

**ALLE KOULUIKÄISTEN LASTEN FONOLOGINEN LYHYTKESTOINEN
MUISTI - PYSYVYYS SEKÄ YHTEYDET KIELELLISIIN TAITOIHIN JA
DYSLEKSIA-RISKIN ILMENEMISEEN**

JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO
Psykologian laitos
P.O. Box
40351 Jyväskylä

Psykologian pro gradu -tutkielma

Ulla Salo

Jyväskylän Yliopisto

Elokuu 2000

TIIVISTELMÄ

Alle kouluikäisten lasten fonologinen lyhytkestoinen muisti – pysyvyys sekä yhteydet kielellisiin taitoihin ja dysleksiariskin ilmenemiseen

Tekijä: Ulla Salo

Ohjaaja: Anna-Maija Poikkeus

Psykologian pro gradu -tutkielma

Jyväskylän yliopisto, Psykologian laitos

Elokuu 2000

38 sivua, 1 liite

Tutkimuksella kartoitettiin fonologisen lyhytkestoisen muistin kehitystä kolmanteen viidenteen ikävuoteen ja muistimittojen yhteyksiä sanavarastoon, fonologiseen tietoisuuteen ja yleiseen kehitystasoon 67 lapsen aineistossa osana Jyväskylän yliopiston psykologian laitoksella toteutettavaa Varhainen kielen kehitys ja geneettinen dysleksiariski- pitkittäistutkimusprojektia. Lisäksi tutkittiin eroavatko lapset, joilla on perhetaustansa vuoksi riski vaikeaa-asteiseen lukemisvaikeuteen (riskiryhmä, 37 lasta), muistitaidoissa lapsista, joiden vanhemmilla ja suvussa ei ole todettu vastaavia vaikeuksia (verrokkiryhmä, 30 lasta). Tulokset osoittivat erityisesti lauseiden toistamisessa mutta myös numerosarjojen toistotehtävässä (Digit span) vahvaa pysyvyyttä iästä toiseen. Korrelaatioiden tarkastelu osoitti lauseiden toistamisen olevan yhteydessä etenkin sanavaraston mittoihin ja Digit span-tehtävän olevan voimakkaimmin yhteydessä fonologiseen tietoisuuteen. Numerosarjojen ja lauseiden toistaminen sekä myös merkityksettömien sanojen toistaminen olivat yhteydessä myös 2 vuotiaana arvioituun yleiseen kehitystasoon ja 5 vuotiaana kielellisen älykkyyden pistemäärään. Numerosarjojen toistamistehtävällä mitatun muistikapasiteetin ja fonologisen tietoisuuden kehityksellinen yhteys osottautui vastavuoroiseksi; varhaisen iän muisti oli yhteydessä myöhempään fonologisen tietoisuuden taitoihin ja varhainen fonologinen tietoisuus puolestaan oli yhteydessä myöhempään muistikapasiteettiin. Dysleksiariskiryhmään ja verrokkiryhmään kuuluvien lasten välillä ilmeni lievä ero ainoastaan kahdessa ikävaiheessa toistetun Digit spanin tasossa. Saadut tulokset viittaavat fonologisten muistitaitojen kartoittamisen merkitykseen oppimisvaikeuksia koskevien riskien varhaisessa tunnistamisessa.

Avainsanat: fonologinen lyhytkestoinen muisti, sanavarasto, fonologinen tietoisuus, dysleksiariski

SISÄLTÖ

1. JOHDANTO.....	1
2. TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN.....	6
2.1. Tutkittavat.....	6
2.2. Menetelmät.....	7
2.2.1. Muisti.....	7
2.2.2. Sanavarasto.....	10
2.2.3. Fonologinen tietoisuus.....	12
2.2.4. Kognitiivinen taso.....	12
2.3. Aineiston analysointi.....	13
3. TULOKSET.....	14
3.1. Muistimittojen keskinäisyhteydet ja pysyvyys iästä toiseen.....	14
3.2. Muistimittojen yhteydet sanavarastoon, fonologiseen tietoisuuteen ja kognitiiviseen tasoon.....	17
3.3. Aikasarja-analyysit muistin ja kielellisten mittojen vaikutusten suunnasta.....	21
3.4. Dysleksiariskiryhmän ja verrokkiryhmän vertailu muistin mittoissa.....	22
4. POHDINTA.....	25
LÄHTEET.....	31
LIITE	

1. JOHDANTO

Lyhytkestoista tiedonkäsittelyä ylläpitävä työmuisti on noussut merkittäväksi kiinnostuksen kohteeksi oppimisen tutkimuksessa. Työmuistin käsitettä käyttivät jo 1960-luvun lopulla Atkinson ja Shiffrin, jotka määrittivät työmuistin lyhytkestoisessa muistissa väliaikaisesti tiedon koodauksesta ja prosessoinnista vastaavaksi osaksi (Atkinson & Shiffrin, 1971). Sensorisen rekisteröinnin kautta vastaanotettua informaatiota prosessoidaan lyhytkestoisessa säilössä, josta aines joko häviää tai siirtyy pitkäkestoiseen säilöön. Verbaalisessa muodossa olevan aineksen lyhytkestoisesta käsittelystä käytetään vaihtelevasti sekä fonologisen työmuistin että fonologisen lyhytkestoisen muistin termejä (ks. Shah & Miyake, 1999). Uutta muistitutkimusta edustava Baddeley (1986; 1999) erottelee työmuistissa seuraavat kolme toiminnallista yksikköä: toimeenpanevista ja säätelevistä tehtävistä vastaava keskusyksikkö, visuaalispataalinen sketchpad sekä fonologinen looppi. Fonologinen looppi esiintyy määritelmässä usein teoreettisena käsitteenä ja fonologinen työmuisti sen operationaalisena vastinparina. Fonologisella työmuistilla oletetaan olevan merkittävä rooli erilaisten kielellisten taitojen kehityksessä, ja myös sen yhteydet lukemaan oppimiseen on havaittu vahvoiksi (Torgesen & Wagner, 1998). Fonologisen prosessoinnin malleissa (Lyon, 1995) työmuistin toiminnot sisällytetään kolmanneksi komponentiksi fonologisen tietoisuuden ja nimeämisen rinnalle. Fonologisen työmuistin piirteiden kehitystä ja yhteyksiä sanavaraston ja fonologiseen tietoisuuden kehitykseen on tutkittu kuitenkin yllättävän vähän varhaislapsuudessa ja erityisesti pitkittäistutkimuksen avulla saatavaa tietoa on saatavilla suppeasti.

Lasten muistissa tapahtuu iän myötä muutoksia usealla osa-alueella. Lyhytkestoisen muistin kapasiteetti kasvaa toisesta ikävuodesta nuoruusikään (Dempster, 1981), ja huomattava parannus tapahtuu erityisesti neljän ja kuuden ikävuoden välillä (Miller & Vernon, 1996). Kehityksen myötä lisääntyvä tietomäärä vaikuttaa uuden tiedon omaksumiseen; oppimista helpottaa uuden tiedon yhdisteltävyys muistissa jo olevaan ainekseen (Hall, Lamb, & Perlmutter, 1986). Lisäksi erilaisten muistamista helpottavien strategioiden käytön omaksuminen parantaa muistisuorituksia (Goswami, 1998). Merkittäväksi kehitykselliseksi tekijäksi katsotaan myös tiedon prosessointinopeuden

lisääntyminen (Kail, 1991). Merkittävimpänä syynä neljän ja kuuden ikävuoden välillä tapahtuvalle muistitoimintojen parannukselle tutkijat pitävät nimenomaan prosessointinopeuden kasvua (Miller & Vernon, 1996). Myös muistiin varastoitu tieto vaikuttaa prosessointia nopeuttavasti (Gathercole & Adams, 1994). Esimerkiksi shakkiasiantuntijoiden nopeamman tiedon prosessointikyvyn on ajateltu johtuvan suuremmasta peliin liittyvästä tietämyksestä (Schneider, Gruber, Gold, & Opwis, 1993).

Lasten muistin tutkimuksen painopiste on ollut vauvaikäisten muistitoiminnoissa ja toisaalta esikoulu- ja kouluikäisten muististrategioiden tarkastelussa, leikki-ikäisten muistista ja sen pysyvyydestä on sen sijaan niukalti tutkimustuloksia. Vauvojen varhaisia muistitoimintoja koskevien tutkimusten perusteella on ollut mahdollista päätellä muistisuorituksilla olevan jatkuvuutta ja ennustearvoa myöhemmälle kehitykselle (mm. Thompson, Fagan, & Fulker, 1991). On havaittu esimerkiksi, että ensimmäisen elinvuoden aikana arvioitu kyky nopeaan tiedon prosessointiin ennakoi 6-vuotiaan yleisiä kielellisiä ja lukemiseen liittyviä taitoja (Rose, Feldman, & Wallace, 1992). Varhaisen muistin ominaisuuksia kartoittaneen Conradin (1971) tutkimukset osoittivat, että 4-5-vuotiaana lapset käyttävät ensisijaisesti visuaalisia muistikuvia koodatessaan tietoa lyhytkestoiseen muistiin, kun sen sijaan kuudesta vuodesta ylöspäin lapset käyttävät pääasiassa fonologista koodausta mieleen painamisessa. Vanhempien lasten muistitoimintoja koskeva tieto liittyy ensisijaisesti muististrategioiden kehittymiseen ja lasten käsityksiin muistitaidoistaan (mm. Goswami, 1998). Lasten käsityksiä omista muistitaidoistaan, metamuistia (Brown, Bransford, Ferrare, & Campione, 1983), on tarkasteltu mm. pyytämällä lasta ennakoimaan omaa muistisuoriutumistaan tulevassa tehtävässä. Jo neljävuotiaiden lasten kohdalla on saatu rohkaisevia tuloksia muististrategioiden käytöstä. Henry ja Norman (1996) havaitsivat, että mikäli kuvien muistamistehtävässä lapsi verbaalisesti nimesi kuvan sen esittämisen jälkeen, oli muistaminen parempaa verrattaessa suoriutumista lapsiin, jotka eivät käyttäneet nimeämistä muististrategiana. Nuorimmille lapsille oman toiminnan ja sen seurausten arviointi voi kuitenkin olla vielä ylivoimaista, mikä estää tehokkaan strategisen toiminnan aikaansaamiseen (Guttentag, 1995).

