

Tämän tutkielman tavoitteena oli tutkia, voidaanko ei-kielellisen visuo-spatiaalisen työmuistin toiminnalla selittää kielellisten vaikeuksien jatkuvuutta lapsilla, joiden puheen kehitys on ollut taaperoiässä viiveistä. Tutkittavien suoriutumista siis vertailtiin ei-kielellistä visuo-spatiaalista työmuistia mittaavassa tehtävässä. Hypoteesina oli, että tehtävässä suoriutuminen olisi muita ryhmiä heikompaa niillä lapsilla, joiden puheenkehitys on ollut viiveistä 2-3 –vuotiaina ja kielelliset vaikeudet ovat edelleen kouluiässä merkittäviä (LT+SLI). Muita ryhmiä tutkimuksessa ovat puheenkehitykseltään taaperoiässä viiveiset, mutta kouluikänsä mennessä ikätasoisien kielenkehityksen saavuttaneet lapset (LT) sekä tyypillisesti kehittyneet verrokkit (TK). TK- ja LT -ryhmien suoriutumisen ajateltiin olevan tehtävässä samantasoista.

Tutkimukseen valikoituneita tutkittavia oli 50 (N=50) ja he osallistuivat kaikki NeuroTalk –tutkimusprojektiin. Tutkittavat jaettiin tutkimushetken kielellisen suoriutumisen sekä taaperoiän puheen kehityksen perusteella edellä mainittuihin ryhmiin niin, että TK-ryhmässä oli 19 tutkittavaa (n=19), LT-ryhmässä 17 tutkittavaa (n=17) sekä LT+SLI –ryhmässä 14 tutkittavaa (n=14). Ei-kielellistä visuo-spatiaalista työmuistia mitattiin ITPA:n visuaalisen sarjamuistin testillä.

Tutkimuksen tulokset olivat osittain hypoteesin mukaisia: LT-ryhmän suoriutuminen tutkimustehtävässä oli odotusten mukaista eli TK-ryhmän kanssa samanlaista. LT+SLI –ryhmän tutkittavien suoriutumisessa havaittiin suurta vaihtelua ja ryhmän havaittiin suoriutuvan muita ryhmiä heikommin, mutta ero ei saavuttanut tilastollista merkitsevyyttä. LT- ja LT+SLI –ryhmien pisteiden keskiarvoilla lasketun erotuksen efektikoko havaittiin kuitenkin keskikokoiseksi, joten suuremmalla otoksella suoriutumisten ero saattaisi saavuttaa tilastollisen merkitsevyyden. LT-taustaisten ryhmien ei-kielellistä visuo-spatiaalista työmuistia olisi siis mielekästä tutkia jatkossa laajemmin lisää. Myös tutkittavien ei-kielellistä ja kielellistä suoriutumista olisi kiinnostavaa tutkia laajemmin, jolloin saattaisi selvittää tutkittavien erilaista suoriutumista visuo-spatiaalisessa työmuistitehtävässä aiheuttavia tekijöitä.

Asiasanat: Ei-kielellinen visuo-spatiaalinen työmuisti, SLI, puheenkehityksen viive, viivästynyt puheenkehitys

## Sisällys

1 Johdanto.....	2
1.1 Viivästynyt puheenkehitys.....	3
1.2 Kielellinen erityisvaikeus – SLI.....	4
1.3 Työmuisti.....	6
1.4 Kielenkehityksen vaikeudet ja työmuisti.....	8
1.5 Yhteenveto.....	11
2 Tutkimuskysymykset.....	13
3 Metodit.....	14
3.1 Tutkittavat.....	14
3.2 Tutkimusmenetelmä.....	20
3.3 Tutkimusasetelma ja aineiston analysointi.....	22
3.4 Tutkimuksen eettisyys.....	23
4 Tulokset.....	24
4.1 LT-ryhmän suoriutuminen ITPA:n visuaalisen sarjamuistin testissä verrattuna tyypillisesti kehittyneisiin verrokkeihin.....	24
4.2 LT+SLI -ryhmän suoriutuminen ITPA:n visuaalisen sarjamuistin testissä verrattuna LT-ryhmään ja tyypillisesti kehittyneisiin verrokkeihin.....	25
4.3 Ei-kielellisen visuo-spatiaalisen työmuistisuoriutumisen ja ohjeiden ymmärtämisen yhteys.....	26
4.4 Ei-kielellisen visuo-spatiaalisen työmuistisuoriutumisen ja ei-kielellisen älykkyyden yhteys.....	26
5 Pohdinta..	28
5.1 Ei-kielellinen visuo-spatiaalinen työmuisti ja kielelliset vaikeudet.....	29
5.1.1 Tutkittavat ja sisäänottokriteerit.....	29
5.1.2 Tutkimusmenetelmät.....	30
5.2 Työmuistisuoriutuminen ja tarkkaavuus.....	31
5.3 Ei-kielellisen visuo-spatiaalisen työmuistin yhteys ymmärtämiseen ja ei- kielelliseen älykkyyteen.....	32
5.4 Johtopäätökset.....	33
5.5 Tutkimuksen luotettavuus ja kliininen merkitys.....	34
5.6 Jatkotutkimusehdotukset.....	35
Lähteet.....	37

## 1 Johdanto

Suurin osa niistä lapsista, joiden puheenkehitys on 2-vuotiaana viivästynyt ilman ilmeistä syytä, saavuttaa kouluikään mennessä ikätasoisien puheenkehityksen (esim. Rescorla, 2011). Tästä huolimatta näiden lasten kielelliset taidot ovat yleensä tyypillisen kehityksen alarajoilla. Puolestaan osalla kielelliset vaikeudet jatkuvat merkittävinä ja näillä lapsilla todetaankin tyypillisimmin kielenkehityksen erityisvaikeus, SLI (Roos & Ellis Weismer, 2008). SLI:n taustatekijät ovat edelleen osittain epäselviä (esim. Bishop, 2003), joten ei myöskään osata ennustaa, kenen kielenkehityksen vaikeudet jatkuvat ja ketkä saavuttavat tyypillisen kehitystason. Erääksi SLI:n taustalla vaikuttavista tekijöistä on esitetty työmuistin kapasiteetin rajoitetta (esim. Gathercole & Baddeley, 1990) ja työmuistin toimintaa onkin tutkittu paljon eri työmuistiteorioiden pohjalta erilaisilla tehtävillä. Useista tutkimuksista on saatu systemaattista näyttöä kielellisen työmuistin heikkouksista (esim. Lum, Conti-Ramsden, Page & Ullman, 2011; Montgomery & Evans, 2009), mutta myös ei-kielellisen visuo-spatiaalisen työmuistin heikkouksia on havaittu SLI-ryhmillä (esim. Vugs, Cuperus, Hendriks & Verhoeven, 2013). Jälkimmäisen osalta tutkimustulokset ovat kuitenkin ristiriitaisia, joten aihetta on syytä tutkia lisää.

Kielellisen työmuistikapasiteetin on havaittu ennustavan melko luotettavasti ymmärtämistä tyypillisesti kehittyneillä lapsilla ja nuorilla (Daneman & Merikle, 1996). Taaperoiässä havaittujen ymmärtämisen vaikeuksien ja toisella luokalla ilmenevien kielellisten vaikeuksien jatkuvuuden välillä on myös havaittu olevan yhteyttä lapsilla, joiden puheenkehitys on alkanut tyypillistä myöhemmin (Lyytinen, 2011). Työmuistirajoitteen laajuuden on esitetty olevan yhteydessä kielellisten vaikeuksien vaikeusasteeseen: kun vaikeutta on vain puheen tuotossa, ei visuo-spatiaalisen työmuistin toiminta poikkea tyypillisestä, mutta kun vaikeuksia on myös ymmärtämisessä, havaitaan heikkouksia myös visuo-spatiaalisessa työmuistitoiminnassa (Nikisch & von Kries, 2009). Johdonmukaiset löydökset ei-kielellisen visuo-spatiaalisen työmuistin heikkoudesta pysyvien kielellisten vaikeuksien yhteydessä voisivat siis tarkentaa puheenkehitykseltään viivästyneiden lasten erotusdiagnostiikkaa, jolloin tunnistettaisi varhain ne lapset, jotka tarvitsevat kielenkehityksen tukitoimia.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, voidaanko ei-kielellisen visuo-spatiaalisen työmuistin kapasiteetin eroilla selittää kielellisten vaikeuksien jatkuvuutta.

### 1.1 Viivästynyt puheenkehitys

Puheenkehityksen viivästyminen on usein seurausta jostain muusta tilasta, kuten rakenteellisesta äänentuottoelinten ongelmasta, kuulovammasta, neurologisesta häiriöstä, älyllisestä kehitysvammasta tai autismikirjon häiriöstä (Whitehurst & Fischel, 1994). Noin 15 prosentilla 2-vuotiaista lapsista puheentuotto on viivästynyt primaaristi, johtumatta edellä mainituista aiheuttajista (esim. Desmarais, Sylvestre, Meyer, Bairati & Rouleau, 2008). Tutkimuskirjallisuudessa tähän 18-35 kuukauden ikäisten ryhmään, joiden puheenkehitys on viivästynyt ilman muuta ilmeistä syytä viitataan usein termillä ”late talkers” (Rescorla, 2011). Tässä tutkielmassa kyseisestä joukosta käytetään termiä LT-ryhmä.

LT-ryhmän lapset on tunnistettu varhaisen puheentuoton rajallisuuden perusteella (Ellis Weismer, Murray-Branch & Miller, 1994). Vanhemmissa tutkimuksissa esimerkiksi Paul (1991) on määritellyt puheenkehityksen vanhemmille suunnatun *Language Development Survey (LDS)* –kyselyn perusteella viivästyneeksi, jos lapsi tuottaa alle kymmenen ymmärrettävää sanaa 18-23 kuukauden iässä tai hänellä on alle 50 sanaa käytössään eikä hän tuota kahden sanan lauseita 24-34 kuukauden iässä. Thal ja Bates ovat luokitelleet LT-ryhmään lapsen, joka ei tuota kahden sanan lauseita ja joka sijoittuu alle kymmenenteen persentiiliin vanhemmille suunnatussa *MacArthur Communicative Development Inventories (MCDI)* –kehityskyselyssä 18-29 kuukauden iässä (ks. Leonard, 2014 s.152). Uudemmissa tutkimuksissa LT-ryhmään luokiteltavan tunnusmerkkeinä on käytetty heikoimpaan 10 persentiiliin sijoittumista MCDI-kyselyssä 24 kuukauden iässä (esim. Ellis Weismer, 2007) tai alle 15 persentiiliin sijoittumista LDS-kyselyssä 18-23 kuukauden iässä (Rescorla & Achenbach, 2002).

LT-ryhmä on heterogeeninen; joillakin viivästyminen havaitaan vain puheentuotossa, toisilla myös ymmärtäminen saattaa olla ikätasosta jäljessä (Desmarais ym., 2008; Rescorla, 2011). Ymmärtämisen vaikeuksilla on havaittu olevan yhteyttä kielellisten vaikeuksien pysyvyyteen (Lyytinen, 2011). 2-vuotiaasta eteenpäin LT-ryhmän lasten sanaston kehityksen on havaittu noudattavan hyvin yksilöllistä tahtia; toisilla tästä alkaa

hyvin räjähdysmäinen sanaston kehitys ja ikätasoinen kehitys saavutetaan 2,5 ikävuoteen mennessä, kun taas toisilla sanaston koko saattaa tällöinkin olla vasta 30 sanan laajuinen (Rescorla, Mirak, Singh, 2000). Ikätasoinen kehitys saavutetaan yleensä viimeistään 6-7 ikävuoteen mennessä (Rescorla, 2011).

Suurin osa 2-vuotiaista LT-ryhmän lapsista saavuttaa ennen kouluikää puheenkehityksen iänmukaisen normaalivaihtelun (Dale, Price, Bishop & Plomin, 2003; Paul, Looney, Dahm, 1991; Rescorla, 2011), vaikkakin näiden lasten kielelliset taidot osoittautuvat usein tyypillisesti kehittyneitä verrokkeja heikommiksi aina aikuisuuteen saakka (Rescorla, 2011). Ikätasoinen kehitys saavutetaan yleensä paremmin sanaston kuin kieliopin osalta. Vaikka LT-ryhmäläisten kielellisten vaikeuksien pysyvyyttä on pystytty ennustamaan esimerkiksi 2-2,5 vuoden iässä arvioidulla ymmärtämisen tasolla (Lyytinen, 2011), osa vaihtelusta jää vaille selitystä. Merkittävällä osalla LT-ryhmän lapsista kielelliset ongelmat jatkuvat poikkeuksellisen vaikeina ja osa näistä lapsista saa kielellisen erityisvaikeuden (SLI) diagnoosin (Roos & Ellis Weismer, 2008).

## 1.2 Kielellinen erityisvaikeus – SLI

Kielellinen erityisvaikeus, johon tässä tutkielmassa viitataan tieteellisessä kirjallisuudessa paljon käytetyllä englanninkielisellä lyhenteellä SLI (*specific language impairment*), tarkoittaa tilaa, jossa kielen ja puheen kehitys on viivästynyt tai poikkeavaa, kun kyseessä ei ole aistivamma, aivovamma, älyllinen kehitysvamma tai autismikirjon häiriö (esim. Conti-Ramsden, Bishop, Clark, Norbury & Snowling, 2014; Leonard, 2014). SLI:tä arvioidaan olevan noin seitsemällä prosentilla esikouluikäisistä lapsista (esim. Tomblin, Records, Buckwalter, Zhang, Smith & O'Brien, 1997), yleisemmin pojilla kuin tytöillä, ja se on laajin alle kouluikäisten häiriöryhmä (Laasonen ym., 2018). SLI voidaan diagnosoida luotettavasti lapsen ollessa 4-vuotias standardoituja mittareita käyttäen (Archibald & Gathercole, 2007), ja kielelliset ongelmat jatkuvat tyypillisesti läpi kouluvuosien aikuisuuteen saakka (Brizzolara, Gasperini, Pfanner, Cristofani, Casalini & Chilosi, 2011). SLI:n yhteydessä havaitaan usein lukemisen ja kirjoittamisen vaikeutta (Pennington & Bishop, 2009), ja se saattaa vaikuttaa henkilön sosiaalisiin suhteisiin, kouluttautumiseen ja työllistymiseen läpi elämän. Uuden DSM-5 -häiriöluokituksen mukaan SLI on korvautunut häiriön monimuotoisuutta kattavammin kuvaavalla termillä DLD (*developmental language*

*disorder*); kehityksellinen kielihäiriö. Suurin osa tähänastisesta tutkimuskirjallisuudesta käyttää kuitenkin häiriöstä aiempaa nimikettä ja siitä johtuen tässäkin tutkielmassa käytetään kyseistä, SLI -termiä.