Kouluiässä lasten muistia arvioidaan useimmin erilaisten muistikapasiteetin mittojen avulla. Alle kouluikäisten ja kouluikäisten lasten yleistä kognitiivista tasoa mitataan Wechslerin älykkyystesteihin (WPPSI-R; Wechsler, 1995; WISC-R, Wechsler, 1984; WISC-III, Wechsler, 1997) ja lasten neuropsykologiseen tutkimustestistöön (NEPSY;

Korkman, Kirk, & Kemp, 1997) on sisällytetty osatestejä, jotka antavat tietoa muistin kapasiteetista. Tyypillisimpiä lyhytkestoista muistia arvioivia testejä ovat memory span-tehtävät, joissa tutkittava toistaa hänelle esitettyjä ärsykeitä, kuten numero-, tai tavusarjoja tai sanoja (Gathercole, Willis, Baddeley, & Emslie, 1994). Toinen yleinen tehtävätyyppi on epäsanojen toistotehtävä, jossa lapsi kuulee yksittäisiä, vieraita sanoja, jotka hänen tulee toistaa välittömästi (Gathercole ym. 1994). Ärsykkeinä voidaan käyttää joko ei-merkityksellisiä epäsanoja, joissa on kielen rakenteen vastaisia fonologisia kombinaatioita (esim. ustrupiini; NEPSY, 1997) tai ns. pseudosanoja, jotka ovat kielen rakenteen mukaisia (esim. viitterä; Morfologia testi, Lyytinen, 1989). Jatkossa molemmista tehtävätyypeistä käytetään yksinkertaisuuden vuoksi termiä epäsanojen toistotehtävä. Epäsanojen toistamistehtävissä suoriutumisen on todettu korreloivan merkittävästi numerosarjojen toistamisen kanssa (Gathercole, Willis, & Baddeley, 1991; Gathercole, Willis, Baddeley, & Emslie, 1994). Gathercole ym. (1994) olettavat, että molemmat tehtävät kuormittavat fonologista muistia, mutta numerosarjojen toistaminen mittaa hyvin spesifisti lyhytkestoista muistia, kun taas erilaiset epäsanojen toistotehtävät vaativat muistin lisäksi vahvasti artikulatorisia taitoja. Tutkimuksessa, johon osallistui 4-9-vuotiaita lapsia, epäsanojen toistotehtävä nousi numerosarjojen toistotehtävää vahvemmasi sanavaraston, lukemisen sekä kielen ymmärtämisen ennustajaksi (Gathercole, ym. 1994).

Neuropsykologisessa tutkimustraditiossa lasten työmuistia on arvioitu myös lauseiden toistamistehtävillä sekä kertomuksen yksityiskohtien, visuaalis-auditivisten assosiaatioiden tai sanalistojen muistamistehtävillä (NEPSY, 1997). Uusien sanojen oppimisen ajatellaan edellyttävän sekä kykyä prosessoida sanallista tietoa fonologisessa muodossa että pitkäkestoisessa muistissa jo oleviin sanoihin liittyvän tiedon hyödyntämistä (Gathercole, Hitch, Service, & Martin, 1997). Viimeaikaisissa muistin malleissa korostetaan pitkä- ja lyhytkestoisen muistin kiinteää yhteyttä etenkin taitavissa suorituksissa (mm. Ericsson & Delaney, 1999). Fonologisen työmuistin oletetaan toimivan väylänä tiedon siirtymisessä pitkäkestoiseen muistiin (Gathercole & Baddeley, 1993), ja sen toimivuuden oletetaan ennakoivan sanavaraston kertymistä (Michas & Henry, 1994). Kyvyn säilyttää mielessä epäsanoja on ajateltu olevan yhteydessä lasten kykyyn oppia uusia sanoja (Gathercole, Willis, Baddeley, & Emslie, 1994). Kykyä saada fonologista informaatiota tehokkaasti käyttöön sanavarastosta arvioidaan mm. erilaisilla nopeaa nimeämistä vaativilla tehtävillä (Lyon, 1995).

Lyhytkestoisen verbaalisen muistin on todettu ennakoivan puheen havaitsemisen ja yleisen kognitiivisen kyvykkyyden lisäksi fonologista tietoisuutta, ts. kykyä havaita kielen koostuvan erilaisista äänneistä sekä ymmärrystä liittyen siihen, että kielen äänneitä on mahdollista muokata (McBride-Chang, Wagner, & Chang, 1997). Fonologisen tietoisuuden ja fonologisen työmuistin mittauksissa on usein päällekkäisyyttä, koska monissa fonologista tietoisuutta mittaavissa tehtävissä on samalla vahva työmuistin vaade (McBride-Chang, 1995). Suoriutumisen memory span - ja epäsanojentoistotehtävässä on havaittu olevan yhteydessä esimerkiksi riimien tunnistamiseen (Gathercole, Willis, & Baddeley, 1991). Fonologisen muistin ja fonologisen tietoisuuden suhteen laadussa tapahtuu todennäköisesti muutoksia kehityksen myötä. Rohl ja Pratt (1995) ovat esimerkiksi esittäneet, että fonologinen tietoisuus ja fonologinen työmuisti olisivat aluksi ikään kuin yleistä fonologista kyvykkyyttä, jossa asteittain tapahtuu eriytymistä lasten oppiessa lukemaan ja kirjoittamaan. On vahvaa tutkimusnäyttöä siitä, että fonologisen koodauksen ongelmat vaikeuttavat kirjain-äänne vastaavuuden hyväksikäyttöä sanoja dekodattaessa (Torgesen & Wagner, 1998) ja että varhaiset fonologisen tietoisuuden ongelmat saattavat ennakoita lukemisen ja kirjoittamisen pulmia kouluiässä (Scarborough, 1990). Toisaalta myös vaikeuden säilyttää muistissa verbaalista tietoa on havaittu myös olevan yksi yleisistä kognitiivisista puutteista lukivaikeuksisilla lapsilla (Torgesen & Wagner, 1998).

Fonologisen tietoisuuden ja muistin kehittymistä on tutkittu runsaasti etenkin vaikean lukemisen ja kirjoittamisen vaikeuden, dysleksian yhteydessä. Dysleksia määritellään osittain perinnöllistä kautta välittyväksi kielelliseksi vaikeudeksi, jossa ilmenevien yksittäisten sanojen dekodauksen pulmien taustalla uskotaan piilevän heikkouksia fonologisessa prosessoinnissa (Lyon, 1995). Vaikeuksien taustalla ei kuitenkaan määritelmän mukaan voi olla yleinen kehityksen viivästyminen tai puutteelliset aistitoiminnot (Lyon, 1995). Dysleksiaa on arvioitu esiintyvän noin 3-10 prosentilla väestöstä (Lefly & Pennington, 1996).

Vakavilla lukutaidon puutteilla on moninaisia vaikutuksia yksilön elämään, niin kouluasuoriutumiseen (Ahonen, Lamminmäki, Närhi, & Räsänen, 1997) kuin uskomuksiin omista taidoista ja pystyvyydestä (Wang, Haertel, & Walberg, 1994), ja vaikeuksien tiedetään usein jatkuvan aina aikuisuuteen asti (Leinonen, Muller, Leppänen, Aro, Ahonen, & Lyytinen, 1999). Vaikka fonologisen tietoisuuden puutteet

oletetaan merkittävimäksi dysleksiaan liittyväksi pulmaksi (Pennington, Van Orden, Kirson, & Haith, 1991), on dyslektisillä lapsilla ja aikuisilla havaittu puutteita myös työmuistissa liittyen kielellisen informaation käsittelyyn (Pennington, Van Orden, Smith, Green, & Haith, 1990). On kuitenkin esitetty, etteivät puutteet fonologisessa työmuistissa olisi tyypillisiä kaikille dyslektikoille, vaan pikemminkin erityiselle alaryhmälle, tai että ne eivät olisi kehityksellisesti yhtä pysyviä kuin puutteet fonologisessa tietoisuudessa. Lisäksi on esitetty oletus, että heikkoudet fonologisessa työmuistissa olisivat pikemminkin dysleksian seuraamuksia kuin sitä edeltäviä kausaalisia tekijöitä (Pennington, Van Orden, Kirson, & Haith, 1991). Viime aikoina on dysleksian tutkimuksessa alettu kiinnittää huomiota kielten välisiin eroihin. On spekuloitu (Leinonen, ym. 1999), että suomen kielisillä lapsilla lukemaan oppimisessa työmuistilla voisi olla suurempi merkitys kuin englannin kielisillä lapsilla (noin kymmenen prosenttia, Pratt & Brady, 1988). Erityisesti pitkät sanat edellyttävät laajaa työmuistin kapasiteettia, jotta ne olisi mahdollista tunnistaa (Carr, Brown, Varvus, & Evans, 1990).

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on tarkastella alle kouluikäisille lapsille (3.5-,5- ja 5.5-vuotiaana) tehtyjä, fonologista muistia arvioivia tehtäviä ja niiden yhteyksiä kielellisiin taitoihin, erityisesti sanavarastoon ja fonologiseen tietoisuuteen seuranta-aineistossa, jossa on lukemisvaikeuden riskin suhteen eroavia lapsia. Ensimmäisenä tutkimusongelmana on selvittää, onko lyhytkestoisen muistin kapasiteetissa aiempien tutkimusten mukaista kehityksellistä kasvua (Miller & Vernon, 1996), miten erilaiset fonologista muistia ja muistikapasiteettia mittaavat testit ovat yhteydessä toisiinsa eri tutkimusajankohtina ja kuinka pysyviä lasten muistisuoritukset ovat iästä toiseen. Toiseksi analysoidaan muistimittojen yhteyksiä kielitaidon mittoihin, erityisesti sanavarastoon ja fonologiseen tietoisuuteen. Kirjallisuudessa on runsaasti havaintoja fonologisen muistin ja sanavaraston yhteyksistä (Gathercole, Hitch, Service, & Martin, 1997) ja vaikutuksen suunnasta on esitetty hypoteesi, jonka mukaan fonologinen työmuisti ennakoii sanavaraston kertymistä (Michas & Henry, 1994). Tutkimusoletuksena on aiemman tutkimuksen perusteella (Gathercole, Willis, Baddeley, & Emslie, 1994), että epäsanojen toistotehtävä on fonologisen työmuistin mitoista voimakkain sanavaraston karttumisen ennustaja. Lisäksi oletetaan, että varhainen työmuisti ennustaa fonologisen tietoisuuden kehitystä (McBride-Chang, Wagner, & Chang, 1997). Koska työmuistin tiedetään korreloivan vahvasti yleisiin

älykkyyden mittoihin sekä aikuisilla (Kyllönen & Christal, 1990) että lapsilla (Miller & Vernon, 1996), tarkastelun kohteena ovat myös muistimittojen ja kognitiivisen tason mittojen yhteydet. Neljäntenä tutkimusongelmana, joka perustuu oletuksiin työmuistin puutteiden ja dysleksiaan liittyvien kielellisten pulmien yhteydestä (Pennington, Van Orden, Smith, Green, & Haith, 1990), vertaillaan dysleksiariskiryhmään ja verrokkiryhmään kuuluvien lasten muistisuorituksia.

2. TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN

2.1. Tutkittavat

Tutkittavina oli 67 vuosina 1993-1996 syntynyttä lasta, jotka muodostavat osa-aineiston Varhainen kielen kehitys ja geneettinen dysleksiariski- pitkäikäistutkimusprojektiin osallistuvista lapsista. Osa-aineiston valintaperusteena oli, että lapset olivat osallistuneet 5.5 vuoden iässä tehtäviin tutkimuksiin ja heidän tutkimustietonsa tämän ikävaiheen muistitehtävistä olivat käytettävissä. Otokseen kuului 31 tyttöä (46.3%) ja 36 poikaa (53.7%). Kaikki tutkittavat olivat syntymähetkellä fyysisesti ja neurologisesti terveitä. Lapsissa ei ollut pienipainoisia tai huomattavasti ennen laskettua aikaa syntyneitä keskosia (lapset olivat täysiaikaisina syntyneitä lukuun ottamatta viittä lasta, jotka syntyivät keskimäärin raskausviikolla 37.2 vaihteluvälin ollessa 36.9 –37.6). Lapsista oli esikoisia 32 (47.8%). Yleisin lasten lukumäärä perheissä oli kaksi lasta, kahden lapsen perheitä otoksessa oli 34 (50.7%).

Otokseen sisältyi yksi ei-identtinen kaksospari. Lapsista kuului 37 (17 poikaa, 20 tyttöä) dysleksiariskiryhmään, jossa yhdellä tai molemmilla vanhemmilla ja lähisukulaisella on ilmennyt vaikeutta lukemisessa ja/tai kirjoittamisessa, ja 30 lasta (19 poikaa, 11 tyttöä) kuului verrokkiryhmään, jossa vanhemmilla tai suvussa ei tällaisia ongelmia ole havaittu.

Lapsen syntyessä äitien keskimääräinen ikä oli 29.5 vuotta isien keskimääräisen iän ollessa 31.5 vuotta. Perus- ja jatkokoulutuksen huomioonottavan 7-luokkaisen luokittelun mukaan äitien yleisin koulutustausta oli lukio yhdistyneenä opistoasteiseen tutkintoon (28.4%), isillä yleisin oli peruskoulun ja kouluasteisen tutkinnon yhdistelmä (44.8%). Peruskoulutuksen jälkeinen koulutus jakautui seuraavasti: ammatillisen korkea-asteen tai yliopistollisen tutkinnon oli suorittanut 20.9% äideistä ja 15.0% isistä, koulu- tai opistoasteisen tutkinnon oli suorittanut 73% sekä äideistä, että isistä, ja alle vuoden tai korkeintaan vuoden kestäväälle kurssille oli osallistunut 6.0% äideistä ja 11.9% isistä.

Vuonna 1992 alkanut pitkittäistutkimus toteutetaan Suomen Akatemian rahoittamana Jyväskylän yliopistossa. Tutkimusprojektin tavoitteena on kerätä tietoa varhaisesta kielen kehityksestä sekä selvittää vaikean lukemisen ja kirjoittamisen vaikeuden, dysleksian ennusmerkkejä. Tavoitteena on myös kehittää erityisesti kielellisen kehityksen arviointimenetelmiä, jotka soveltuvat suomalaiseen käyttöön (Lyytinen, Lari, Lausvaara, & Poikkeus, 1994; Lyytinen, 1996). Mukana seurannassa on kaikkiaan yli 200 perhettä. Perheiden valinta tapahtui kolmessa vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa Keski-Suomen läänin alueella asuneille vanhemmille (n = 8427) annettiin äitiysneuvolassa lyhyt kyselylomake. Toisessa vaiheessa tutkimukseen osallistumisesta kiinnostuneille vanhemmille (n = 4250) lähetettiin postitse laajempi kyselylomake. Kolmannessa vaiheessa vanhempien (n = 410) luku- ja kirjoitustaidot testattiin.

2.2. Menetelmät

2.2.1. Muisti

Auditiivista numerosarjatehtävää (Digit Span) käytettiin muistin mittana 3.5- ja 5.0-vuoden iässä. Tehtävä laadittiin Gathercolen ja Adamsin (1994) kuvaaman menettelyn mukaisesti valitsemalla numerosarjat satunnaisesti numeroista 1-6. Numerosarjat alkavat kahden numeron sarjoista (esim. 4-2) ja päättyvät kuuden numeron sarjoihin

(esim. 1-4-3-5-2-6). Kullakin tasolla lapselle esitetään toistettavaksi kaksi sarjaa ja mikäli hän toistaa molemmat oikein, siirrytään seuraavalle tasolle. Mikäli lapsi toistaa oikein vain toisen kahdesta sarjasta, esitetään hänelle kolmas saman pituinen numerosarja. Jos lapsi toistaa hänelle esitetyn kolmannen sarjan oikein, siirrytään yhtä numeroa pitempiin sarjoihin, muussa tapauksessa testaus lopetetaan. Työmuistin kapasiteetti määräytyy pisimmän hyväksytyyn (vähintään kaksi numerosarjaa oikein) suoritustason mukaan. Numerosarjatehtävä oli ärsykeiltään 3.5 ja 5 vuoden iässä sama, mutta jälkimmäisessä iässä ärsykkeiden esittäminen ja motivointi tehtävään tapahtui tietokoneen avulla. Numerosarjojen lisäksi 5-vuotiaana käytettiin myös tavusarjoja.