SLI on häiriönä hyvin heterogeeninen, eli sen ilmenemismuodot ovat hyvin vaihtelevia, sen oirekuva saattaa muuttua ajan myötä (Kunnari & Leinonen, 2011) ja sen kielelliset piirteet vaihtelevat kielestä toiseen (esim. Laasonen ym., 2018). Yleisenä oirekuvana pidetään viivästynyttä tai poikkeavaa puheen ja kielen kehitystä, joka ilmenee kielellisten ilmausten tuottamisessa tai ymmärtämisessä tai molemmissa (Käypä hoito -suositus, 2010). Kaikilla SLI-diagnoosin saaneilla ei kuitenkaan ole LT -taustaa (Leonard, 2014 s.155; Reilly ym., 2010). Pitkittänyt puheen epäselvyys johtuen virheellisistä ja muuntuneista sanahahmoista, virheellisistä ja puuttuvista taivutuspäätteistä ja sananlöytämisvaikeudesta on SLI:ssä tyypillistä (Käypä hoito -suositus, 2010). Ilmaisista voi puuttua oleellisia sanoja tai sanoja voi olla sisällön ymmärrettävyyden kannalta liikaa. Ymmärtämisen vaikeus on tuottamisen vaikeutta hankalampi havaita arjessa, mutta se voi ilmetä levottomuutena, käytöshäiriöinä tai vetäytymisenä (Toppelberg & Shapiro, 2000). Kouluikässä esiintyy erityisesti lukemisen ja kirjoittamisen vaikeuksia, myös matemaattisia ongelmia saattaa ilmetä (Kunnari & Leinonen, 2011).

SLI:tä aiheuttavat taustamekanismit eivät ole vielä täysin tiedossa, mutta yleisesti sen ajatellaan aiheutuvan aivojen toimintahäiriöstä (Bishop, 2003), jonka on katsottu johtuvan perintö- ja ympäristötekijöiden yhteisvaikutuksesta (Bishop, 2006). Kaksos- ja perhetaustatutkimusten mukaan SLI johtuu valtaosassa tapauksista geneettisistä tekijöistä (Bishop, 2003; 2006; Tallal ym. 2001). Neuraalisella tasolla havaitaan usein poikkeavuuksia perisylyviaanisilla aivoalueilla, jotka ovat mukana kielellisessä prosessoinnissa (Badcock, Bishop, Hardiman, Barry & Watkins, 2012). SLI:n taustalla vaikuttavista tekijöistä on myös esitetty lukuisia teorioita koskien muun muassa heikkoa kieliopillista tietämystä (Leonard, 2014, s.241-269), temporaalisen prosessoinnin heikkoutta tai proseduraalisen muistin heikkoutta (Leonard, 2014, s.305-329). SLI:hin liittyy yleensä myös ei-kielellisiä heikkouksia, joiden perusteella on esitetty teorioita häiriön aiheuttavista informaation prosessoinnin rajoitteista (Leonard, 2014, s.271). Tutkimuksissa on esitetty SLI:hin liittyvän esimerkiksi ei-kielellisissä tehtävissä ilmeneviä tarkkaavuuden haasteita (esim. Dispaldro & Corradi, 2015; Henry, Messer &

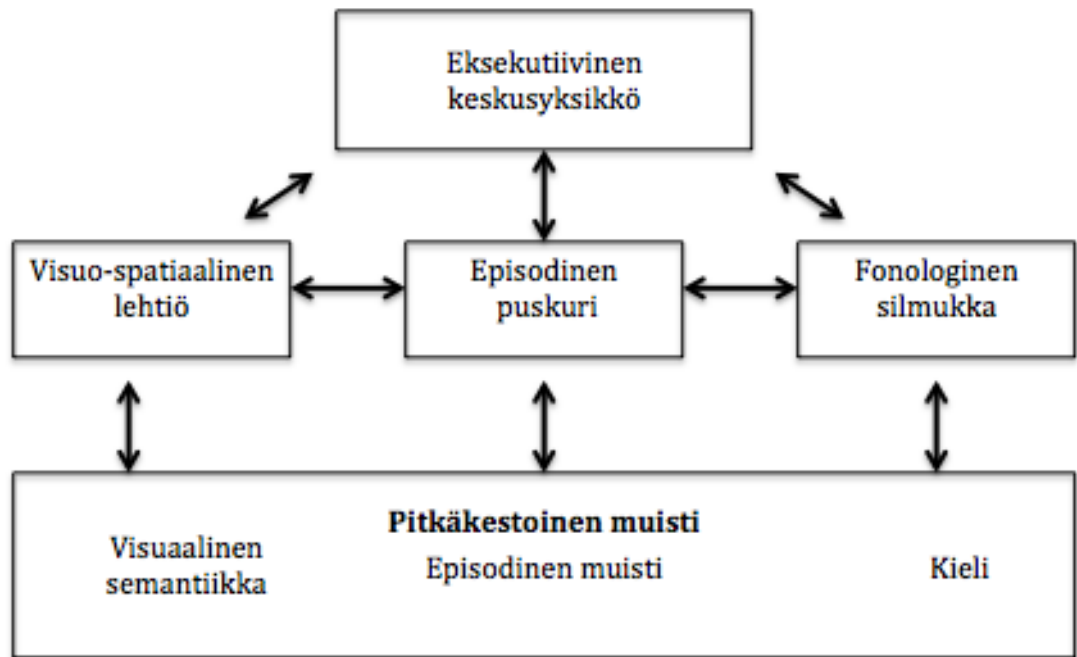
Nash, 2012). Tämän lisäksi eräs suosittu ja tutkimuksissa vahvistusta saanut teoria SLI:n taustalla vaikuttavista tekijöistä on työmuistikapasiteetin rajoite.

### 1.3 Työmuisti

Työmuistilla tarkoitetaan yleisesti järjestelmää tai prosesseja, jotka pitävät mielen edustumia väliaikaisesti aktiivisena ajattelua ja toimintaa varten (Cowan, 2017). Tutkijat G. A. Miller, Galanter ja Pribram (1960) esittivät termin ensimmäisinä (ks. Oberauer ym., 2018). Baddeley ja Hitch (1974) esittivät työmuistin multikomponenttimallin aiemmin käytetyn lyhytkestoisen varaston käsitteen (*short-term store*) tilalle, minkä jälkeen aihe on ollut laajasti kiinnostuksen kohteena. Työmuistista on esitetty lukuisia teorioita (ks. Miyake & Shah, 1999), mutta tänä päivänä ollaan suhteellisen yksimielisiä siitä, että työmuisti on keskeinen osa harkinnanvaraista tiedonkäsittelyä käsittäen muun muassa kielen ymmärtämisen ja laskutaidon sekä päättelyn ja suunnittelun (Oberauer ym., 2018).

Eniten SLI:n yhteydessä käytetty työmuistiteoria on Baddeleyn (2000; 2003; 2010) multikomponenttimalli (Vugs ym., 2013). Mallin mukaan työmuisti jakautuu erityyppistä informaatiota käsitteleviin komponentteihin: fonologiseen silmukkaan, visuo-spatiaaliseen lehtiöön, episodiseen puskuriin ja eksekutiiviseen keskusyksikköön. Tyypillisesti kehittyviä lapsia tutkittaessa on esitetty työmuistin eri komponenttien olevan ”paikoillaan” ja selkeästi mitattavissa neljän vuoden ikään mennessä (Alloway, Gathercole & Pickering, 2006; Vugs ym., 2013). Työmuistikapasiteetin on havaittu kehittyvän ja eri komponenttien jatkavan lineaarista kehitystä yhteentoista ikävuoteen saakka (Alloway, Gathercole & Pickering, 2006). Lapsia tutkittaessa iällä saattaisi siis olla vaikutusta suoriutumiseen työmuistitehtävässä.





**Kuva 1.** Esitys Baddeleyn (2000) työmuistin komponenttimallista.

Kuva 1 havainnollistaa Baddeleyn (2000) työmuistin komponenttimallia. Visuo-spatiaalisen lehtiön ajatellaan käsittelevän visuaalis-avaruudellista informaatiota ja kykenevän jakautumaan erillisiin visuaalisen, avaruudellisen ja mahdollisesti kinesteettisen informaation komponentteihin (Baddeley, 2000). Fonologinen silmukka vastaa työmuistissa fonologisen ja akustisen informaation käsittelystä hyödyntäen väliaikaista varastoa ja ”sisäistä puhetta”. Eksekutiivinen keskusyksikkö käsittää tarkkaavuuden, vastaa työmuistitoiminnan suunnittelusta ja kontrolloi työmuistin sisäistä aktivaatiota. Episodinen puskuri toimii sekä visuo-spatiaalisen että fonologisen informaation varastona ja yhdistelijänä, sekä linkkinä työmuistin ja pitkäkestoisen muistin välillä.

Eräät työmuistimallit esittävät työmuistin tarkkaavaisuuden rajallisuuteen perustuvana rakenteena; mallit keskittyvät enemmän toiminnanohjaukselliseen ja tarkkaavuudelliseen kontrolliin (Ellis Weismer ym., 2017), mikä Baddeleyn mallissa vastaa eksekutiivisen keskusyksikön toimintaa (Vugs ym., 2013). Sulautettujen prosessien malli (Cowan, Elliott, Saults, Morey, Mattox, Hismjatullina & Conway, 2005) esittää työmuistin heijastelevan pitkäkestoisesta muistista tarkkaavuuden avulla

aktivoitunutta informaatiota. Englen malli (Engle, 2002; Engle, Kane & Tuholski, 1999) puolestaan perustuu työmuistikapasiteetin yksilöllisiin eroihin, ja sen mukaan työmuistin kapasiteetti riippuu tarkkaavuuden kontrollointikyvystä, jolloin paremman kapasiteetin omaavien tarkkaavuuden kontrollointikyky on parempi.

Kielenkehityksen vaikeuksien yhteydessä muistin osista on aiemmin käytetty teoreettisesta viitekehiksestä riippuen vaihtelevia termejä. Työmuistilla on viitattu ominaisuuteen, jossa varastoidaan ja aktivoidaan sekä prosessoidaan informaatiota, kun taas lyhytkestoisella muistilla on tarkoitettu usein sellaisen informaation väliaikaiseen varastoon ja tallennetun informaation aktivointiin, jota ei ole muokattu (Vance, 2008). Nykyään muistin lyhytkestoisesta varastointi- ja prosessointiominaisuudesta käytetään vakiintuneemmin käsitettä työmuisti.

Työmuistin ajatellaan olevan tärkeä prosessissa pysyvien fonologisten edustumien muodostamiseksi pitkäkestoiseen muistiin, erityisesti epäsanojen toistamisessa. Yhdessä leksikaalisten edustumien kanssa sen on ajateltu olevan tärkeä sanaston kehittymiselle, erityisesti varhaisessa sanojen omaksumisessa (Gathercole, Willis, Emslie, & Baddeley, 1992). Kuulonvaraisen eli auditiivisen työmuistin on esitetty olevan tärkeä leksikaalisen omaksumisen lisäksi fonologisen, kieliopillisen ja semanttisen tiedon varastoimiselle merkittävien yhteyksien muodossa kielen ymmärtämisen ja auditiivis-verbaalisen työmuistin välillä (Gathercole ym., 1992; Gathercole, Willis, Baddeley, & Emslie, 1994; Just & Carpenter 1992; Montgomery, 2000) kuin myös puheen tuottamisen tason ja auditiivis-verbaalisen työmuistin välillä (esim. Edwards & Lahey 1998). Visuo-spatiaalinen työmuisti saattaa olla merkittävä esimerkiksi konkreettisista objekteista ja niiden käytöstä saatavan semanttisen tiedon omaksumiselle, kuten myös visuaalisen mielikuvan ja sitä vastaavan semanttis-leksikaalisen yhdistelyn oppimiselle (Baddeley, 2003).

#### 1.4 Kielenkehityksen vaikeudet ja työmuisti

Monet tutkijat ovat havainneet työmuistin heikkouksia SLI:ssä, minkä vuoksi sitä on alettu esittää merkittävän kielellisten ongelmien taustalla olevana vaikuttajana (esim. Gathercole & Baddeley, 1990; Montgomery, 1995; 2000). SLI-tutkimuksissa on havaittu auditiivis-verbaalisen työmuistin heikkoutta tehtävissä, joissa on käytetty epäsanon

toistamista (esim. Coady & Evans, 2008; Lum, Conti-Ramsden, Page & Ullman, 2011). Työmuistin heikkouksia on havaittu myös esimerkiksi numerosarjojen muistamistehtävillä (esim. Hoffman & Gillam, 2004; Nickisch & von Kries, 2009) ja sanalistojen (Lum ym., 2011) sekä lauseiden muistamistehtävillä (esim. Redmond, Thompson & Goldstein, 2011). Ei-kielellisen, visuo-spatiaalisen työmuistin tutkimustulokset SLI:ssä ovat ristiriitaisia. Toiset tutkijat eivät ole havainneet merkittävää heikkoutta visuo-spatiaalisessa työmuistissa SLI-ryhmillä (esim. Archibald & Gathercole, 2006; 2007; Lum ym., 2011), mutta toisissa tutkimuksissa on saatu merkittävää näyttöä heikkouksista myös kyseisen komponentin toiminnassa (Nickisch & von Kries, 2009; Vugs ym., 2013), joskaan ei yhtä voimakkaista kuin verbaalisen informaation käsittelystä vastaavissa komponenteissa (Vugs ym., 2013).

Vugin ym. (2013) meta-analyysissä tarkasteltiin 21 visuo-spatiaalista työmuistia käsittelevän tutkimuksen tuloksia. 18 tutkimuksessa käsiteltiin kaikkiaan 32 eri visuo-spatiaalista varastointiominaisuutta mittaavaa tehtävää ja seitsemässä tutkimuksessa käsiteltiin yhteensä yhdeksää visuo-spatiaalista prosessointia mittaavaa tehtävää. Tutkittavien ikä tutkimuksissa oli 43-165 kuukautta. Tutkimusten tuli sisältää tyypillisesti kehittyneistä verrokeista (perusteena kronologinen ikä) koostuva kontrolliryhmä, jonka suoriutumiseen SLI-ryhmän suoriutumista verrattiin. Tutkimusten välillä havaittiin eroja SLI-ryhmien sisäänottokriteereissä; joissakin tutkimuksissa käytettiin lievempää kriteeriä ja tutkittava luokiteltiin SLI-ryhmään kun suoriutuminen yhdessä kielellisessä mittarissa jäi alle ikätason, toisissa ryhmään lukeutumisen edellytyksenä suoriutumisen tuli olla heikompaa mittareista kahdessa. SLI-ryhmien visuo-spatiaalisen työmuistisuoriutumisen havaittiin olevan keskimäärin 0.5 keskihajontaa tyypillisesti kehittyneitä heikompaa. Toisin sanoen meta-analyysin mukaan SLI-ryhmien koehenkilöt suoriutuivat merkittävästi tyypillisesti kehittyneitä verrokkeja heikommin sekä visuo-spatiaalisen varaston että visuo-spatiaalisen eksekutiivisen keskusyksikön toimintaa mittaavista tehtävistä.

Myös Nickisch & von Kries (2009) havaitsivat SLI-ryhmällä merkittävää ei-kielellisen työmuistin heikkoutta verrattuna tyypillisesti kehittyneisiin verrokkeihin. Tutkijat havaitsivat lisäksi yhteyden ei-kielellisen työmuistin sekä ymmärtämisen vaikeuksien välillä. Tutkimuksessa vertailtiin 6-11 -vuotiaiden SLI-ryhmien ja tyypillisesti kehittyneiden verrokkien suoriutumista visuaalisista ei-kielellisistä ja auditiivisista

kielellisistä työmuistitehtävistä. Lapset, joilla oli SLI jaettiin vielä kahteen ryhmään ongelmien painottumisen perusteella: ryhmään, jossa häiriö painottui puheen tuottoon ja ryhmään, jossa häiriö vaikutti myös ymmärtämiseen. Audittiivisen kielellisen lyhytkestoisen muistin mittareina käytettiin numerosarjojen muistamista sekä merkityksettömien tavujen sarjallista muistamista. Ei-kielellisen työmuistin mittareina toimivat käsiliikkeiden jäljittelytehtävä sekä ITPA:n visuaalisen sarjallisen muistin tehtävä. Tutkimuksen mukaan SLI-ryhmät suoriutuivat tyypillisesti kehittyneitä merkitsevästi heikommin molemmissa kielellisen työmuistin tehtävissä, mutta SLI-ryhmien välillä ei ollut merkitsevää eroa keskenään. Ei-kielellistä työmuistia mittaavista tehtävistä visuaalisen sarjamuistin tehtävässä havaittiin tilastollisesti merkitsevä ero koe- ja verrokkiryhmän välillä. SLI-ryhmä, jolla ongelmia oli vain puheen tuotossa ei eronnut tyypillisesti kehittyneistä merkitsevästi. Sen sijaan SLI-ryhmä, jolla oli vaikeuksia myös ymmärtämisessä, suoriutui tyypillisesti kehittyneitä tilastollisesti merkitsevästi heikommin visuaalisen sarjamuistin tehtävässä.

Niiden LT-ryhmäläisten työmuistia on tutkittu ilmeisen vähän, joiden kielellinen suoriutuminen on myöhemmin saavuttanut ikätasoisien normaalivaihtelun. Ainoita kyseisestä viitekehystä saatavilla olevia tutkimuksia on Petruccellin, Bavinin ja Brethertonin (2012) tutkimus. Petruccellin ym. (2012) tutkimuksessa verrattiin 5-vuotiaiden tyypillisesti kehittyneiden, tyypillisen kehitystason saavuttaneiden LT-ryhmän sekä LT-taustaisen SLI-ryhmän suoriutumista Baddeleyn (2000) mallin mukaisesti eri työmuistikomponentteja mittaavista tehtävistä. Edellä esitetyistä tutkimuksista hieman poiketen tyypillisesti kehittyneiden ryhmä ja SLI-ryhmä erosivat merkittävästi vain fonologista muistia mittaavissa numero- ja sanalistojen muistamisessa ja pidempien epäsanojen toistamistehtävässä sekä episodista puskuria mittaavassa lauseiden toistamisessa. Eksekutiivisen keskusyksikön tehtävässä ei havaittu merkittävää eroa ryhmien välisessä suoriutumisessa. LT-ryhmällä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa tyypillisesti kehittyneisiin verrokkeihin nähden missään tehtävistä, vaikka pääsääntöisesti ryhmän suoriutuminen tehtävissä oli tyypillisesti kehittyneitä heikompa. LT-ryhmä erosi kuitenkin tilastollisesti merkitsevästi SLI-ryhmästä paitsi fonologista silmukkaa ja episodista puskuria mittaavissa tehtävissä, myös visuo-spatiaalista komponenttia mittaavassa blokkien muistamistehtävässä. Visuo-spatiaalisen muistin mittarin kohdalla merkitsevyys kuitenkin hävisi, kun ei-kielellinen älykkyys oli kontrolloitu.

## 1.5 Yhteenveto

Vaikka suurin osa LT-ryhmän lapsista saavuttaa ikätasoisien normaalivaihtelun kielellisissä taidoissa, suurella osalla kielelliset vaikeudet jatkuvat huomattavina, eikä jatkuvuutta ennustavista tekijöistä ole varmuutta. Pysyvien kielellisten vaikeuksien taustalla olevista tekijöistä on esitetty paljon teorioita, joista tässä tutkimuksessa keskitytään työmuistikapasiteetin rajoitteeseen. Kielellisen työmuistin heikkouteen liittyvät tutkimustulokset SLI-ryhmillä ovat johdonmukaisia, mutta tutkimustulokset koskien ei-kielellisen työmuistikapasiteetin rajoitetta ovat ristiriitaisia. Merkittäviä tuloksia teorian puolesta on kuitenkin saatu, koskien erityisesti visuaalista ja visuo-spatiaalista työmuistia (Nikisch & von Kries, 2009; Vugs ym., 2013).

Ikätasoiset kielelliset taidot saavuttavan LT-ryhmän kielellisen suoriutumisen on havaittu kuitenkin jatkuvan tyypillisesti kehittyneitä heikompana. LT-ryhmillä ei-kielellistä visuaalista/visuo-spatiaalista työmuistia on tutkittu hyvin vähän. Petruccelli ym. (2012) havaitsivat LT-ryhmän kielellisen työmuistisuoriutumisen jäävän tyypillisesti kehittyneistä, kun taas visuo-spatiaalinen työmuistisuoriutuminen oli näillä lapsilla jopa hieman tyypillisesti kehittyneitä parempaa. LT-taustainen SLI-ryhmä taas suoriutui tutkimuksessa tilastollisesti merkitsevästi LT-ryhmää, muttei tyypillisesti kehittyneitä heikommin visuo-spatiaalisen työmuistin mittarissa. Vaikuttaisi siltä, että kielellisten vaikeuksien ollessa suuremmat, myös työmuistikapasiteetin rajoitteet ulottuvat laajemmalle alueelle. LT-ryhmän ollessa kielellisesti SLI-ryhmää parempi, myös ei-kielellisen prosessointi olisi LT-ryhmällä huomattavasti parempaa.

Lisäksi ymmärtämisen vaikeuksien ja kielellisten vaikeuksien jatkuvuuden välillä on havaittu yhteyttä (Lyytinen, 2011). Nikisch ja von Kries (2009) havaitsivat lisäksi ymmärtämiseen vaikuttavan SLI:n yhteydessä heikkoutta visuo-spatiaalisessa työmuistisuoriutumisessa. Saattaisi siis olla, että ymmärtämisen vaikeudet ovat yhteydessä myös ei-kielelliseen visuo-spatiaaliseen työmuistiin.

LT-taustaisten ryhmien ei-kielelliseen visuo-spatiaaliseen työmuistisuoriutumiseen liittyvän niukan tutkimustiedon vuoksi ilmiötä on syytä tutkia lisää. Lisäksi ei-kielellisen työmuistin heikkouden sekä ymmärtämisen haasteiden välistä yhteyttä olisi syytä selvittää. Tieto ryhmien välisestä suoriutumisesta ja eri mittareiden välisestä

yhteydestä lisäisi tietoa kielenkehityksen häiriön luonteesta, mikä kehittäisi kielellisten vaikeuksien erotusdiagnostiikkaa ja parantaisi kuntoutuksen suuntaamista.

Aiemman tutkimustiedon valossa tämän tutkimuksen hypoteesina oli, että puheenkehitykseltään 2-3 –vuotiaina viivästyneiden, mutta nykyään kielellisesti ikätasoisien normaalivaihtelun saavuttaneiden lasten ei-kielellisen visuo-spatiaalisen työmuistisuoriutumisen ei eroa tyypillisesti kehittyneiden lasten työmuistisuoriutumisesta. Sen sijaan 2-3 –vuotiaina puheenkehitykseltään viivästyneillä lapsilla, joiden kielelliset vaikeudet jatkuvat 7-10 –vuotiaina merkittävinä, ei-kielellisen visuo-spatiaalisen työmuistisuoriutumisen ajateltiin olevan tilastollisesti merkitsevästi muita ryhmiä heikompa.

## 2 Tutkimuskysymykset

Tässä tutkielmassa selvitettiin, voidaanko ei-kielellisen visuo-spatiaalisen työmuistin toiminnan eroilla selittää kielellisten vaikeuksien jatkuvuutta. Tyypillisesti kehittyneistä lapsista käytetään termiä TK-ryhmä, puheenkehitykseltään viivästyneistä, nykyään kielellisesti ikätasoisista lapsista termiä LT-ryhmä ja puheenkehitykseltään viivästyneistä lapsista, joiden kielelliset ongelmat jatkuvat käytetään termiä LT+SLI –ryhmä. Tarkemmin sanottuna tarkasteltiin sitä, onko visuaalisen työmuistin toiminta tekijä, joka erottaa TK-ryhmän ja LT-ryhmän LT+SLI -ryhmästä siten, että työmuistin toiminta olisi LT+SLI -ryhmällä merkittävästi muita ryhmiä heikompaa. Tutkielman tutkimuskysymykset olivat:

1. Onko LT-ryhmän ei-kielellisen visuo-spatiaalisen työmuistin toiminta heikompaa, kuin TK-ryhmän?
2. Onko LT+SLI –ryhmän ei-kielellisen visuo-spatiaalisen työmuistin toiminta heikompaa, kuin TK-ryhmän ja LT-ryhmän?

### 3 Metodit

#### 3.1 Tutkittavat

Tutkittavat olivat 7-10 –vuotiaita lapsia, jotka osallistuivat Turun yliopiston Neuro Talk –tutkimusprojektiin vuoden 2017 kesäkuun ja vuoden 2018 joulukuun välisenä aikana. Tutkittavat valittiin Neuro Talk –tutkimusprojektiin Hyvän kasvun avaimet (HKA; Lagström, Rautava, Kaljonen, Räihä, Pihlaja, Korpilahti ym., 2012)

-kohorttitutkimuksesta, jossa lasten kehitystä tutkittiin sikiövaiheista alkaen.

Rekrytoiminen tapahtui lähettämällä perheille kutsukirjeet, joissa oli tietoa tutkimuksesta ja liitteenä suostumuslomakkeet. Kiinnostuneet ottivat yhteyttä ja vanhemmalle tehtiin puhelimitse alkuhaastattelu, jossa varmistettiin tutkimukseen soveltuvuus mm. selvittämällä lapsen kielisyys. Sopiville tutkittaville varattiin tutkimusaikoja ja ennen tutkimuksen alkua palautettiin suostumuslomakkeet ja vastattiin perheiden mahdollisiin tutkimusta koskeviin kysymyksiin. Ensimmäisen kerran yhteydessä vanhemmille jaettiin lapsen kehitystä koskevat taustatietolomakkeet täytettäväksi.

Neuro Talk –tutkimusprojektissa selvitetään lasten puheen ja kielen kehityksen taustatekijöitä. Tutkittavina ovat tyypillisesti kehittyneet lapset, lapset, joiden puheenkehitys on ollut viivästynyttä ja lapset, joilla on kielellisiä haasteita tai todettu kielellinen erityisvaikeus, puhemotoriikan tai puheen sujuvuuden häiriö. Tutkittavat tekivät mm. puhetta, kieltä ja oppimista arvioivia tehtäviä, työmuistia ja tarkkaavaisuutta mittaavia tehtäviä sekä halutessaan osallistuivat EEG-mittaukseen ja/tai aivojen magneettikuvaukseen. Tässä Pro gradu –tutkielmassa tarkastellaan tutkittavien suoriutumista ei-kielellistä visuaalista työmuistia mittaavassa tehtävässä.

Kaikille tutkittaville sisäänottokriteerinä oli normaali ei-kielellinen älykkyys, joka mitattiin WISC-IV:n kuutiotehtävällä ja martiisipäätelytehtävällä (Wechsler, 2003), joiden yhteispistemäärä ei saanut olla yli kahden keskihajonnan verran (-2SD) ikätason keskiarvoa heikompaa. Vanhempien täyttämässä taustatietolomakkeissa ei saanut olla mainintaa neurologisista kehityksellisistä häiriöistä, esimerkiksi autismikirjon häiriöstä. Tutkittavien tuli olla yksikielisiä äidinkielenään suomi ja heidän tuli läpäistä kuuloseula, jossa molempien korvien kuulotaso oli 20 desibeliä.



Tutkittavat jaettiin taaperoiän kielenkehityksen ja tutkimushetken kielellisen suoriutumisen perusteella kolmeen ryhmään: TK-ryhmä, LT-ryhmä ja LT+SLI –ryhmä. TK-ryhmään lukeutuivat lapset, joiden kielenkehitys oli tyypillistä, LT-ryhmään lapset, joiden puheenkehitys oli viiveistä 2-3 –vuotiaana ja LT+SLI –ryhmään lapset, joiden puheenkehitys oli viiveistä 2-3 –vuotiaana ja joiden kielellinen suoriutuminen tutkimushetkellä 7-10 –vuotiaana viittasi SLI:hin.