Lasten neuropsykologinen tutkimus- testistön (NEPSY; Korkman, Kirk, & Kemp, 1997) muistia arvioivista osatesteistä tehtiin sekä 3.5- että 5.5-vuotiaana *Kertomuksen oppiminen*, *Lauseiden toistaminen* ja *Merkityksettömien sanojen toistaminen*, ja 5.5-vuotiaana lisäksi *Nimien oppiminen*. NEPSY pyrkii antamaan tietoa niiden prosessien toimivuudesta, jotka heijastelevat aivojen toimintaa 3-12-vuotiailla lapsilla. Käytännön kliinisessä työssä se palvelee etenkin erilaisten oppimis- ja kehitysongelmien diagnosoinnin ja tarkemman neuropsykologisen luonteen arvioinnin välineenä. *Kertomuksen oppiminen* -osatehtävässä lapselle kerrotaan lyhyt tarina ja pyydetään toistamaan se ensin muistinvaraisesti (vapaa tuottaminen) ja tarvittaessa vastaamaan täydentäviin 16 kysymykseen (ohjattu muistaminen). Osatestin pistemäärä (maksimi 32) on vapaan tuottamisen ja ohjatun muistamisen osioista saatujen pisteiden summa. *Lauseiden toistaminen* arvioi lapsen kykyä painaa mieleen ja toistaa piteneviä ja vaikeutuvia lauseita. Kustakin sanatarkasti oikein toistetusta lauseesta annetaan kaksi pistettä (17 osiota, maksimipistemäärä 34). *Merkityksettömien sanojen toistaminen* on NEPSYn luokituksessa sijoitettu varsinaisesti kielellisten toimintojen osa-alueelle, koska se edellyttää sekä fonologista erottelua ja tuottamista että muistia. Kirjallisuudessa esitetyn yleisen käytännön mukaisesti (vrt. Gathercole, Willis, Baddeley, & Emslie, 1994) merkityksettömien sanojen toistamistehtävä käsitellään tämän työn analyyseissa kuitenkin ensisijaisesti fonologisen muistin mittana. Tässä tehtävässä lapsi kuulee ääninauhalta merkityksettömiä sanoja, jotka hänen tulee toistaa (esim. ”saaloppi”). Osatestin pistemäärä on oikeiden vastausten lukumäärä (maksimipistemäärä 16). *Nimien oppiminen* -osatestissä lapselle näytetään lasten piirroksuvia ja niihin liitettävät nimet. Tehtävällä arvioidaan lapsen kykyä oppia esitettyjä nimiä sekä muistaa ne välittömästi (3 kertaa) ja viivästetysti (noin 30 minuutin

kuluttua). Nimien oppimistehtävä on normeerattu 5-12-vuotiaille lapsille, eikä sitä siten voitu käyttää vielä 3.5 vuoden iässä. Osatestin pistemäärä on kolmen välittömän mieleen palauttamisen ja viivästetyn mieleen palauttamisen summa (5-6-vuotiaille käytössä on 6 kuvaa maksimipistemäärän ollessa 24).

Lapset tekivät 3.5-vuotiaana myös toisen rinnakkaisen *merkityksettömien sanojen toistamistehtävän*, joka toteutettiin tietokonetestauksena. Anne Hietalan kehittämään tietokoneanimaatiotestistöön (Heps-Kups maassa) sisältyi tässä iässä kaikkiaan kahdeksan osatestiä. Osatestit on upotettu runsaita visuaalisia ja ääniärsykeitä sisältävään motivoivaan kertomukseen, jossa kaksi animaatiohahmoa seikkailee tietokonepelin tapaan ja lapsi etenee touch screeniä koskettaen. Lapsi saa tehtävien ohjeet animaatiohahmoilta, ja toimii tehtävissä joko koskettamalla vaihtoehtoisia kohteita tai antamalla kielellisiä vastauksia, jotka tallennetaan äänitiedostoiksi. Lapsen vieressä istuva testaja monitoroi osioista ja tehtävästä toiseen siirtymistä koodaamalla vastauksen oikeellisuuden. Tehtäväkohtaisen katkaisurajan täytyessä (3 tai 4 peräkkäistä kieltäytymistä) seuraavaan osatehtävään siirtyminen tapahtuu automaattisesti. Lapset vastaukset tallentuvat datatiedostoihin.

Merkityksettömien sanojen osatehtävässä lapsi kuulee ärsykesanat kuulokkeista. Lapselle annetaan seuraava ohje: "Aarrekätkön ovi aukeaa kun sanot salasanan minun perässäni. Sano aina samalla lailla kuin minä". Tehtävässä on kaksi harjoitusta: (Sano *kes*, Sano *neta*) ja 18 vakioidussa järjestyksessä esitettävää testiosiota. Ärsykesanat on laadittu yhdessä Jyväskylän yliopiston suomen kielen laitoksen tutkijoiden kanssa. Periaatteena oli, että vaikeutta pyrittiin saamaan ärsykeisiin fonologisten piirteiden kautta (esim. kaksoiskonsonantit kuten sanassa *keppammu*) ja pyrittiin välttämään työmuistia kuormittavia pitkiä ärsykeitä (pisimmät ärsykesanat 7 äännettä). Vastausten oikeellisuudesta riippumatta lapsi saa osioiden jälkeen nähdäkseen visuaalisia palkkioita (esim. ruukusta tulee esiin käärme, pullon suusta tuprahtaa savua). Harjoitusosioissa palkkio tulee jokaisen ärsykkeen yhteydessä, mutta testausvaiheessa vain joka toisen ärsykkeen yhteydessä. Osatestin pistemäärä on täysin oikeiksi koodattujen osioiden lukumäärä (1 p / osio; maksimipistemäärä 18).

2.2.2. Sanavarasto

Lasten sanaston kasvun varhaisesta perustasta alle 3-vuotiaana oli käytettävissä sekä vanhempien raportointiin että strukturoituun testiin pohjaavia mittoja. Vanhempien havainnot lapsensa varhaisesta sanaston kehityksestä kerättiin Paula Lyytisen suomen kieleen muokkaamalla (Lyytinen, 1999; Lyytinen, Lari, Lausvaara, & Poikkeus, 1994) *MCDI-lomakkeilla* (MacArthur Communicative Development Inventories: Words and gestures; Fenson, Dale, Reznick, Thal, Bates, Hartung, Petchick, & Reilly, 1991). Vanhempien täyttämien strukturoitujen lomakkeiden avulla kartoitetaan lapsen esikielellistä kommunikaatiota, ymmärtävää ja tuottavaa sanavarastoa, taivutusten hallintaa sekä ilmaisujen keskipituutta. Lomakkeissa ovat keskeisiä sanalistat, joista vanhempien pyydetään merkitsemään ne sanat, jotka heidän lapsensa ymmärtää ja tuottaa. Nuorempien lasten versio (The Infant MCDI) on tarkoitettu 8-16 kuukauden ikäisille ja vanhempien lasten versio (The Toddler MCDI) 16–30 kuukauden ikäisille lapsille. MCDI-lomakkeiden suomenkielisten versioiden on todettu toimivan hyvin ja antavan samansuuntaista tietoa lapsen kielen kehityksestä kuin kielitestit ja lapsen spontaanista puheesta tehdyt analyysit (Lyytinen, 1999). MCDI-menetelmän erottelukyky näyttäisi olevan parhaimmillaan kahden ikävuoden molemmin puolin. Tämän tutkimuksen analyysiin on sisällytetty vanhempien arviointi lapsen tuottavasta sanavarastosta 2-vuotiaana.

Strukturoituun testitilanteeseen pohjaavaa tietoa lapsen tuottavasta kielestä oli kahdesta ikävaiheesta: 2-vuotiaana käyttäen *Bayley Scales of Infant Development (BSID-II)*, Bayley, 1993) -testiä ja 2.5-vuotiaana käyttäen *Reynell Developmental Language Scales-Revised (RDLS-R)*, Reynell & Huntley, 1985) -testiä.

Tuottavan kielen mitta, joka perustuu kehityksen kokonaisarviointiin yhteydessä esiteltävään BSID-II-testiin, on kahdesta nimeämisosiosta laskettu summamuuttuja (maksimipistemäärä yhteensä 15). Toisessa osiossa lasta pyydetään nimeämään viisi tuttua esinettä (kynä, pallo, kirja, lusikka, kuppi) ja toisessa 10 kuvaa. Tätä indeksiä on käytetty mm. diagnosoimaan viivästymiä tuottavassa kielessä (Siegel, Cooper, Fitzhardinge, & Ash, 1995). RDLS on 1-7-vuotiaille lapsille tarkoitettu kielitesti, joka on maassamme käytössä erityisesti puheterapeuttien keskuudessa kielellisen kehityksen etenemisen ja häiriöiden kartoituksessa. Testin perusteella lapselle voidaan määrittää

sekä ymmärtävän että tuottavan kielen tasoa ilmentävät kokonaispistemäärät. Tuottavan kielen alueella kokonaispistemäärä muodostuu seuraavien kolmen osa-alueen summasta: 1) Sanavarasto (esineiden ja kuvien nimeäminen ja sanojen merkityksen selittäminen), 2) Vapaa tuottaminen sisältökuvista, ja 3) Rakenne (lapsen spontaanista puheesta arvioidaan mm. tuottavan sanaston määrää ja ilmausten kieliopillista kompleksisuutta). RDLS-testaus toteutettiin 2.5 -vuotiaana lapsen kotona tutkijan toimesta. RDLS:n tuottavan kielen mitoista käytetään tämän tutkimuksen analyyseissa sanavaraston summapistemäärää (maksimi 22).