TK-ryhmän suoriutumisen tuli olla 2-vuotiaana -1 keskihajonnan yläpuolella vertailuaineistossa kommunikaatiota ja kielenkehitystä mittaavassa vanhemmille suunnatussa MCDI-kyselyssä (Lyytinen, 2000) ja tutkimushetkellä 7-10 –vuotiaana heidän suoriutumisensa sananlöytämistestissä (SLT; Tuovinen, Ahonen & Westerholm, 2008), lasten neuropsykologisen tutkimuksen (NEPSY II; Korkman, Kirk & Kemp, 2008) ohjeiden ymmärtämisessä ja kertomuksen oppimisessa sekä WISC-IV:n (Wechsler, 2003) sanavarastotestissä tuli olla normaalivaihtelun rajoissa. LT-ryhmän suoriutumisen tuli jäädä alle yhden keskihajonnan (-1SD) ikätason keskiarvosta 2-vuotiaana MCDI-kyselyssä tai 3-vuotiaana Reynellin kielellisen kehityksen testissä (Reynell III; Reynell & Huntley, 2001) tai Renfrewn nopean nimeämisen testissä (Renfrew, 1995). Tutkimushetkellä 7-10 –vuotiaana suoriutuminen sai jäädä alle -1.25 keskihajonnan (-1.25SD) yhdessä kielellisen suoriutumisen mittarissa eli SLT:n nopeudessa tai tarkkuudessa, toisessa edellä mainituista NEPSY:n osatehtävistä tai WISC-IV:n sanavarastotestissä. LT+SLI –ryhmän tutkittavien suoriutumisen tuli LT-ryhmän tavoin jäädä alle yhden keskihajonnan (-1SD) verran ikätason keskiarvosta MCDI:ssä 2-vuotiaana tai Reynellissä tai Renfrew:ssä 3-vuotiaana ja heidän suoriutumisensa tutkimushetkellä 7-10 –vuotiaana tuli jäädä alle -1.25 keskihajonnan päähän ikätason keskiarvosta vähintään kahdessa kielellisen suoriutumisen mittareista (SLT nopeus/tarkkuus, ohjeiden ymmärtäminen, kertomuksen oppiminen, sanavarastotesti).

Taulukossa 1 on kuvattu ryhmien koot ja sukupuolijakaumat, ikäjakaumat ja ei-kielellisen älykkyyden mittareiden pisteet ryhmittäin. Tutkimukseen valikoitui kaikkiaan 50 sisäänottokriteerit täyttävää lasta ( $N=50$ ); 32 poikaa ja 18 tyttöä. Tutkittavien iät sijoittuivat välille 7;10-10;2 vuotta; pojilla iän keskiarvo oli 9 vuotta ja tytöillä 8;11 vuotta. TK-ryhmään valikoitui 19 tutkittavaa ( $n=19$ ); 11 poikaa ja 8 tyttöä.

Taaperoiän puheenkehitykseltä viiveisiksi lukeutui 31 lasta ( $n=31$ ): tutkimushetken kielellisen suoriutumisen perusteella 17 valikoitui LT-ryhmään ( $n=17$ ) ja 14 LT+SLI –ryhmään ( $n=14$ ). LT-ryhmässä oli 11 poikaa ja 6 tyttöä ja LT+SLI –ryhmässä 10 poikaa ja 4 tyttöä. Tutkittavat jakautuivat ryhmiin melko tasaisesti. Poikien osuus tutkittavista oli kaikissa ryhmissä tyttöjä suurempi. Erityisesti SLI-ryhmässä sukupuolijakauman epätasaisuus kuvaa hyvin sitä, että SLI:n on havaittu olevan yleisempää pojilla kuin tytöillä (Tomblin ym., 1997).

**Taulukko 1.** Tutkittavien iät ja ei-kielellisen älykkyyden mittareiden pisteet tutkimusryhmittäin.

Mittari		Ryhmä		
		TK ( $n=19$ ); 11 poikaa 8 tyttöä	LT ( $n=17$ ); 11 poikaa 6 tyttöä	LT + SLI ( $n=14$ ); 10 poikaa 4 tyttöä
Ikä kk*	Ka	107.42	110.06	105.07
	Kh	7.40	7.73	8.67
	Min-max	98-122	96-122	94-122
WISC	Ka	12.11	11.18	8.14
kuutiotehtävä	Kh	3.53	3.56	2.11
SP	Min-max	5-16	5-16	5-12
WISC	Ka	10.68	10.24	7.86
matriisipäätely	Kh	3.16	3.15	3.39
SP	Min-max	2-16	4-15	3-14

\* Ikä kuukausina ensimmäisellä tutkimuskäynnillä

SP = standardipisteet

Ka = keskiarvo

Kh = keskihajonta

Min-max = vaihteluväli

Tarkasteltiin ryhmien homogeenisyyttä iän ja ei-kielellisen älykkyyden suhteen. Jakaumien havaittiin olevan normaaleita, joten käytettiin yksisuuntaista varianssianalyysiä ryhmien vertailuun. Iän suhteen ryhmien välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa,  $F(2, 47) = 1.551$ ,  $p > .05$ . Myös taulukosta 1 iän keskiarvoja ja

vaihteluvälejä tarkastelemalla voidaan havaita ryhmien olevan tämän muuttujan suhteen vertailukelpoisia. Ryhmät erosivat tilastollisesti merkitsevästi WISC:in kuutiotehtävän standardipisteillä,  $F(2, 47) = 6.453, p < .05$ . Koska varianssien yhtäsuuruusoletus ei Levenen testin mukaan täytynyt, käytettiin Tamhanen T2 -testiä selvittämään, mitkä ryhmät erosivat toisistaan. WISC:in kuutiotehtävässä havaittiin tilastollisesti merkitsevää eroa sekä SLI- ja LT-ryhmän että SLI- ja TK-ryhmän välillä,  $p < .05$ . Bonferroni-korjauksen jälkeen ero säilyi merkitsevänä TK- ja SLI-ryhmän välillä. Myös WISC:in matriisipäätelyn standardipisteillä ryhmien välillä havaittiin lievästi merkitsevää eroa,  $F(2, 47) = 3.400, p = .042$ . Varianssien yhtäsuuruusoletuksen täytyttyä käytettiin Tukeyn testiä selvittämään, mitkä ryhmät erosivat toisistaan. WISC:in matriisipäätelyssä tilastollisesti merkitsevää eroa havaittiin TK- ja SLI-ryhmien välillä,  $p < .05$ , mutta ero ei säilynyt merkitsevänä Bonferroni-korjauksen jälkeen. Taulukossa 1 tehtävien standardipisteiden keskiarvojen perusteella voidaan myös todeta TK- ja LT -ryhmien suoriutuneen samantasoisesti ja SLI-ryhmän hieman heikommin ei-kielellisen älykkyyden mittareista. Tällä saattaa olla vaikutusta tutkielman tuloksiin. SLI-ryhmien lieväästeiset heikkoudet ei-kielellisessä älykkyydessä tyypillisesti kehittyneisiin ikätovereihin nähden on kuitenkin yleisesti hyväksyttyä tietoa (Leonard, 2014).

Taulukossa 2 on kuvattu ryhmien suoriutuminen taaperoiän kielellisessä mittarissa. MCDI:n pisteitä puuttui LT-ryhmästä yhdeltä tutkittavalta, mutta muissa ryhmissä ei ollut puuttuvia arvoja, joten testin analyseissä TK-ryhmässä oli 19 henkilöä ( $n = 19$ ), LT-ryhmässä 16 henkilöä ( $n = 16$ ) ja LT+SLI -ryhmässä 14 henkilöä ( $n = 14$ ). Renfrewn testin pisteitä puuttui TK-ryhmästä kahdeltatoista, LT-ryhmästä yhdeksältä ja LT+SLI -ryhmästä kymmeneltä tutkittavalta. Reynellin testin pisteitä puuttui TK-ryhmässä kahdeltatoista, LT-ryhmässä seitsemältä ja LT+SLI -ryhmässä kymmeneltä tutkittavalta. Puuttuvien arvojen suuren määrän vuoksi Reynellin ja Renfrewn pisteiden analyysit päätettiin jättää pois tutkimuksesta. Muiden ryhmäläisten suoriutumiseen nähden poikkeuksellisen korkeita pisteitä havaittiin MCDI:ssä yhdellä LT-ryhmän ja yhdellä LT+SLI -ryhmän koehenkilöllä. Analyysit tehtiin kuitenkin koko aineistolla poikkeavia arvoja poistamatta. Tällä saattoi olla vaikutusta näiden analyysien tuloksiin.

**Taulukko 2.** Tutkittavien kielellinen suoriutuminen ryhmittäin taaperoiässä kielellisissä mittareissa.

Mittari		Ryhmä		
		TK	LT	LT+SLI
MCDI (RP)	Ka	374.89	167.31	97.93
	Kh	69.07	184.54	126.04
	Min-max	221-491	7-565	3-419
Renfrew (RP)	Ka	19.29	14.25	10.75
	Kh	3.64	7.91	4.50
	Min-max	15-25	6-29	5-16
Reynell (SP)	Ka	108.00	98.10	92.50
	Kh	4.97	12.85	8.19
	Min-max	103-117	83-122	85-104

RP = raakapisteet

Ryhmäjaon onnistuneisuuden arvioimiseksi vertailtiin ryhmien suoriutumista taaperoiässä tutkittavien vanhempien täyttämässä kielellistä kehitystä arvioivassa MCDI-kyselyssä. MCDI:n raakapisteet olivat normaalisti jakautuneet TK- ryhmällä, mutta ei LT- ja LT+SLI –ryhmillä, joten käytettiin epäparametrista Kruskall-Wallis – testiä vertailemaan ryhmien suoriutumista. Testin mukaan ryhmien välillä oli tilastollisesti merkitsevä ero MCDI:n raakapisteissä,  $\chi^2(2) = 20.115$ ,  $p < .05$ , ja se löytyi Mann-Whitneyn U-testillä TK- ja LT –ryhmien,  $U = 57.000$ ,  $p < .05$ , sekä TK- ja LT+SLI –ryhmien,  $U = 18.000$ ,  $p < .05$ , väliltä. Taulukosta 2 voidaan myös havaita ryhmien MCDI:n raakapisteiden keskiarvoja vertailemalla, että TK- ryhmä suoriutui LT- ja LT+SLI –ryhmiä huomattavasti paremmin. MCDI:n raakapisteiden perusteella ryhmäjako vaikuttaisi onnistuneen.

Ryhmäjaon onnistumista arvioitiin ja ryhmien piirteitä tarkasteltiin tekemällä tilastolliset analyysit myös tutkittavien kielellisestä suoriutumisesta 7-10 –vuotiaana ryhmittäin. Ryhmien suoriutumista tutkimushetken kielellisistä mittareista on kuvattu taulukossa 3. Mittareiden pisteet olivat tässä kaikki normaalisti jakautuneet kaikilla ryhmillä, joten käytettiin yksisuuntaista varianssianalyysiä ryhmien väliseen vertailuun. Levenen testillä varianssien yhtäsuuruusoletuksen täytyessä käytettiin jatkovertailuun Tukeyn testiä, muussa tapauksessa ryhmien välistä eroa selvitettiin Tamhanen testillä.

**Taulukko 3.** Tutkittavien kielellinen suoriutuminen ryhmittäin tutkimushetkellä kielellisissä mittareissa.

Mittari		Ryhmä		
		TK	LT	LT+SLI
SLT tarkkuus (SP)	Ka	104.21	101.82	79.36
	Kh	11.52	11.87	16.81
	Min-max	89-121	82-120	45-107
**SLT nopeus (SP)	Ka	88.79	95.00	103.00
	Kh	7.79	11.07	19.69
	Min-max	79-106	79-115	79-138
Ohjeiden ymmärtäminen (SP)	Ka	12.00	10.06	5.71
	Kh	2.19	2.30	2.49
	Min-max	7-15	7-15	1-9
Kertomuksen oppiminen (SP)	Ka	10.68	10.35	5.43
	Kh	2.31	2.98	3.03
	Min-max	7-15	6-15	1-10
WISC sanavarasto (SP)	Ka	11.42	10.88	5.50
	Kh	2.84	2.76	2.14
	Min-max	7-18	5-14	1-8

\*\*asteikko käänteinen

Ryhmiä lähempi tarkastelu yksisuuntaisella varianssianalyysillä osoitti, että SLT:n tarkkuuden standardipisteillä ryhmien välillä oli tilastollisesti merkitsevä ero,  $F(2, 47) = 16.186$ ,  $p < .05$ . Jatkovertailussa se paljastui LT+SLI –ryhmältä verrattuna sekä TK- että LT –ryhmiin,  $p < .05$  ja erot säilyivät merkitsevinä myös Bonferroni-korjauksien jälkeen. Myös SLT:n nopeuden standardipisteillä havaittiin tilastollisesti merkitsevä ero ryhmien välillä,  $F(2, 47) = 4.728$ ,  $p < .05$ . Jatkovertailu Tamhanen testillä osoitti kuitenkin, että ero TK- ja LT+SLI –ryhmien välillä alitti täpärästi tilastollisen merkitsevyyden rajan,  $p = .062$ . Ohjeiden ymmärtämisen standardipisteillä ryhmien välillä oli tilastollisesti merkitsevää eroa,  $F(2,47) = 30.274$ ,  $p < .05$ . Tukeyn testin perusteella LT+SLI –ryhmä erosi tilastollisesti merkitsevästi sekä TK- että LT –ryhmistä,  $p < .05$ , ja erot säilyivät merkitsevinä myös Bonferroni-korjauksien jälkeen.

TK- ja LT –ryhmien välillä havaittiin pieni tilastollisesti merkitsevä ero, joka ei säilynyt Bonferroni-korjauksen jälkeen. Kertomuksen oppimisen standardipisteillä ryhmien välillä oli tilastollisesti merkitsevää eroa,  $F(2,47) = 17.298$ ,  $p < .05$ , mikä havaittiin Tukeyn testillä LT+SLI –ryhmältä verrattuna sekä TK- että LT -ryhmään,  $p < .05$ . Erot säilyivät merkitsevinä myös Bonferroni-korjauksien jälkeen. Myös Sanavarastotehtävän standardipisteillä ryhmien välillä oli tilastollisesti merkitsevä ero,  $F(2,47) = 23.528$ ,  $p < .05$ . Jatkovertailussa se löytyi LT+SLI –ryhmältä sekä TK- että LT –ryhmään verrattuna,  $p < .05$  ja erot olivat merkitseviä Bonferroni-korjauksien jälkeenkin.

Tutkimushetken kielellisten mittareiden perusteella ryhmäjako vaikuttaisi onnistuneen. Tilastollisesti merkitsevää eroa ei havaittu TK- ja LT-ryhmien välillä missään tehtävistä ja kuten taulukosta 3 voidaan havaita, ryhmien suoriutuminen oli keskenään melko samantasoista. SLT:n nopeus oli mittareista ainoa, jolla tilastollisesti merkitsevää eroa ei havaittu ryhmien välillä, joten se ei vaikuttaisi erottelevan tutkittavien kielellisiä taitoja.

### 3.2 Tutkimusmenetelmä

Ei-kielellistä visuo-spatiaalista työmuistia mitattiin ITPA:n visuaalisen sarjamuistin testillä (Kuusinen & Blåfield, 1974). Testi mittaa visuaalisen lyhytkestoisen muistin kapasiteettia abstraktien symbolien sarjoille (Nikisch & von Kries, 2009). Testi sisältää 11 erilaista symbolia, jotka eivät ole yleisesti tunnettuja tai kuvasta mitään tuttua kohdetta, mikä estää verbaalisen koodauksen ja muistamisen. Lisäksi verbaalisen koodauksen mahdollisuus värien avulla on minimoitu, sillä ärsykkeet ovat mustia kuvioita valkoisella taustalla. Tutkittavalle näytetään jokaista kuviosarjaa viiden sekunnin ajan, minkä jälkeen häntä pyydetään asettamaan kuvan mukaisesti kuvioidut laatat vastaavaan järjestykseen (Kuusinen & Blåfield, 1974). Sarjojen pituus vaihtelee kahdesta kahdeksaan kuvioon. Tutkittavan annetaan yrittää jokaista sarjaa uudestaan, mikäli hän epäonnistuu ensimmäisellä yrityskerralla. Yrityskerrat otetaan huomioon pisteityksessä.

Tutkittavat tekivät työmuistitehtävän ensimmäisellä tutkimuskerrallaan Turun yliopistossa. Tehtävä oli osa ensimmäistä testipakettia, jonka alussa tutkittaville tehtiin audiometrinen kuulokynnysmittaus. Tutkimuskerralla tutkittavat tekivät kuusi erillistä tehtävää, joita ITPA:n visuaalisen sarjamuistin testi oli viides. Tutkimuskerran kesto oli

kaikilla tutkittavilla keskimäärin kaksi tuntia ja puolessa välissä kertaa pidettiin noin kymmenen minuutin mittainen välipalatauko. ITPA:n pisteitykset on kertaalleen tarkistettu tutkimuskäynnin jälkeen.

Tutkittava istui pöydän ääressä ja tehtävää teettävä tutkija toisella puolella pöytää häntä vastapäätä. Ennen varsinaista tehtävää tehtiin harjoitusosio, jolla varmistettiin että tutkittava oli ymmärtänyt tehtävän. Koska tutkittavat olivat yli 6-vuotiaita, aloitettiin II harjoituksesta. Tutkija asetti 17 muovilaattaa pöydällä sivummalle ja asetti laatoille tarkoitetun alustan sekä ensimmäiseen sarjaan tarvittavat laatat tutkittavan eteen ja avasi mallikirjan harjoitussarjan kohdalla. Tutkija ohjeisti, että tutkittavan tehtävänä oli järjestää edessään olevat laatat muistinvaraisesti mallikuvan mukaiseen järjestykseen alustalle ja teki mallikuvaa näyttäen sarjan alustalle. Ainoastaan laattojen järjestys oli tehtävässä merkittävää, ei se miten päin laatta alustalle asetettiin. Tämän jälkeen tutkija sulki mallikirjan, tyhjensi alustan ja sekoitti laatat pöydällä, minkä jälkeen tutkittava sai tehdä sarjan itsenäisesti. Ennen laattojen järjestämistä tutkija näytti aina mallikirjasta sarjaa viiden sekunnin ajan, minkä jälkeen kirja suljettiin ja tutkittava järjesti laatat. Kun tutkittava ilmoitti olevansa valmis, tarkistettiin sarja ja virheiden ilmetessä toistettiin osio uudestaan tai siirryttiin seuraavaan osioon. Harjoituksen mentyä ensimmäisellä tai toisella yrittämällä oikein, siirryttiin varsinaiseen testiin. Jos harjoitus olisi mennyt molemmilla kerroilla väärin, olisi edetty taaksepäin I harjoitukseen, mutta näin ei kuitenkaan kenenkään kohdalla pitänyt menetellä.

Testissä sarjat olivat 2-8 kuvion mittaisia. Jokaisen sarjan kohdalla tutkittavalla oli kaksi yrityskertaa. Koska tutkittavat olivat yli 5-vuotiaita edettiin otannan mukaisesti 2. osiosta alkaen ja kuviosarjat vaikeutuivat tasaisesti, kunnes tutkittava teki virheen. Tämän jälkeen edettiin osio kerrallaan takaperin, jolloin kuviosarjat helpottuivat, kunnes tutkittava sai kolme peräkkäistä osiota ensimmäisellä yrittämällä oikein ja selvitettiin tutkittavan suoriutumisen pohja. Pohjan alle jäävät osiot pisteitettiin täysin pistein, harjoitusosioista ei annettu pisteitä. Tämän jälkeen palattiin ensimmäistä virhettä seuraavaan osioon ja edettiin osio kerrallaan eteenpäin, kunnes tutkittava teki kahdessa peräkkäisessä osiossa molemmilla yrityksillä virheen ja saavutettiin tutkittavan suoriutumisen katto. Tämän jälkeen testi päättyi. Ensimmäisellä yrityskerralla oikein menneistä osioista tutkittava sai kaksi pistettä ja toisella kerralla oikein menneistä yhden pisteen. Molemmilla kerroilla epäonnistuneista osiosta ei annettu pisteitä.

### 3.3 Tutkimusasetelma ja aineiston analysointi

Tutkimusasetelma oli tutkittavien välinen. Asetelman riippumaton muuttuja oli ryhmä, jolla on kolme tasoa: TK-, LT- ja LT+SLI. Riippuva muuttuja oli ITPA:n visuaalisen sarjamuistin testin raakapistemäärä. Haluttiin selvittää erosiko LT- ja TK -ryhmien välinen suoriutuminen ja LT+SLI -ryhmän suoriutuminen ensin LT -ryhmästä ja sitten TK-ryhmästä työmuistitehtävässä ITPA:n raakapisteillä mitattuna tilastollisesti merkitsevästi. Aineiston tilastolliset analyysit suoritettiin IBM SPSS Statistics 24 – ohjelmalla. Ryhmille muodostettiin jakaumat ITPA:n raakapisteillä ja tarkasteltiin jakaumien normalisuutta Shapiro-Wilkin testillä. Normaalijakaumaoletuksen jäätyä täyttymättä, käytettiin epäparametrissa, Mann Whitney U–testiä ryhmien väliseen vertailuun. Koska parametriset testit ovat voimakkaampia ja havaitsevat ryhmien välisiä eroja suuremmalla varmuudella, tehtiin vertailun vuoksi analyysit myös parametrisella menetelmällä riippumattomien otosten t-testiä käyttäen.

Laskettiin lisäksi efektikoot ryhmien väliselle suoriutumiselle käyttäen Lenhardin ja Lenhardin (2016) laskuria. Efektikoon estimaattina käytettiin Cohenin  $d$ :tä, mikä osoittaa keskiarvojen välisen eron voimakkuuden hyödyntäen poolattua ryhmien pisteiden keskihajontaa. Efektikoko on pieni, kun  $d=.20$ , keskikokoinen kun  $d=.50$  ja suuri kun  $d=.80$  (ks. Vugs ym., 2013). Efektikokojen avulla voidaan arvioida ilmiön suuruutta otoskoosta riippumatta (Nummenmaa, 2009).

Varsinaisten tutkimuskysymysten lisäksi haluttiin selvittää, onko ei-kielellisen visuo-spatiaalisen työmuistisuoriutumisen ja ohjeiden ymmärtämisen sekä ei-kielellisen visuo-spatiaalisen työmuistisuoriutumisen ja ei-kielellisen älykkyyden välillä yhteyttä. Tätä varten kaikkien tutkittavien ( $N= 50$ ) ITPA:n visuaalisen sarjamuistin raakapisteiden, NEPSY II:n ohjeiden ymmärtämisen standardipisteiden sekä WISC-IV:n kuutiotehtävän ja matriisipäätelyn standardipisteiden jakaumien normalisuutta tarkasteltiin Shapiro-Wilkin testillä. Normaalijakaumaoletusten täytyttyä tarkasteltiin pisteiden korrelaatiota parametrisella Pearsonin tulomomenttikorrelaatiokertoimella. Normaalijakaumaoletuksen jäätyä täyttymättä korrelaatiota tarkasteltiin Spearmanin järjestyskorrelaatiokerrointa käyttäen.



### 3.4 Tutkimuksen eettisyys

Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirin eettinen toimikunta on hyväksynyt Neuro Talk – tutkimuksen Diaarinumerolla ETMK 6/2017. Tutkimukseen osallistuminen oli vapaaehtoista ja sekä tutkittava että vanhempi olivat allekirjoittaneet omat suostumuslomakkeensa tutkimuksen alkaessa. Suostumuslomakkeessa on mainittu, että tutkimuksen voi halutessaan keskeyttää koska tahansa. Tutkimiseen osallistuvia henkilöitä sitoo salassapitovelvoite, eivätkä he saa luovuttaa tutkimukseen tai tutkittaviin liittyviä tietoja ulkopuolisille. Tutkittavien tunnistetietoja sisältävät asiakirjat, video- ja äänitallenteet sekä testilomakkeet säilytetään tiloissa, joihin ulkopuolisilla ei ole pääsyä.

Tutkimukseen osallistumisesta ei maksettu palkkaa, mutta tutkittavat saivat palkkioksi elokuvalipun tai pienen lelun. Vanhemmilla oli mahdollisuus saada enintään 45 euron korvaus tutkimuskäyntien aiheuttamista matkakuluista. Tutkimusjakson päätyttyä perheille lähetettiin yhteenveto lapsen suoriutumisesta ja jos tutkimuksen aikana epäiltiin lapsella olevan toimenpiteitä vaativa kielellinen tai kehityksellinen häiriö tai sairaus, perhe ohjattiin hakeutumaan jatkotutkimuksiin.

## 4 Tulokset

Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin, onko ei-kielellinen visuo-spatiaalinen työmuisti kielellisten vaikeuksien jatkuvuutta selittävä tekijä. Ensimmäisellä tutkimuskysymyksellä haluttiin selvittää onko ITPA:n visuaalisen sarjamuistin tehtävän suoriutumisessa eroa 2-3 –vuotiaina puheenkehitykseltään viivästyneillä lapsilla (LT-ryhmä) verrattuna 2-3 –vuotiaina sekä tutkimushetkellä 7-10 –vuotiaina kielellisesti tyypillisiin (TK-ryhmä) verrokkeihin. Toisella tutkimuskysymyksellä haluttiin selvittää onko tehtävän suoriutumisessa eroa 2-3 –vuotiaina ja 7-10 –vuotiaina kielellisesti ikätasosta jäävillä (LT+SLI –ryhmä) verrattuna TK- ja LT-ryhmiin.

4.1 LT-ryhmän suoriutuminen ITPA:n visuaalisen sarjamuistin testissä verrattuna tyypillisesti kehittyneisiin verrokkeihin

Oletuksena oli, että LT-ryhmä suoriutuisi TK-ryhmän kanssa samantasoisesti ei-kielellisen visuo-spatiaalisen työmuistin tehtävästä raakapisteiden perusteella. TK-ryhmän jakauma ei ollut normaalisti jakautunut, joten ryhmien väliset vertailut tehtiin epäparametrisella Mann-Whitneyn U-testillä. U-testin perusteella ryhmien välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa ITPA:n raakapisteissä,  $U=134.500$ ,  $p > .05$ ,  $d = .157$ . Myöskään vertailun vuoksi tehdyllä parametrisella menetelmällä, riippumattomien otosten t-testillä ei havaittu tilastollisesti merkitsevää eroa LT- ja TK -ryhmien välillä,  $t(34)=-.467$ ,  $p > .05$ . Myös taulukosta 4 ryhmien raakapisteiden keskiarvoja tarkastelemalla voidaan havaita, että LT-ryhmä suoriutui visuaalisen työmuistin tehtävästä TK-ryhmän kanssa hyvin samantasoisesti, jopa hieman TK-ryhmää paremmin. Tutkimuksen hypoteesina esitettiin, että TK- ja LT- ryhmät eivät eroaisi ITPA:n visuaalisen sarjamuistin testin suoriutumisessa, joten tulos on hypoteesin mukainen.

**Taulukko 4.** Ryhmien suoriutuminen ITPA:n visuaalisen sarjajamuistin tehtävässä tutkimushetkellä raakapisteillä mitattuna.

Pisteet (RP)	Ryhmä		
	TK <i>n=19</i>	LT <i>n=17</i>	LT+SLI <i>n=14</i>
Keskiarvo	27.89	28.65	25.57
Keskihajonta	5.64	3.71	7.23
Min-max	21-44	21-36	9-36

#### 4.2 LT+SLI -ryhmän suoriutuminen ITPA:n visuaalisen sarjajamuistin testissä verrattuna LT-ryhmään ja tyypillisesti kehittyneisiin verrokkeihin

Oletuksena oli, että LT+SLI -ryhmän suoriutuminen olisi tilastollisesti merkitsevästi LT- ja TK -ryhmiä heikompaa ei-kielellisen visuo-spatiaalisen työmuistin tehtävässä raakapisteillä mitattuna. LT+SLI- ja LT -ryhmien välistä eroa tarkasteltiin parametrisella riippumattomien otosten t-testillä, sillä molempien jakaumat olivat normaaleita,  $p > .05$ . LT+SLI- ja TK -ryhmien välistä eroa tarkasteltiin epäparametrisella U-testillä, sillä TK-ryhmän jakauma ei ollut normaalisti jakautunut,  $p < .05$ . Tulosta verrattiin ryhmien väliseen riippumattomien otosten t-testin tulokseen. LT+SLI -ryhmän ITPA:n visuaalisen sarjajamuistin testin raakapisteiden varianssit olivat erisuuret verrattuna LT-ryhmään,  $p < .05$ . Ryhmien välillä ei havaittu tilastollisesti merkitsevää eroa riippumattomien otosten t-testillä,  $t(18.534)=1.443$ ,  $p > .05$ ,  $d = .553$ . Myöskään LT+SLI -ryhmän ja TK-ryhmän välillä ei havaittu tilastollisesti merkitsevää eroa U-testillä,  $U=115.500$ ,  $p > .05$ , tai t-testillä,  $t(31)=1.038$ ,  $p > .05$ ,  $d = .365$ . Tulokset eivät siis toisen tutkimuskysymyksen osalta tukeneet hypoteesia, sillä LT+SLI -ryhmä ei eronnut LT- ja TK -ryhmistä tilastollisesti merkitsevästi ei-kielellisen visuaalisen työmuistin tehtävässä. Taulukosta 4 voidaan kuitenkin havaita, että LT+SLI -ryhmän keskiarvo on heikempi sekä keskihajonta ja vaihteluväli suuremmat kuin LT- että TK -ryhmillä ITPA:n visuaalisen sarjajamuistin testissä.