Myöhemmissä ikävaiheissa sanavarastoa arvioitiin kolmella mitalla. *Bostonin nimentätestillä* (BNT; Kaplan, Goodglass, & Weintraub, 1983; Kaplan, Laine, Koivuselkä-Sallinen, Hänninen & Niemi, 1997) arvioitiin lapsen tuottavaa sanavarastoa 3.5- ja 5.5.-vuotiaana. Testissä on 60 yksittäin esitettävää kuvaa, jotka on asetettu vaikeusjärjestykseen. Lapselle on mahdollista antaa semanttisia tai foneemisia vihjeitä. Semanttinen vihje annetaan, mikäli lapsen vastauksesta ilmenee, että hän on havainnut kuvan väärin tai ilmaisee, ettei tunnista mitä kuva esittää (esim. se on syötävää). Foneemisena vihjeenä annetaan kunkin kohdesanan ensimmäinen tavu. Testipistemäärä koostuu spontaanisti oikein nimettyjen kohteiden ja semanttisen vihjeen jälkeen oikein nimettyjen kohteiden summasta (maksimipistemäärä 60). Reseptiivisen sanavaraston mittana oli 3.5 ja 5.0-vuotiaana *Peabody Picture Vocabulary Test* (PPVT-Revised Form M; Dunn & Dunn, 1981) Tässä testissä lasta pyydetään osoittamaan hänelle näytetyistä neljän kuvan sarjoista, sitä kuvaa, joka vastaa hänelle sanottua sanaa.

Pistemäärä muodostuu oikein tunnistettujen sanojen lukumäärästä (maksimi 166). Nuoremmilla lapsilla PPVT esitettiin lyhennettynä, adaptiivisena versiona. Siinä edettiin esittämällä lapselle aluksi vain joka viides osio, kunnes kriteerin täytyttyä (kolme epäonnistumista neljässä peräkkäisessä osiossa) siirryttiin osio osiolta etenevään adaptiiviseen testaukseen. Kolmantena sanastovaraston mittana oli kognitiivisen tason mittojen yhteydessä tarkemmin kuvattavan Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence-R (WPPSI-R; Wechsler, 1995) –testistön *Sanavarasto* –osatesti, joka tehtiin 5-vuotiaana. Sanavarasto-osatestissä lasta pyydetään selittämään annettujen sanojen merkitys, ja pistemäärä koostuu lapsen hyväksyttävästi määrittelemien sanojen summasta (pisteitys 0-2 p., maksimipistemäärä 63). Sanavarasto-osatestin katsotaan mittaavan lapsen kielen laatua ja abstraktin ajattelun tasoa, mutta myös ilmaisukykyä.

2.2.3. Fonologinen tietoisuus

Lapsen fonologista tietoisuutta arvioitiin 3.5- ja 5.5-vuotiaana. NEPSY-testistöstä käytettiin (Korkman, Kirk, & Kemp, 1997) kielellisten toimintojen alueelle kuuluvaa Fonologinen prosessointi –osatestin osia A ja B. *Sanan osien tunnistamisessa* (A-osa, 3-8 -vuotiaat) tutkija nimeää lapselle kolmen kuvan settejä ja pyytää lasta osoittamaan, missä sanassa kuuluu kysytty sanan osa (esim. Kampa, hampaat, raha - Missä on “ah”). Kysyttävät osat ovat sanan, tavun, tavukombinaation tai 2-3 äänteen kokoisia. *Sanan jakamisessa osiin* (B-osa, 5 - 8 -vuotiaat) lapsen tehtävänä on poistaa annetusta sanasta tavu tai äänne (esim. Sano takka. Sano se nyt uudelleen, mutta älä sano t) tai korvata äänne toisella ja näin muodostaa alkuperäisestä sanasta uusi sana (esim. Sano helmi. Sano se nyt uudelleen, mutta älä sano i, vaan sano a). Lapsille esitettiin 3.5-vuotiaiden testauksessa vain A-osa (maksimipistemäärä 14) ja 5.5.-vuotiaiden testauksessa sekä A-että B-osa (maksimipistemäärä yhteensä 36). Toisena mittana oli 5.5-vuoden iässä Poskiparran, Niemen ja Lepolan (1994) Diagnostiset testit I - Lukemisen ja kirjoittamisen osatesti *Tavun poistaminen sanasta*. Tämä osatesti pyrkii arvioimaan tavutason kielellistä tietoisuutta. Osatestissä lasta pyydetään poistamaan tavu annetuista sanoista (esim. Jos sanasta paluu otetaan pa pois, niin mikä sana saadaan?). Maksimipistemäärä tässä osatehtävässä on 10.

2.2.4. Kognitiivinen taso

Lapsen kognitiivisen kehityksen kokonaisarvioinnin mittana käytettiin 2-vuotiaana *Bayley Scales of Infant Development-II* (BSID-II; Bayley, 1993) testiin perustuvaa kehitysindeksiä (MDI, Mental Development Index, keskiarvo = 100, keskihajonta = 15). BSID-II on 1 kk - 3.5 vuoden ikäisille tarkoitettu testistö, jolla arvioidaan lapsen tämänhetkistä psyykkistä ja motorista kyvykkyyttä. Sen avulla voidaan myös pyrkiä diagnosoimaan viiveitä kehityksessä, ja sitä voidaan käyttää perustana interventioiden suunnittelussa.

Esikouluikäisten (3 v – 7 v 3 kk) yleisen kognitiivisen kapasiteetin ja oppimisvalmiuksien kartoittamiseen tarkoitettu *Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence-R* (WPPSI-R; Wechsler, 1995) –testistä tehtiin 5 vuoden iässä lyhennetty kuuden osatestin versio. Kielellisistä osatesteistä tehtiin Sanavarasto, Laskutehtävät sekä Yleinen käsityskyky. Suoritusosan osatesteistä tehtiin Kuutiotehtävät, Kokoamistehtävät ja Kuvien täydentäminen. Lyhennetyin version osatestit valittiin käyttäen kirjallisuudesta löytyviä suosituksia, joiden mukaan Wechsler’in kouluikäisille tarkoitettun WISC-R –testin yleisimmin käytetyt lyhyet versiot sisältävät ennen kaikkea Sanavaraston, Laskutehtävät, Kuutiotehtävät ja muita usein käytettyjä ovat Kokoamistehtävät sekä Yleinen käsityskyky tai vaihtoehtoisesti Yleistietous (Sattler, 1992). Kielellisen älykkyyden standardipistemäärä ja suoritusosan standardipistemäärä estimoitiin kumpikin kolmeen osatestiin perustuen manuaalin ohjeiden mukaan (estimaatin kertoimena 1.67). Näiden standardipistemäärien estimaattien perusteella määriteltiin kielellisen osan ja suoritusosan älykkyysosamäärät (VIQ ja PIQ, keskiarvo = 100, keskihajonta = 15).

2.3. Aineiston analysointi

Muistimittojen keskinäisiä yhteyksiä tarkasteltiin korrelaatioanalysein. Lisäksi regressioanalyysin avulla tutkittiin missä määrin 3.5-vuotiaana arvioidut muistin mitat selittävät eri muistitehtävissä suoriutumista viidentenä ikävuonna.

Muistimittojen yhteyksiä sanavaraston ja fonologisen tietoisuuden mittoihin sekä yleiseen kognitiiviseen tasoon tutkittiin korrelaatioanalysein. Hypoteeseja koskien sanavaraston ja fonologisen tietoisuuden sekä muistin kehityksellisen yhteyden suuntaa tutkittiin yhden ryhmän aikasarja-analyyseilla (LISREL-ohjelmistolla toteutetut crosslag-analyysit). Dysleksiariskin omaavien lasten ja verrokkiryhmän välisten erojen tarkastelussa käytettiin toistomittausasetelmaan soveltuvaa monimuuttujaista varianssianalyysiä (MANOVA) sekä yksittäisiä t-testivertailuja.

Ennen korrelaatioanalyseja muuttujien normaalisuutta tarkasteltiin Kolmogorov-Smirnov -testillä. Testi osoitti lähes kaikkien muuttujien noudattavan normaalijakaumaa. Korrelaatioanalyysit raportoidaan siten pääosin Pearsonin

korrelaatiokerrointa käyttäen ja vain muutaman normaalista poikkeavalla tavalla jakautuneen muuttujan korrelaatiot laskettiin Spearmanin järjestyskorrelaatiokerrointa käyttämällä (nämä tapaukset on merkitty taulukoihin erikseen). Kaikki käytetyt analyysit, lukuun ottamatta LISREL 7.20-ohjelmistolla toteutettua aikasarja-analyysiä, on toteutettu SPSS for Windows 9.01-ohjelmalla.

3. TULOKSET

3.1. Muistimittojen keskinäisyhteydet ja pysyvyys iästä toiseen

Muistisuoritusten pysyvyys käytettäessä samoja testejä kahden vuoden välein oli voimakkainta Lauseiden toistamisessa ja numerosarjojen toistamisella mitatussa muistikapasiteetissa (Digit span). Myös muistin eri komponentteja edustavien mittojen välillä oli korrelaatioita. Nimien oppiminen oli voimakkaasti yhteydessä Lauseiden toistamiseen sekä 3.5 että 5.5 vuoden iässä, mutta se korreloi voimakkaasti vain 5-vuotiaana arvioituun Digit spaniin. Viisivuotiaiden Digit spanilla oli merkitsevät yhteydet sekä 3.5 että 5.5 vuoden iässä arvioituun Lauseiden toistamiseen. Merkityksettömien sanojen toistaminen oli kummassakin ikävaiheessa yhteydessä Lauseiden toistamiseen. Kertomuksen oppiminen ei sen sijaan ollut yhteydessä muihin muistimittoihin kumpanakaan mittausajankohtana.