LT+SLI -ryhmän ITPA:n pisteiden suuresta vaihteluvälisestä johtuen haluttiin vielä selvittää, oliko ryhmässä parhaimpien pisteiden saaneiden koehenkilöiden osalta ryhmäjako onnistunut. Tarkasteltiin lähemmin LT+SLI-ryhmän kolmen korkeimmat pisteet sekä kolmen matalimmat pisteet saaneen tutkittavan suoriutumista kielellisissä

mittareissa suhteutettuna ryhmäkeskiarvoihin. Tarkemmassa tarkastelussa ei ilmennyt johdonmukaisesti parempaa suoriutumista kielellisissä mittareissa suhteessa parempaan työmuistisuoriutumiseen. Heikomman visuaalisen työmuistisuoriutumisen ei myöskään havaittu olevan yhteydessä heikompaan kielelliseen suoriutumiseen. Koehenkilöiden luokittelua ryhmään voidaan siis tämän perusteella pitää luotettavana.

#### 4.3 Ei-kielellisen visuo-spatiaalisen työmuistisuoriutumisen ja ohjeiden ymmärtämisen yhteys

Varsinaisten tutkimuskysymysten lisäksi haluttiin selvittää, onko kaikkien tutkittavien visuaalisen sarjamuistin testin suoriutumisen ja ohjeiden ymmärtämisen suoriutumisen välillä yhteyttä. Tämä oli kiinnostavaa, koska visuaalisen työmuistin rajoitteiden on aiemmin havaittu olevan yhteydessä kielen ymmärtämiseen ja tuottoon vaikuttavaan SLI:n, muttei pelkkään tuottavaan kieleen painottuvaan häiriön muotoon (Nikisch & von Kries, 2009). Tarkasteltiin siis ITPA:n visuaalisen sarjamuistin testin raakapisteiden sekä NEPSY II:n ohjeiden ymmärtämisen standardipisteiden korrelaatiota. Ei-kielellisen visuo-spatiaalisen työmuistisuoriutumisen ja ohjeiden ymmärtämisen välillä havaittiin parametrillisella Pearsonin tulomomenttikorrelaatiokertoimella heikkoa lineaarista yhteyttä,  $r = .194$ , mutta se ei saavuttanut tilastollista merkitsevyyttä,  $p > .05$ .

#### 4.4 Ei-kielellisen visuo-spatiaalisen työmuistisuoriutumisen ja ei-kielellisen älykkyyden yhteys

Ryhmien vertailukelpoisuutta analysoidessa LT+SLI –ryhmän havaittiin suoriutuvan tilastollisesti merkitsevästi heikommin ei-kielellisen älykkyyden mittareissa verrattuna muihin ryhmiin. Lisäksi aiemmin visuo-spatiaalista työmuistia kielellisten vaikeuksien yhteydessä tutkittaessa on havaittu tilastollisesti merkitsevien erojen SLI-ryhmän ja kontrolliryhmän välillä häviävän, kun ei-kielellinen älykkyys on väliin tulevana muuttujana kontrolloitu (Petrucci, Bavin & Bretherton, 2012). Tämän vuoksi toisena lisäkysymyksenä haluttiin tarkastella ITPA:n visuaalisen sarjamuistin testin ja ei-kielellisen älykkyyden mittareiden, WISC IV:n kuutiotehtävän ja matriisipäätelyn pisteiden välisiä korrelaatioita. Ei-kielellisen visuo-spatiaalisen työmuistisuoriutumisen ja kuutiotehtävän välillä havaittiin Spearmanin järjestyskorrelaatiokertoimella heikkoa

lineaarista yhteyttä, joka ei saavuttanut tilastollista merkitsevyyttä,  $r = .129, p > .05$ . Eikielallisen visuo-spatiaalisen työmuistin ja matriisipäätelytehtävän suoriutumisten välillä havaittiin Pearsonin tulomomenttikorrelaatiokertoimella tilastollisesti merkitsevää lineaarista yhteyttä,  $r = .375, p = .007$ .

## 5 Pohdinta

Tässä tutkimuksessa selvitettiin, voidaanko ei-kielellisen visuo-spatiaalisen työmuistin kapasiteetilla selittää kielellisten vaikeuksien jatkuvuutta. Tutkimuksen hypoteesina oli, että ei-kielellinen visuo-spatiaalinen työmuistisuoriutumisen on tilastollisesti merkitsevästi heikompaa LT+SLI –ryhmällä verrattuna LT- ja TK –ryhmiin. TK- ja LT –ryhmien työmuistisuoriutumisen ei ajateltu eroavan tilastollisesti merkitsevästi. Ei-kielellistä visuo-spatiaalista työmuistitoimintaa mitattiin ITPA:n visuaalisen sarjamuistin testillä, joka mittaa visuaalisen lyhytkestoisen muistin kapasiteettia abstraktien symbolien sarjoille. Yhtenä lisäkysymyksenä haluttiin selvittää, onko tutkittavien ITPA:n visuaalisen sarjamuistin testin suoriutumisen ja NEPSY II:n ohjeiden ymmärtämisen välillä yhteyttä, sillä ymmärtämisen vaikeuksien ja ei-kielellisen visuo-spatiaalisen työmuistin heikkouden on aiemmin tutkittaessa havaittu esiintyvän samoilla henkilöillä. Lisäksi, koska ryhmien vertailussa havaittiin ryhmien välillä tilastollisesti merkitsevää eroa ei-kielellisen älykkyyden suoriutumisessa, haluttiin selvittää onko ei-kielellisen älykkyyden ja ei-kielellisen visuo-spatiaalisen työmuistisuoriutumisen välillä yhteyttä.

Ei-kielellisessä visuo-spatiaalisessa työmuistisuoriutumisessa ei oletuksen mukaisesti havaittu eroa LT-ryhmän ja tyypillisesti kehittyneiden verrokkien välillä. LT+SLI –ryhmän työmuistisuoriutumisen havaittiin olevan LT-ryhmää ja verrokkeja heikompaa, mutta oletuksesta poiketen ero ei saavuttanut tilastollista merkitsevyyttä. Kuitenkin efektikokoja tarkastelemalla havaittiin LT- ja LT+SLI –ryhmien välisen eron saavuttavan keskiuuren efektin,  $d > .50$ . Visuaalisen sarjamuistin testin ja ohjeiden ymmärtämisen testipisteiden välillä havaittiin heikko lineaarinen yhteys, mutta se ei saavuttanut tilastollista merkitsevyyttä. Myös visuaalisen sarjamuistin testin ja ei-kielellistä älykkyyttä kuvaavan WISC-IV kuutiotehtävän välinen lineaarinen yhteys oli heikko, eikä tilastollisesti merkitsevä. Sen sijaan visuaalisen sarjamuistin sekä toisen ei-kielellistä älykkyyttä kuvaavan mittarin, WISC-IV matriisipäätelyn välillä havaittiin tilastollisesti merkitsevä lineaarinen yhteys.

## 5.1 Ei-kielellinen visuo-spatiaalinen työmuisti ja kielelliset vaikeudet

Tutkimuksen tulokset olivat osittain hypoteesin mukaisia, sillä LT-ryhmän ja tyypillisesti kehittyneiden verrokkien suoriutuminen ei eronnut tilastollisesti merkitsevästi ITPA:n visuaalisen sarjamuistin testissä. LT+SLI –ryhmän suoriutuminen testissä oli oletuksen mukaisesti muita ryhmiä heikompaa, mutta suoriutumisten ero ei saavuttanut tilastollista merkitsevyyttä. Tutkimuksen hypoteesi jäi siis siltä osin täyttymättä. Aiemmissa tutkimuksissa on kuitenkin havaittu tilastollisesti merkitseviä eroa tyypillisesti kehittyneiden lasten ja SLI-ryhmien välillä (esim. Nikisch & von Kries, 2009; Vugs ym., 2013), joten on syytä pohtia, mistä erilaiset tulokset voisivat johtua.

### 5.1.1 Tutkittavat ja sisäänottokriteerit

Tässä tutkimuksessa SLI-ryhmässä ei eritelty kielellisen vaikeuden luonnetta eli haasteet saattoivat painottua eri tavoin aiemmin tässä tutkielmassa mainituissa kielellisissä mittareissa. Esimerkiksi Nikischin ja von Kriesin (2009) tutkimuksessa SLI-ryhmän tutkittavat oli kielellisten haasteiden luonteen perusteella jaettu edelleen kahteen ryhmään: puheen tuottoon painottuvan SLI:n ryhmään (ELI) ja sekä ymmärtämiseen että tuottoon vaikuttavan SLI:n (R/ELI) ryhmään. Kyseisessä tutkimuksessa käytetyistä ei-kielellisen visuo-spatiaalisen työmuistin mittareista toinen on sama kuin tässä tutkimuksessa ja juuri sillä arvioituna tilastollisesti merkitsevää eroa sekamuotoisen SLI:n (R/ELI) ryhmän ja kontrollien välillä havaittiin. Kielellisten vaikeuksien erilainen painottuminen voisi tämän perusteella olla erilaisten tutkimustulosten taustalla. Tässä tutkimuksessa visuo-spatiaalinen työmuisti ei kuitenkaan korreloinut ymmärtämisen kanssa, joten ymmärtämisen vaikeuksien vaikutus tutkimusten tulosten eroavaisuuteen vaikuttaisi epätodennäköiseltä.

Toinen mahdollinen tutkimustulosten eroja aiheuttava tekijä on SLI-ryhmien luokittelukriteereiden erilaisuus eri tutkimuksissa. Eri tutkimuksia SLI-ryhmien ei-kielellisen visuo-spatiaalisen työmuistisuoriutumisen suhteen vertaillessa törmätään monesti häiriöryhmien sisäänottokriteerien eroavaisuuksiin. Esimerkiksi Vugsin ym. (2013) meta-analyysissä, jossa analysoitiin useita eri SLI-ryhmien ja tyypillisesti kehittyneiden lasten visuo-spatiaalista työmuistisuoriutumista vertailevia tutkimuksia havaittiin sisäänottokriteereihin liittyviä eroja tutkimusten välillä. Tutkimuksissa, joiden SLI-ryhmän sisäänottokriteerit olivat löyhemmät, myös ero tyypillisesti kehittyneiden ja

SLI-ryhmän välisessä työmuistisuoriutumisessa oli pienempi, kuin tutkimuksissa, joiden häiriöryhmän luokittelukriteerit olivat tiukemmat. Toisin sanoen laajempien ja vaikea-asteisempien kielellisten vaikeuksien yhteydessä esiintyi tyypillisemmin myös merkittävästi heikompaa suoriutumista visuo-spatiaalisen työmuistin mittareissa. Lisäksi toisin kuin tässä tutkimuksessa, sekä Vugsin ym. (2013) meta-analyysin tutkimuksissa että Nikischin ja von Kriesin (2009) tutkimuksessa SLI-ryhmissä oli kliinisesti tunnistettuja lapsia, joilla oli SLI-diagnoosi. Tämän tutkimuksen lapsista vain harvoilla oli kliinisesti diagnosoitu häiriö, minkä johdosta SLI-ryhmän haasteet eivät olleet yhtä vaikea-asteisia kuin edellä mainituissa julkaisuissa. Tämä on mitä todennäköisimmin yksi tulosten eroavaisuuden taustalla olevista tekijöistä.

On myös syytä pohtia, voisivatko ristiriidat visuo-spatiaalisen työmuistin tutkimustulosten välillä johtua tutkittavien ikäeroista tutkimusten välillä. On nimittäin havaittu, että työmuistikapasiteetti ja eri komponentit saattavat kehittyä lapsilla aina 11-vuotiaaksi saakka (Alloway, Gathercole & Pickering, 2006). Hick, Botting ja Conti-Ramsden (2005a; 2005b) ovat lisäksi esittäneet visuo-spatiaalisen työmuistin kehityksen olevan SLI:ssä tyypillisesti kehittyneitä lapsia hitaampaa. Voisi siis olla, että mitä nuorempia tutkittavat tutkimuksessa ovat, sitä suurempia eroja tyypillisesti kehittyneiden lasten ja SLI-ryhmän lasten välillä havaitaan visuo-spatiaalisessa työmuistisuoriutumisessa. Vugsin ym. (2013) meta-analyysin tutkimusten välillä tutkittavien iät vaihtelivat suuresti; nuorimmat olivat alle 4-vuotiaita ja vanhimmat yli 10-vuotiaita. Tutkijat eivät kuitenkaan meta-analyysissaan havainneet iällä olevan merkittävää vaikutusta tutkimusten efektikokoihin.

### 5.1.2 Tutkimusmenetelmät

Häiriöryhmien eroavaisuuksien lisäksi myös visuo-spatiaalisen työmuistin tutkimusmenetelmien vaikutus tuloksiin on syytä ottaa huomioon eri tutkimuksia vertaillessa. Esimerkiksi Vugsin ym. (2013) meta-analyysissä visuo-spatiaalisen työmuistin tutkimustehtävät ovat erilaiset eri tutkimuksissa. Joissakin tutkimuksissa tutkittaville oli teetetty useampia eri tehtäviä ja analyyseissa näiden tulokset saattoivat olla hyvin erilaiset keskenään. Kuten tässäkin tutkimuksessa tutkittavien kielellisiä taitoja arvioidessa havaittiin, ettei SLT:n nopeus erotellut ryhmien välistä suoriutumista kovin hyvin, voi myös olla, etteivät jotkin visuo-spatiaalisen työmuistin mittaamiseen tarkoitetut tehtävät erottele tutkittavien suoriutumista yhtä hyvin kuin toiset. Meta-



analyysin tutkimuksissa visuo-spatiaalista työmuistia mittaavien kaikkien tehtävien ärsykkeiden esitystapa oli sarjallinen ja kielellisen prosessoinnin mahdollisuus oli minimoitu. Sen sijaan menetelmissä ärsykkeet ja niiden esitystapa vaihtelivat, mikä aiheutti mahdollisesti eroja tehtävien kuormittavuudessa ja sen seurauksena tehtävissä suoriutumisessa.