TAULUKKO 1. Muistimittojen interkorrelaatiot

Muuttuja	3. ikävuosi				5. ikävuosi				
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<u>3. ikävuosi</u>									
1. Lauseiden toist.	.28	.25	.24	.44**	.72**	.25	.50**	.37**	.38**
2. Kertomuksen opp.		.05	.10	-.00	.25	.16	-.04	.07	.03
3. Merkityk. sanat I ^a			.34**	.10	.31*	-.15	.28*	.22	.19
4. Merkityk. sanat II ^b				.30*	.29*	.14	.16	.20	.10
5. Digit span					.38**	.12	.19	.40**	.27
<u>5. ikävuosi</u>									
6. Lauseiden toist.						.23	.39**	.37**	.45***
7. Kertomuksen opp.							.09	.07	.20
8. Merkityksett. sanat								.38**	.29*
9. Digit span									.49***
10. Nimien oppiminen									

* $p \leq .05$, ** $p \leq .01$, *** $p \leq .001$

^a NEPSY-testistö; ^b Tietokonetestistö

Lineaaristen regressioanalyysien avulla tarkasteltiin mitkä 3.5-vuotiaana arvioidut muistin mitat ennustivat voimakkaimmin myöhemmän muistin mittoja. Regressioanalyysiin valittiin vain muuttujat, joista oli kaksi mittaajankohdtaa. Numerosarjojen toistamistehtävällä arvioitua muistikapasiteettia (Digit span) ennustivat lähes yhtä voimakkaasti 1.5 vuotta aiemmin mitattu Digit span sekä Lauseiden toistaminen. Lauseiden toistamista 5.5-vuotiaana puolestaan ennusti odotetusti voimakkaimmin suoriutuminen samassa tehtävässä 3.5-vuotiaana. Merkityksettömien sanojen toistamista ennusti voimakkaimmin varhainen Lauseiden toistaminen, mutta toiseksi myös Kertomuksen oppiminen. Kaiken kaikkiaan varhainen Lauseiden toistaminen nousi esille voimakkaimmin myöhempää muistisuoriutumista ennustavaksi tekijäksi. Kyky toistaa merkityksellisiä lauseita 3.5-vuotiaana ennusti niin numerosarjojen kuin epäsanonjen toistamista sekä kertomuksen oppimista.

TAULUKKO 2. Yhteenveto lineaarisen regressioanalyysin tuloksista ennustettaessa myöhemmän iän muistisuoriutumista 3.5 vuoden iässä arvioiduilla muistimitoilla

3.5 v Ennuste- mitat	5.0 v		Lauseiden toistaminen		5.5 v		Merkityksett. sanojen toist. I		Kertomuksen oppiminen	
	Digit Span		Beta		Beta		Beta		Beta	
	Beta	p	Beta	p	Beta	p	Beta	p	Beta	p
1. Lauseiden toistaminen	.28	.02*	.63	.00***	.51	.00***	.43	.02*		
2. Kertomuk. oppiminen	.03	.78	.10	.35	-.33	.03*	-.02	.89		
3. Merkityksett. sanojen toist.	-.03	.77	.15	.18	.16	.25	-.27	.07		
4. Digit span	.26	.03*	.08	.52	-.13	.42	-.14	.39		
	Total R ² = .21 F(4,74) = 4.77 p < .001		Total R ² = .55 F(4,45) = 12.54 p < .001		Total R ² = .27 F(4,45) = 3.72 p < .001		Total R ² = .18 F(4,45) = 2.22 p < .001			

*p ≤ .05, **p ≤ .01, *** p ≤ .001

3.2. Muistimittojen yhteydet sanavarastoon, fonologiseen tietoisuuteen ja kognitiiviseen kehitystasoon

Sanavarasto. Muistin ja sanavaraston korrelaatiot osoittivat, että lauseiden toistaminen oli kumpanakin tutkimusajankohtana muistin mitoista johdonmukaisesti ja voimakkaimmin yhteydessä lasten ymmärtävään ja tuottavaan sanavarastoon (ks. Taulukko 3). Myös varhainen suoriutuminen Digit span-tehtävässä oli yhteydessä lähes kaikkiin sanavarastomuuttujiin, 5 vuoden iässä Digit spanilla oli korrelaatioita sanavarastomuuttujiin kuitenkin lukumääräisesti vähemmän. Merkityksettömien sanojen toistaminen oli yhteydessä alle 3-vuotiaana arvioituihin tuottavan sanavaraston mittoihin mutta ei enää myöhempään sanavarastoon. Kertomuksen oppiminen oli 3.5-vuotiaana mutta ei 5.5-vuotiaana yhteydessä eri iässä arvioituihin sanavaraston mittoihin.

TAULUKKO 3. Muistimittojen ja sanavaraston mittojen yhteydet

Muistimitat	Sanavaraston mitat								
	2 vuotta		2.5 vuotta		3.5 vuotta		5. ikävuosi		
	MCDI Tuottava sanasto	BSID Nimeä- minen	RDLS Sana- varasto	RDLS Ymmär- täminen	PPVT	BNT	PPVT	BNT	WPPSI-R Sana- varasto
<u>3. ikävuosi</u>									
1. Lauseiden toisto	.38**	.30*	.44**	.52**	.42**	.45**	.54***	.43**	.27
2. Kertomuksen oppiminen	.08	.15	.35**	.28*	.28*	.24	.51***	.16	.33**
3. Merkityksett. sanat I	.47**	.52**	.27*	-.04	-.03	.08	.06	.05	-.09
4. Merkityksett. sanat II	.41**	.59***	.22	.17	-.04	.17	.24	.15	.05
5. Digit Span	.25	.32*	.34**	.33**	.36**	.49**	.30*	.12	.23
<u>5. ikävuosi</u>									
6. Lauseiden toisto	.41**	.45***	.49***	.37**	.31*	.35*	.49***	.41**	.31*
7. Kertomuksen oppiminen	.18	.20	.28*	.23	.14	.12	.15	.22	.19
8. Merkityksett. sanat	.37*	.27*	.22	.17	.03	.11	.30*	.25	.16
9. Digit Span	.16	.17	.26*	.22	.12	.15	.30*	.27*	.30*
10. Nimien oppiminen	.06	.24	.19	.16	.07	.12	.19	.32*	.40**

MCDI = MacArthur Communicative Development Inventories; BSID = Bayley Scales of Infant Development; RDLS = Reynell Developmental Language Scales, PPVT = Peabody Picture Vocabulary Test; BNT = Boston Naming Test. WPPSI-R = Wechsler Preschool and Primary Scale. * $p \leq .05$, ** $p \leq .01$, *** $p \leq .001$

Fonologinen tietoisuus. Muistimittojen ja fonologisen tietoisuuden mittojen väliset korrelaatiot (ks. Taulukko 4) osoittivat, että varhainen kyky tunnistaa sanan osia oli yhteydessä myöhemmässä iässä arvioituun hyvään muistisuoritukseen numerosarjojen ja lauseiden toistamisessa. Toisaalta varhainen numerosarjojen toistaminen oli yhteydessä 5.5-vuotiaana arvioituihin fonologisen tietoisuuden taitoihin.

TAULUKKO 4. Muistimittojen yhteydet fonologisen tietoisuuden mittoihin

Muistimitat	Fonologinen tietoisuus		
	3.5 vuotta	5.5 vuotta	
	Sanan osien tunnistaminen ¹	Sanan osien tunnistaminen ¹	Tavujen poistaminen sanasta ²
<u>3.ikävuosi</u>			
1. Lauseiden toisto	.27	.20	.23
2. Kertomuksen opp.	.25	-.12	.10
3. Merkityksett. sanat I	.10	-.04	.02
4. Merkityksett. sanat II	.02	.11	.21
5. Digit Span	.15	.36*	.31*
<u>5. ikävuosi</u>			
6. Lauseiden toisto	.27*	.23	.26*
7. Kertomuksen opp.	.08	.15	.10
8. Merkityksett. sanat	.21	.20	.19
9. Digit Span	.40**	.33**	.29*
10. Nimien oppiminen	.02	.35**	.46***

¹ NEPSY; ² Poskiparran testistö

* p ≤ .05, ** p ≤ .01, *** p ≤ .001

Kehitystaso. Muistimittojen ja kognitiivisten mittojen välisistä korrelaatioista (ks. Taulukko 5) on nähtävissä useiden muistin komponenttien yhteys yleisen älyllisen suoriutumisen indekseihin. Erityisesti 5-vuotiaiden Digit span, Merkityksettömien sanojen toistaminen ja Lauseiden toistaminen olivat vahvasti yhteydessä 2-vuotiaana mitattuun yleisen kehityksen mittaan ja kielelliseen älykkyydosamäärään 5-vuotiaana. Myös Nimien oppiminen korreloi voimakkaasti kielelliseen älykkyyteen. Kertomuksen oppimistehtävän ja yleisen kognitiivisen tason mittojen välillä ei ollut merkitseviä yhteyksiä.