Visuaalisen sarjamuistin testissä ärsykkeiden merkityksettömyydellä on todennäköisesti vaikutuksensa muistamiseen: assosiaatioiden muodostamisen minimaalisuus heikentänee myös mahdollisuutta yhdistellä ärsykejä useamman yksikön lohkoiksi sekä luoda merkityksellisiä mielikuvia kuten vaikka numerosarjoilla ja sanoilla. Testi mittaa paitsi lyhytkestoista muistia abstraktien kuvioiden sarjoille, epäilemättä myös sarjallista prosessointia sekä prosessointinopeutta. Kuusinen & Blåfield (1974) ovat esittäneet visuaalisen sarjamuistin testin muistuttavan vahvasti nk. evokatiivista integraatiota mittaavia tehtäviä. Evokatiivisella integraatiolla tarkoitetaan keskushermostollisia vastineita hyvin usein tai ajallisesti lähekkäin esiintyville ulkoisille ärsykeille ja reaktioille, kuten vaikka sanan tunnistaminen nopeassa lukemisessa. Visuaalisen sarjamuistin testissä suoriutuminen saattaisi siis korreloida lukemistehtävässä suoriutumisen kanssa. Tässä tutkimuksessa tutkittavat eivät suorittaneet lukemistehtävää, mutta voisi olla mahdollista, että visuaalisen sarjamuistin testissä heikosti suoriutuneet olisivat muihin verrattuna erityisen heikkoja lukijoita.

## 5.2 Työmuistisuoriutuminen ja tarkkaavuus

Tarkkaavuuden vaikutus työmuistisuoriutumiseen on seikka, jota ei voida sivuuttaa tutkimuksen tuloksia pohtiessa. Vaikka visuaalisen sarjamuistin testin ei ajateltu mittaavan Baddeleyn mallin (2000) mukaisesti eksekutiivisen keskusyksikön toimintaa, on eksekutiiviseen keskusyksikköön liittyvällä tarkkaavuudella hyvin todennäköisesti ollut vaikutusta tehtävässä. Tämän tutkimuksen tutkimustehtävänä toiminut visuaalisen sarjamuistin testi oli viides tutkittaville tutkimuskäynneillä teetetyistä tehtävistä, joten on esimerkiksi mahdollista, että aiempien tehtävien aiheuttama kuormitus on vaikuttanut tarkkaavuuden taidoiltaan heikompien tutkittavien suoriutumiseen tehtävässä. LT+SLI –ryhmän keskiarvo oli visuaalisen sarjamuistin tehtävässä muita ryhmiä heikompi ja lisäksi ryhmän tutkittavien suoriutumisessa oli muita ryhmiä suurempaa vaihtelua. Aiemmissä tutkimuksissa SLI-ryhmien on havaittu suoriutuvan

tyypillisesti kehittyneitä lapsia tilastollisesti merkitsevästi heikommin erityisesti tarkkaavuutta mittaavissa tehtävissä (Dispaldro & Corradi, 2015; Henry, Messer & Nash, 2012). On siis mahdollista, että heikoimmin tämän tutkimuksen työmuistitehtävässä suoriutuneiden tutkittavien haasteet liittyivät ainakin osittain eksekutiivisen keskusyksikön toiminnassa tarkkaavuuden kohdentamisen ja ylläpidon haasteisiin mallikuvaa katsoessa, mikä vaikutti työmuistitehtävässä suoriutumiseen. Eksekutiivisen keskusyksikön toiminta voisi tämän tutkimuksen hypoteesin kaltaisesti olla kuitenkin LT-ryhmällä tyypillisesti kehittyneitä vastaavaa, mikä selittäisi ryhmän hyvää suoriutumista työmuistitehtävässä.

### 5.3 Ei-kielellisen visuo-spatiaalisen työmuistin yhteys ymmärtämiseen ja ei-kielelliseen älykkyyteen

Nikischin ja von Kriesin (2009) tutkimuksen pohjalta tämän tutkimuksen ensimmäisenä lisäkysymyksenä oli, onko ei-kielellisen visuo-spatiaalisen työmuistisuoriutumisen ja ymmärtämisen välillä yhteyttä. ITPA:n visuaalisen sarjamuistin testin raakapisteen ja NEPSY II ohjeiden ymmärtämisen standardipisteen välistä korrelaatiota kaikilla tutkittavilla tarkasteltiin Pearsonin tulomomenttikorrelaatiokertoimella. Suoriutumisten välillä havaittiin heikkoa positiivista lineaarista yhteyttä, joka ei kuitenkaan saavuttanut tilastollista merkitsevyyttä. Ei-kielellisen visuo-spatiaalisen työmuisti ja ymmärtäminen eivät tämän perusteella siis todennäköisesti liittyisi toinen toisiinsa. On myös mahdollista, että ymmärtämistä mittaavan menetelmän valinnalla oli vaikutusta siihen, ettei korrelaatiota havaittu. Tätä teoriaa puoltaisi se, että Nikischin ja von Kriesin (2009) tutkimuksessa visuo-spatiaalisen työmuistin mittari oli tämän tutkimuksen kanssa yhteneväinen, mutta ymmärtämistä arvioiva menetelmä eri.

Toisena lisäkysymyksenä tarkasteltiin ei-kielellisen visuo-spatiaalisen työmuistin ja ei-kielellisen älykkyyden suoriutumisten välistä korrelaatiota. Tämä oli kiinnostavaa, koska paitsi että LT+SLI –ryhmän suoriutuminen ITPA:n sarjamuistin testissä oli muita ryhmiä heikompaa, sen havaittiin suoriutuvan myös tilastollisesti merkitsevästi muita ryhmiä heikommin WISC-IV:n kuutiotehtävässä ja matriisipäätelyssä. Korrelaatiot työmuistisuoriutumisen ja kummankin ei-kielellisen älykkyyden mittarin välille analysoitiin erikseen. Visuaalisen sarjamuistin testin ja kuutiotehtävän välinen yhteys oli heikko eikä tilastollisesti merkitsevää. Sen sijaan visuaalisen sarjamuistin testin ja

matriisipäätelyn pisteiden välillä oli voimakkaampi positiivinen lineaarinen yhteys, joka saavutti tilastollisen merkitsevyyden. Prosessit ovat mahdollisesti osittain päällekkäiset, jolloin niitä olisi mahdotonta arvioida täysin toisistaan erillään. Toisin sanoen ei-kielellinen visuaalinen työmuistisuoriutumisen liittyy tiiviisti visuaaliseen ei-kielelliseen päätelyyn. Tämä selittäisi myös, miksi tilastollinen merkitsevyys LT-taustaisen SLI-ryhmän ja LT-ryhmän väliltä Petruccellin ym. (2012) tutkimuksessa hävisi, kun ei-kielellinen älykkyys kontrolloitiin.

#### 5.4 Johtopäätökset

Vaikka tilastollista merkitsevyyttä ei tässä tutkimuksessa löydettykään hypoteesin mukaisesti LT+SLI-ryhmän ja kummankaan muun ryhmän väliltä, LT- ja LT+SLI-ryhmien keskiarvojen erotuksesta laskettu efektikoko havaittiin keskisuureksi. Voisi olla, että tilastollinen merkitsevyys näiden ryhmien välillä jäi saavuttamatta sillä tutkimuksen otoskoko oli vielä suhteellisen pieni. Puolestaan Petruccellin ym. (2012) tutkimuksessa, jossa ryhmien koot olivat suuremmat, LT-ryhmän ja LT-taustaisen SLI-ryhmän välinen suoriutumisen ero tilastollisesti merkitsevästi toisistaan visuo-spatiaalisen työmuistin tehtävässä.

SLI-ryhmän ei-kielellisen visuo-spatiaalisen työmuistisuoriutumisen tulokset tässä tutkimuksessa ja niiden ero aikaisempiin tutkimustuloksiin verrattuna voi johtua monesta asiasta. Esimerkiksi häiriöryhmien sisäänottokriteerien erilaisuus eri tutkimusten välillä johtaa todennäköisesti keskenään erilaisiin tuloksiin. Tämän tutkimuksen LT+SLI -ryhmän tutkittavat rekrytoitiin muiden tutkittavien tavoin ikäkohortista ja vain muutamalla tutkittavista oli kliinisesti tunnistettu SLI. Sen sijaan vertailluista tutkimuksista useammassa SLI-ryhmän tutkittavat olivat SLI-diagnoosin saaneita lapsia, jolloin heidän haasteensa ovat todennäköisesti vaikea-asteisempia ja mahdollisesti laaja-alaisempia kuin tämän tutkimuksen SLI-ryhmäläisillä. Pohdittiin myös tutkittavien iän vaikutusta tutkimustuloksiin, mutta sillä ei ainakaan aiempia tutkimuksia vertaillen ole havaittu olevan merkittävää vaikutusta visuo-spatiaalisen työmuistin tutkimustuloksiin. Tutkimusmenetelmien eroavuus sitä vastoin voisi selittää erilaisia tuloksia tutkimusten välillä. On myös mahdollista, että tutkittavien tarkkaavuuden taitojen erot vaikuttavat työmuistitehtävissä suoriutumiseen.

Ei-kielellisen visuo-spatiaalisen työmuistin ja ohjeiden ymmärtämisen korrelaation tuloksissa pohdittiin ymmärtämistä mittaavan menetelmän vaikutusta siihen, ettei yhteyttä havaittu. Työmuistisuoriutumisen ja ei-kielellisen älykkyyden matriisipäätelyn välillä sen sijaan havaittiin vahvempai yhteys. Tämän ajateltiin johtuvan siitä, että menetelmät mittaisivat jokseenkin samaa rakennetta ja ilmentävät mahdollisesti yhdessä laajempaa ei-kielellisen prosessoinnin vaikeutta häiriöryhmän tutkittavilla.

### 5.5 Tutkimuksen luotettavuus ja kliininen merkitys

Tämän tutkimuksen tutkittavat rekrytoitiin ikäryhmiä seuloneesta kohorttitutkimuksesta, joten otoksen voidaan ajatella edustavan kielellisiä vaikeuksia suhteellisen hyvin koko väestössä. Ryhmäjaon yleisesti SLI-tutkimuksissa käytetyt kielihäiriökriteerit ja ryhmiin jaottelun onnistuneisuus tutkimushetken kielellisten taitojen perusteella myös lisäävät tulosten luotettavuutta. Toisaalta taaperoiässä MCDI-kyselyssä kahden LT-taustaisen tutkittavan poikkeuksellisen korkeat pisteet heikentävät LT-taustaisten ryhmäjaon luotettavuutta, joskin suhteellisen vähän.

Tutkimustulosten luotettavuutta heikentää myös tutkittavien suhteellisen pieni määrä, minkä vuoksi ei-kielellisen visuo-spatiaalisen työmuistin tutkimustuloksia voidaan pitää lähinnä suuntaa-antavina. Lisäksi heikkoutena on LT+SLI –ryhmän eroavuus muista ryhmistä tilastollisesti merkitsevästi ei-kielellisen älykkyyden suhteen. Lisäanalyysseissa toisen ei-kielellisen älykkyyden mittarin ja ei-kielellisen visuo-spatiaalisen työmuistin suoriutumisten välillä havaittiinkin positiivinen lineaarinen tilastollisesti merkitsevää yhteys, joten on todennäköistä, että ei-kielellisen älykkyyden taso on vaikuttanut LT+SLI –ryhmän työmuistitehtävän tuloksiin. Tulosten luotettavuutta saattaa heikentää myös tutkittavien sukupuolijakauman epätasaisuus, mikä painottui erityisesti LT+SLI –ryhmään. Toisaalta SLI:tä on havaittu esiintyvän pojilla tyttöjä useammin (Tomblin, 1997), joten tutkimusjoukon voisi katsoa ilmentävän tätä seikkaa hyvin.

Lisäksi tutkimusmenetelmiin liittyvillä seikoilla on ollut sekä luotettavuutta heikentäviä että lisääviä vaikutuksia. Tutkimustehtävää teetti useampi eri tutkija ja tutkimuksen alkupuolella havaittiin eroavuuksia tehtävän esittämistavassa tutkijoiden kesken. Epäselvyydet korjattiin ja niiden vaikutus mittaustuloksiin selvitettiin. Mittausvirheiden vaikutukset tehtävän tuloksiin havaittiin pieniksi, joten tutkittavat, joiden kohdalla

virhettä oli, pidettiin mukana tutkimuksessa, sillä tutkittavien määrän ajateltiin kompensoivan virheen vaikutuksia. Mittausvirheillä on silti kiistämättä ollut hieman vaikutusta tutkimuksen tuloksiin. On myös huomionarvoista, että työmuistin mittareita tutkimuksessa oli vain yksi, minkä vuoksi tutkimuksen ei myöskään voida ajatella kuvaavan tutkittavien työmuistisuoriutumista kovin kattavasti. Toisaalta luotettavuuden kannalta hyvänä voidaan pitää tutkimustehtävän ärsykkeiden luonnetta: abstrakteilla musta-valkokuvioilla kielellisen prosessoinnin vaikutus tehtävässä suoriutumiseen on minimoitu.

Vaikka tutkimuksen tulokset eivät olleet täysin hypoteesin mukaisia, ne tarjoavat merkittävää tietoa kognitiivisen toiminnan eroavaisuuksista viivästyneesti puhumaan oppineiden lasten keskuudessa. Viivästyneesti puhumaan oppineet, kouluiässä tyypillisen kielellisen kehityksen saavuttaneet havaittiin tutkimuksessa tyypillisesti kehittyneiden verrokkien kanssa työmuistisuoriutumiseltaan samantasoisiksi. Sen sijaan niillä lapsilla, joiden kielelliset vaikeudet jatkuvat myös kouluiässä merkittävänä havaittiin paitsi poikkeavuutta ei-kielellisessä älykkyydessä, myös heikompaa suoriutumista ei-kielellisessä visuo-spatiaalisessa työmuistissa kielellisesti ikätason normaalivaihtelun saavuttaneisiin LT-taustaisiin lapsiin nähden. Tulos ei saavuttanut tilastollista merkitsevyyttä, mutta ryhmien välinen efektikoko havaittiin keskisuureksi. Tilastollinen merkitsevyys voitaisi kenties saavuttaa suuremmalla otoskoollla, minkä johdosta näiden ryhmien ei-kielellistä visuo-spatiaalista työmuistia ja siihen vaikuttavia tekijöitä olisi mielekästä tutkia laajemmin lisää. Lisäksi, koska LT- taustaisen SLI-ryhmän työmuistisuoriutumisen hajonta havaittiin suureksi, olisi mielekästä tutkia heikoimmin suoriutuneiden tutkittavien kielellisiä taitoja enemmän.