TAULUKKO 5. Muistimittojen ja kognitiivisen kehityksen mittojen väliset korrelaatiot

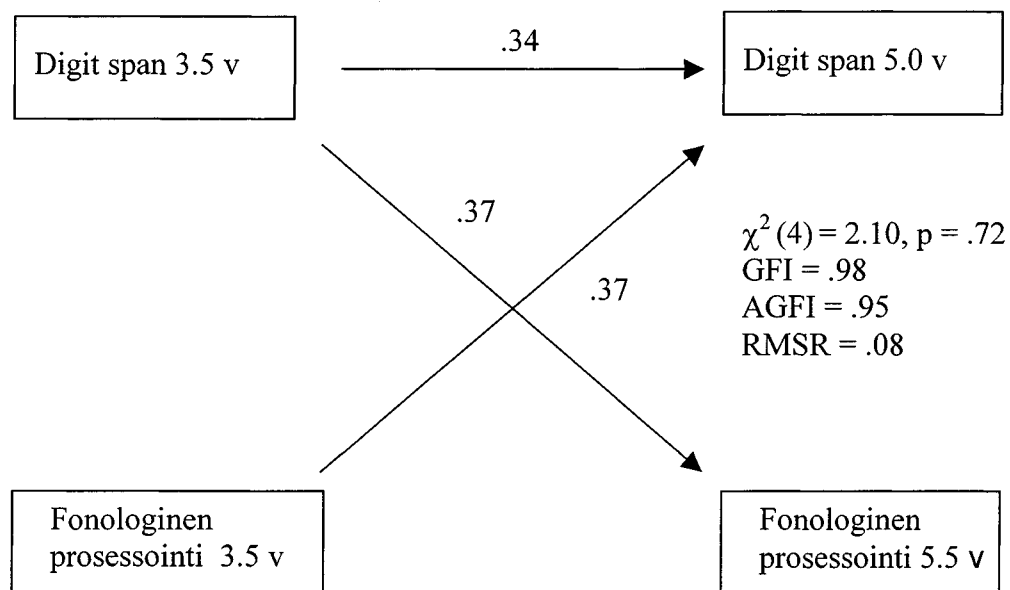
Muistimitat	Kognitiivisen kehityksen mitat		
	2 vuotta	5 vuotta	
	BSID-II MDI	WPPSI-R Kielellinen ÄO ¹	WPPSI-R Suoritus ÄO ¹
<u>3. ikävuosi</u>			
1. Lauseiden toistaminen	.35*	.44**	.28*
2. Kertomuksen opp.	.16	.31*	.05
3. Merkityksett. sanat I	.25	-.12	.03
4. Merkityksett. sanat II	.50***	.10	-.13
5. Digit span	.33*	.29*	.22
<u>5. ikävuosi</u>			
6. Lauseiden toistaminen	.41**	.37**	.23
7. Kertomuksen opp.	.21	.17	-.19
8. Merkityksett. sanojen toist.	.29*	.26*	.01
9. Digit Span	.29*	.45***	.05
10. Nimien oppiminen	.08	.53***	.05

BSID-II = Bayley Scales of Infant Development-II; WPPSI-R = Wechsler Preschool and Primary Scale.

¹ Perustuu kolmeen osatestiin. * p ≤ .05, ** p ≤ .01, *** p ≤ .001

3.3. Aikasarja-analyysit muistin ja kielellisten mittojen vaikutuksen suunnasta

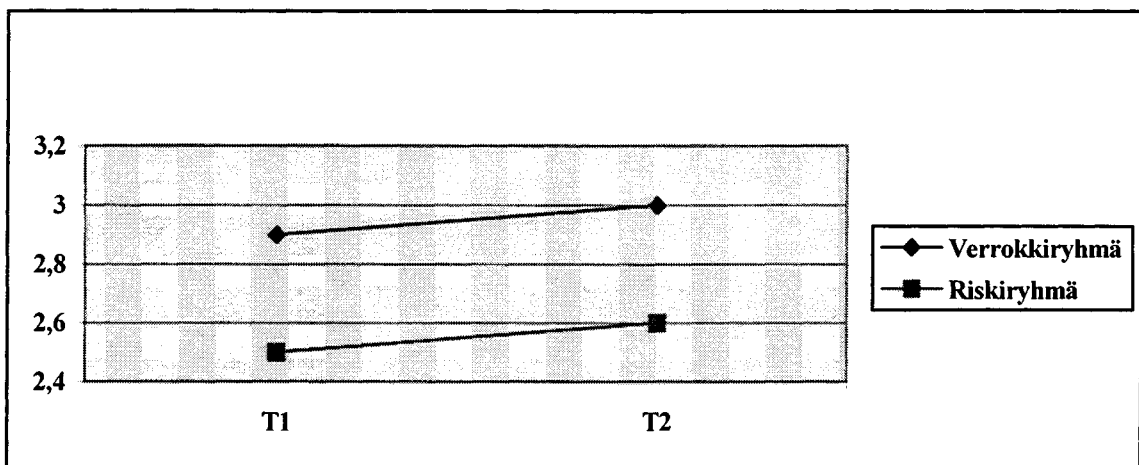
LISREL -ohjelmistolla toteutetuilla aikasarja-analyyseilla testattiin saadaanko tukea oletukselle, jonka mukaan varhainen muisti ennustaa myöhempää sanavarastoa ja/tai fonologista tietoisuutta vai oletukselle jonka mukaan varhainen sanavarasto ja/tai fonologinen tietoisuus ennustavat myöhempää muistia. Ainoastaan mallissa, jossa mukana olivat Digit span 3.5 ja 5.0-vuotiaana ja fonologinen tietoisuus 3.5 ja 5.5-vuotiaana päästiin testaamaan ristikkäisten yhteyksien suuntaa (ks. Kuvio 1). Mallissa asetettiin ristikkäiset yhteydet yhtä suuriksi ja molemmilla muuttujilla oletettiin yhteys varhaisemmasta myöhempään ikävaiheeseen. Aineistoon sopi hyvin malli, jossa varhainen Digit span ennustaa myöhempää fonologista tietoisuutta yhtä voimakkaasti kuin varhainen fonologinen tietoisuus ennustaa myöhempää Digit spania. Pysyvyyttä koskevien yhteyksien tarkastelussa t-testit tukivat pysyvyyttä vain Digit span-muuttujalla mutta ei fonologisessa tietoisuudessa. Kolmessa muussa mallissa, joissa testattiin vastaavilla aikasarja-analyyseilla Digit spanin yhteyksiä sanavarastoon sekä Lauseiden toistamisen yhteyksiä sanavarastoon ja fonologiseen tietoisuuteen, ei päästy ristikkäisten korrelaatioiden testaamisen vaiheeseen.



KUVIO 1. Aikasarja-analyysi Digit spanin ja fonologisen prosessoinnin yhteyksien suunnasta.

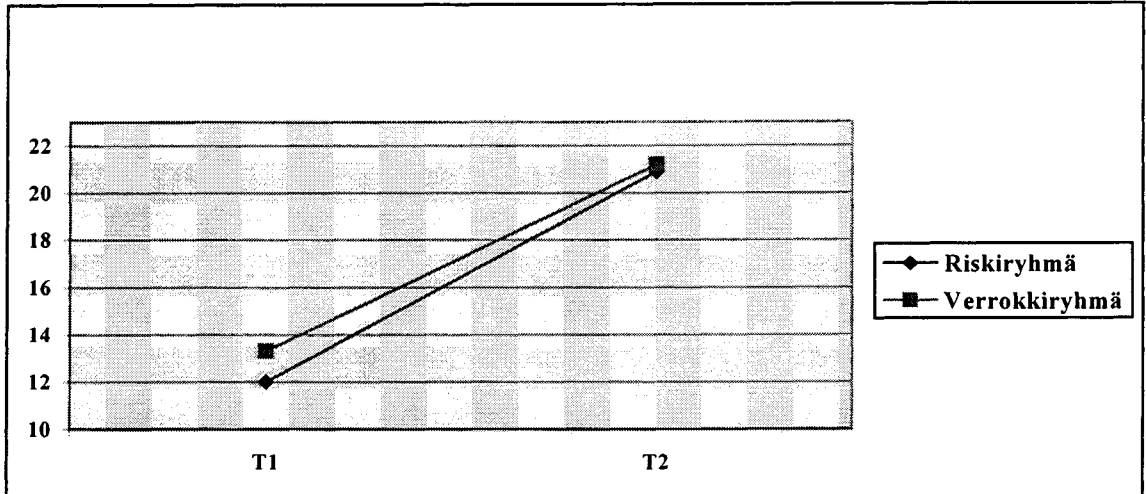
3.4. Dysleksiariskiryhmän ja verrokkiryhmän vertailu muistin mitoissa

Ryhmäeroja, muistimitoissa tapahtuvaa paranemista iän myötä ja mahdollisia yhdysvaikutuksia tarkasteltiin ensin monimuuttujaisella varianssianalyysillä (MANOVA) käyttäen ryhmä (dysleksiariskiryhmä vs. verrokkiryhmä) x tutkimusajankohta (3. ikävuosi vs. 5. ikävuosi) asetelmaa. Ainoastaan analyyseissa, jotka koskivat numerosarjojen toistamista (Digit span) tuli ilmi ryhmäero riski- ja kontrolliryhmän muistisuorituksissa ($F(57,1)=5,29$, $p=.025$) (ks. Kuvio 2). Digit spanissa ei sen sijaan tapahtunut tilastollisesti merkitsevää muutosta iän myötä ($F(57,1)=.74$, $p=.392$).