## 5.6 Jatkotutkimusehdotukset

Tässä tutkimuksessa ei-kielellistä visuo-spatiaalista työmuistia mitattiin vain yhdellä tehtävällä. Luotettavamman suoriutumisprofiilin koostamiseksi ja johtopäätösten tekemiseksi työmuistikomponenttia olisi jatkossa hyvä tutkia samoilla tutkittavilla muillakin tehtävillä ja tarkastella korrelaatiota eri tehtävissä suoriutumisille.

Olisi myös mielenkiintoista tarkastella samojen tutkittavien suoriutumista paitsi tarkkaavuuden tehtävässä, myös prosessointinopeutta mittaavissa tehtävissä ja vertailla

niitä työmuistisuoriutumiseen. Esimerkiksi Baddeleyn (2000) työmuistimallissa tarkkaavuuden esitetään olevan osa eksekutiivisen keskusyksikön toimintaa, minkä perusteella tarkkaavuuden taidot hyvin todennäköisesti vaikuttavat myös visuo-spatiaalisen työmuistikomponentin toimintaan. Lisäksi olisi kiinnostavaa selvittää visuaalisen sarjamuistin testin suoriutumisen ja prosessointinopeuden tehtävien suoriutumisen välistä yhteyttä, sillä visuaalisen sarjamuistin testissä ärsykkeiden mieleen painamisen tehokkuudella voisi mahdollisesti olla suurta vaikutusta tehtävässä suoriutumiseen. Testissä käytetty viiden sekunnin aikaraja saattaisi olla prosessointinopeudeltaan hitaammille tutkittaville liian lyhyt ärsykkeiden järjestyksen muistamiseksi, mikä johtaisi virheisiin sarjamuistin testissä. Prosessointinopeuden osalta voitaisi tarkastella kielellisistä mittareista sananlöytämisen nopeuden sekä jonkin ei-kielellisen prosessointinopeuden tehtävän korrelaatioita visuaalisen sarjamuistin testissä suoriutumiseen.

Lisäksi, koska Kuusisen & Blåfield (1974) ovat spekuloineet visuaalisen sarjamuistin testissä suoriutumisen ilmentävän myös nopeaan lukemiseen liittyviä prosesseja, olisi mielenkiintoista tarkastella samojen tutkittavien suoriutumista lukunopeutta mittaavassa tehtävässä vaikkapa silmänliiketutkimusta hyödyntäen. Toki lukemista mittaavassa tehtävässä suoriutumiseen vaikuttaa vahvasti yleinen kielellinen kyvykkyys, mutta saattaisi olla, että yhteyttä myös ei-kielellisen visuaalisen sarjallisen muistin tehtävässä suoriutumiseen havaittaisi. Heikompi suoriutuminen sekä visuaalisen sarjamuistin tehtävässä että lukunopeuden tehtävässä voisi myös viitata visuaalisen havaitsemisen sekä prosessoinnin tehottomuuteen.

- 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., & Gathercole, S. E. (2006). Visuospatial immediate memory in specific language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 49*(2), 265-277.
- Archibald, L. M., & 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., 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.
- Bishop, D. V. (2003). Genetic and environmental risks for specific language impairment in children. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology, 67*, S143-S157.
- Bishop, D. V. (2006). What causes specific language impairment in children?. *Current directions in psychological science, 15*(5), 217-221.
- Brizzolara, D., Gasperini, F., Pfanner, L., Cristofani, P., Casalini, C., & Chilosi, A. M. (2011). Long-term reading and spelling outcome in Italian adolescents with a history of specific language impairment. *Cortex, 47*(8), 955-973.
- Coady, J. A., & Evans, J. L. (2008). Uses and interpretations of non-word repetition tasks in children with and without specific language impairments (SLI). *International Journal of Language & Communication Disorders, 43*(1), 1-40.
- Conti-Ramsden, G., Bishop, D. V., Clark, B., Norbury, C. F., & Snowling, M. J. (2014). Specific Language Impairment (SLI): The Internet Ralli Campaign to Raise Awareness of SLI. *Psychology of Language and Communication, 18*(2), 143-148.

- Cowan, N. (2017). The many faces of working memory and short-term storage. *Psychonomic bulletin & review*, 24(4), 1158-1170.
- Cowan, N., Elliott, E. M., Sauls, J. S., Morey, C. C., Mattox, S., Hismjatullina, A., & Conway, A. R. (2005). On the capacity of attention: Its estimation and its role in working memory and cognitive aptitudes. *Cognitive psychology*, 51(1), 42-100.
- Dale, P. S., Price, T. S., Bishop, D. V., & Plomin, R. (2003). Outcomes of early language delay: I. Predicting persistent and transient language difficulties at 3 and 4 years. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 46(3), 544-560.
- Desmarais, C., Sylvestre, A., Meyer, F., Bairati, I., & Rouleau, N. (2008). Systematic review of the literature on characteristics of late-talking toddlers. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 43(4), 361-389.
- Dispaldro, M. & Corradi, N. (2015). The effect of spatio-temporal distance between visual stimuli on information processing in children with specific language impairment. *Research in developmental disabilities*, 45-46, 284-299.
- Edwards, J., & Lahey, M. (1998). Nonword repetitions of children with specific language impairment: Exploration of some explanations for their inaccuracies. *Applied Psycholinguistics*, 19(2), 279-309.
- Ellis Weismer, S., Davidson, M. M., Gangopadhyay, I., Sindberg, H., Roebuck, H., & Kaushanskaya, M. (2017). The role of nonverbal working memory in morphosyntactic processing by children with specific language impairment and autism spectrum disorders. *Journal of neurodevelopmental disorders*, 9(1), 28.
- Ellis Weismer, S., Murray-Branch, J., & Miller, J. F. (1994). A prospective longitudinal study of language development in late talkers. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 37(4), 852-867.
- Ellis Weismer S. (2007). Typical talkers, late talkers, and children with specific language impairment: A language endowment spectrum? Teoksessa Paul, R. (toim.). *The influence of developmental perspectives on research and practice in communication disorders: A Festschrift for Robin S. Chapman*, s. 83–102, Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Engle, R. W. (2002). Working memory capacity as executive attention. *Current directions in psychological science*, 11(1), 19-23.
- Engle, R., Kane, M., Tuholski, S., 1999. Individual differences in working memory capacity and what they tell us about controlled attention, general fluid intelligence, and functions of the prefrontal cortex. Teoksessa A. Miyake, P. Shah



- (toim.), *Models of Working Memory: Mechanisms of Active Maintenance and Executive Control*, s. 102–134. New York: Cambridge Univ. Press
- Gathercole, S. E., & Baddeley, A. D. (1990). Phonological memory deficits in language disordered children: Is there a causal connection?. *Journal of memory and language*, 29(3), 336-360.
- Gathercole, S. E., Willis, C. S., Baddeley, A. D., & Emslie, H. (1994). The children's test of nonword repetition: A test of phonological working memory. *Memory*, 2(2), 103-127.
- Gathercole, S. E., Willis, C. S., Emslie, H., & Baddeley, A. D. (1992). Phonological memory and vocabulary development during the early school years: A longitudinal study. *Developmental psychology*, 28(5), 887.
- Henry, L., Messer, D. & Nash, G. (2012). Executive functioning in children with specific language impairment. *The journal of child psychology and psychiatry*, 53, 37-45.
- Hick, R., Botting, N. & Conti-Ramsden, G. (2005a). Cognitive abilities in children with specific language impairment: consideration of visuo-spatial skills. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 40(2), 137-149.
- Hick, R. F., Botting, N., & Conti-Ramsden, G. (2005b). Short-term memory and vocabulary development in children with Down syndrome and children with specific language impairment. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 47(8), 532-538.
- Hoffman, L. M., & Gillam, R. B. (2004). Verbal and spatial information processing constraints in children with specific language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 47(1), 114-125.
- Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1992). A capacity theory of comprehension: individual differences in working memory. *Psychological review*, 99(1), 122.
- Kielellinen erityisvaikeus (dysfasia, lapset ja nuoret). Käypä hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin, Suomen Foniatriit ry:n ja Suomen Lastenneurologisen yhdistyksen asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim, 2010 (viitattu 21.11.2018). Saatavilla internetissä: [www.kaypahoito.fi](http://www.kaypahoito.fi)
- Korkman, M., Kirk, U. & Kemp, S. L. (1997). NEPSY. Lasten neuropsykologinen tutkimus. Käsikirja I. Helsinki: Psykologien kustannus Oy.

- Kunnari, S. & Leinonen, E., 2011. Kielellinen erityisvaikeus ja siihen liittyvät pragmaattiset ongelmat. Teoksessa S. Loukusa & L. Paavola (toim.). *Lapset kieltä käyttämässä. Pragmaattisten taitojen kehitys ja sen häiriöt*, s. 147-156. Jyväskylä: PS-kustannus.
- Kuusinen, J., & Blåfield, L. (1974). *Psykolingvististen kykyjen testi ITPA*. Jyväskylän yliopisto, Kasvatustieteiden tutkimuslaitos.
- Laasonen, M., Smolander, S., Lahti-Nuutila, P., Leminen, M., Lajunen, H. R., Heinonen, K., Pesonen, A-K., Bailey, T., Pothos, E., Kujala, T., Leppänen, P. H., Bartlett, C. W., Geneid, A., Lauronen, L., Service, E., Kunnari, S. & Arkkila, E. (2018). Understanding developmental language disorder-the Helsinki longitudinal SLI study (HelSLI): a study protocol. *BMC psychology*, 6(1), 24.
- Lagström, H., Rautava, P., Kaljonen, A., Räihä, H., Pihlaja, P., Korpilahti, P., ... & Niemi, P. (2012). Cohort profile: Steps to the healthy development and well-being of children (the STEPS Study). *International Journal of Epidemiology*, 42(5), 1273-1284.
- Lenhard, W. & Lenhard, A. (2016). *Calculation of Effect Sizes*. (viitattu 15.04.2019) Saatavilla internetissä: [https://www.psychometrica.de/effect\\_size.html](https://www.psychometrica.de/effect_size.html). Dettelbach (Germany): Psychometrica. DOI: 10.13140/RG.2.1.3478.4245
- Leonard, L. B. (2014). *Children with specific language impairment*. MIT press.
- Lum, J. A. G., Conti-Ramsden, G., Page, D. K., & Ullman, M. T.(2011). Working, Declarative and Procedural Memory in Specific Language Impairment. *Cortex*, 1-17.
- Lyytinen, P. (2011). Varhainen kielen kehitys lukemaan oppimisen ennustajana. *Psykologia*, 46(02-03), 99-107.
- Lyytinen, P. (2000). *Varhaisen kommunikaation ja kielen kehityksen arviointimenetelmä*. Niilo Mäki Instituutti.
- Miyake, A., & Shah, P. (1999). *Models of working memory. Mechanisms of active maintenance and executive control*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Montgomery, J. W., & Evans, J. L. (2009). Complex sentence comprehension and working memory in children with specific language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 52(2), 269-288.

- Montgomery, J. W. (1995). Sentence comprehension in children with specific language impairment: The role of phonological working memory. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 38*(1), 187-199.
- Montgomery, J. W. (2000). Verbal working memory and sentence comprehension in children with specific language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 43*(2), 293-308.
- Nickisch, A., & Von Kries, R. (2009). Short-term memory (STM) 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.
- Nummenmaa, L. (2009). *Käyttätymistieteiden tilastolliset menetelmät*, Kustannusosakeyhtiö Tammi, Helsinki.
- Oberauer, K., Lewandowsky, S., Awh, E., Brown, G. D., Conway, A., Cowan, N., ... & Ward, G. (2018). Benchmarks for models of short term and working memory. *Psychological Bulletin*.
- Paul, R., Looney, S. S., & Dahm, P. S. (1991). Communication and socialization skills at ages 2 and 3 in “late-talking” young children. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 34*(4), 858-865.
- Pennington, B. F., & Bishop, D. V. (2009). Relations among speech, language, and reading disorders. *Annual review of psychology, 60*.
- 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.
- Redmond, S. M., Thompson, H. L., & Goldstein, S. (2011). Psycholinguistic profiling differentiates specific language impairment from typical development and from attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of Speech, language, and hearing research, 54*(1), 99-117.
- Renfrew, C. E. (1995). *Word finding vocabulary test*. Bicester: Winslow press limited.
- Rescorla, L., & Achenbach, T. M. (2002). Use of the Language Development Survey (LDS) in a national probability sample of children 18 to 35 months old. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 45*(4), 733-743.
- Rescorla, L. (2011). Late talkers: Do good predictors of outcome exist?. *Developmental Disabilities Research Reviews, 17*(2), 141-150.

- Rescorla, L., Mirak, J., & Singh, L. (2000). Vocabulary growth in late talkers: Lexical development from 2; 0 to 3; 0. *Journal of child language*, 27(2), 293-311.
- Reynell, J. K., Huntley, M. (2001). *Reynell Developmental Language Scales III*. NFER-Nelson Publishing Company: Windsor. Korttesmaa, M., Heimonen, K., Merikoski, H., Warma, M. L. & Varpela, V. Psykologien Kustannus: Helsinki.
- Roos, E. M., & Ellis Weismer, S. (2008). Language outcomes of late talking toddlers at preschool and beyond. *Perspectives on language learning and education*, 15(3), 119-126.
- Tomblin, J. B., Records, N. L., Buckwalter, P., Zhang, X., Smith, E., & O'Brien, M. (1997). Prevalence of specific language impairment in kindergarten children. *Journal of speech, language, and hearing research*, 40(6), 1245-1260.
- Toppelberg, C. O., & Shapiro, T. (2000). Language disorders: A 10-year research update review. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 39(2), 143-152.
- Tuovinen, S., Ahonen, T. & Westerholm, J. (2008). *Sananlöytämistesti*. Niilo Mäki Instituutti & Haukkarannan koulu.
- Vance, M. (2008). Short-term memory in children with developmental language disorder. *Teoksessa C. F., Norbury, J. B., Tomblin, & D. Bishop (toim.) Understanding developmental language disorders: From theory to practice*, 23-38.
- 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.
- Wechsler, D. (2003). *The Wechsler Intelligence Scale for Children - IV*. Pearson: London. Psykologien kustannus: Helsinki.
- Whitehurst G, Fischel J. 1994. Early developmental language delay: what, if anything, should the clinician do about it? *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 35(4), 613–648.