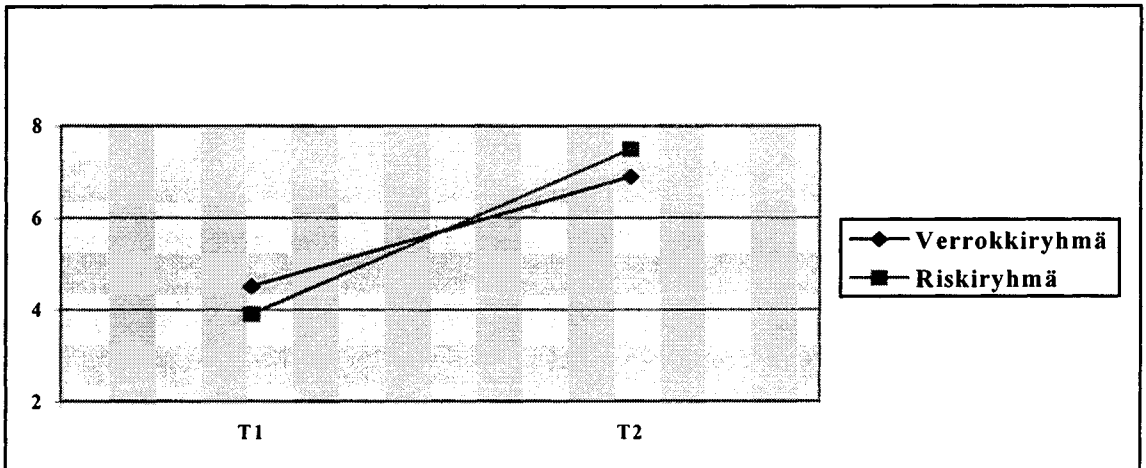


KUVIO 2. Verrokkiryhmän ja riskiryhmän keskiarvot Digit Spanissa 3.5 vuoden (=T1) ja 5.0 vuoden (=T2) iässä

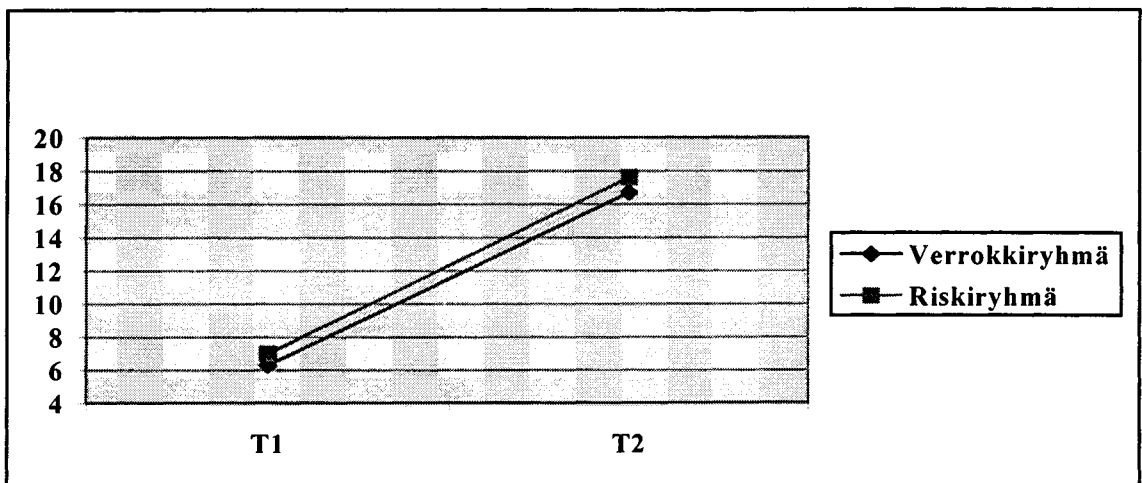
Toisin kuin Digit spanissa Lauseiden toistamisessa ($F(52,1) = 413$, $p<.001$) ja Merkityksettömien sanojen toistamisessa ($F(55,1)=57.6$, $p=.000$) sekä Kertomuksen oppimisessa ($F(59,1)=183$, $p=.000$) tapahtui muistisuoritusten paranemista iän myötä, mutta niissä ei ollut ryhmäeroja (ks. kuviot 3, 4 ja 5).



KUVIO 3. Verrokkiryhmän ja riskiryhmän keskiarvot Lauseiden toistamisessa 3.5 vuoden (=T1) ja 5.5 vuoden (=T2) iässä



KUVIO 4. Verrokkiryhmän ja riskiryhmän keskiarvot Merkityksettömien sanojen toistossa 3.5 vuoden (=T1) ja 5.5 vuoden (=T2) iässä



KUVIO 5. Verrokkiryhmän ja riskiryhmän keskiarvot Kertomuksen oppimisessa 3.5 vuoden (=T1) ja 5.5 vuoden (=T2) iässä

Dysleksiariskiryhmän ja verrokkiryhmän suoriutuminen muistitehtävissä on kuvattuna Taulukossa 6. Vertailtaessa ryhmien keskiarvoja yksittäin toteutetuilla t-testeillä ei ryhmien välillä havaittu tilastollisesti merkitseviä eroja. Ainoa muuttuja, jonka suhteen oli lievä trendi verrokkiryhmän eduksi muistisuorituksessa, oli 5. ikävuoden Digit span.

TAULUKKO 6. Muistimittojen keskiarvot ja keskihajonnat dysleksiariskiryhmässä ja verrokkiryhmässä

	Riskiryhmä			Verrokkiryhmä			t	p
	ka.	SD	n	ka.	SD	n		
<u>3.5-vuotiaiden mitat</u>								
Lauseiden toistaminen	12.0	3.76	28	13.31	4.54	26	1.56	ns
Kertomuksen oppiminen	7.00	4.49	35	6.27	4.08	26	1.47	ns
Merkityksett. sanojen toist. I	3.88	2.61	32	4.52	2.14	25	2.15	ns
Merkityksett. sanojen toist. II	10.5	4.22	36	12.4	3.82	30	.550	ns
Digit span	2.52	.83	33	2.88	.91	26	.010	ns
<u>5.0- 5.5 ikävuoden mitat</u>								
Lauseiden toistaminen	21.32	3.77	37	21.00	3.53	30	.170	ns
Kertomuksen oppiminen	17.32	5.45	37	17.77	4.70	30	1.57	ns
Merkityksett. sanojen toist.	7.59	2.64	37	7.40	2.66	30	.035	ns
Digit span	2.62	.92	37	2.97	.81	30	3.11	.08
Nimien oppiminen	9.91	5.36	32	12.00	3.90	24	-1.62	ns

4. POHDINTA

Tutkielman päätavoitteina oli tarkastella lasten muistisuoritusten keskinäisiä yhteyksiä ja pysyvyyttä 3.5-vuoden iästä viidenteen ikävuoteen sekä testata oletuksia fonologisen muistin mittojen yhteyksistä spesifeihin kielellisiin ja kognitiivisiin mittoihin. Lisäksi selvitettiin fonologisessa muistissa ilmeneviä mahdollisia eroja dysleksiariskin suhteen eroavien lasten välillä. Korrelaatioita varhaisesta myöhempään ikävaiheeseen havaittiin useimmissa fonologisen muistin mittoissa, ja etenkin lauseiden toistaminen oli vahvasti yhteydessä muihin muistimittoihin ja ennusti voimakkaasti viidennen ikävuoden muistisuorituksia. Kirjallisuudessa raportoitu huomattava kasvu fonologisen lyhytkestoisen muistin kapasiteetissa neljännen ja kuudennen ikävuoden välillä (Miller & Vernon, 1996) tuli esiin myös tässä aineistossa kaikkien muiden muistin mittojen paitsi Digit spanin kohdalla. Korrelatiiviset analyysit paljastivat lauseiden toistamisen vahvat yhteydet etenkin sanavaraston kehitykseen, kun sen sijaan muistin kapasiteettia mittaava Digit span-tehtävä oli sekä 3.5- että 5-vuotiaana voimakkaimmin yhteydessä fonologiseen tietoisuuteen. Aiemmat tutkimustulokset fonologisen lyhytkestoisen muistin yhteyksistä yleiseen älykkyyteen (Kyllonen & Christal, 1990; Miller & Vernon, 1996) todentuivat siten, että lauseiden toistamisen ja Digit spanin havaittiin korreloivan eniten yleisen älykkyyden mittojen kanssa. Tutkielman kolmas tavoite, muistisuoritusten mahdollisten erojen tarkastelu dysleksian riskiryhmään ja verrokkiryhmään kuuluvien lasten välillä, tuotti toistomittausanalyysissa ryhmäeron Digit span-tehtävässä.

Lauseiden toistaminen osoittautui hieman yllättäen mitaksi, jonka yhteydet muihin muistimittoihin olivat kaikkein vahvimmat sekä korrelaatio- että regressianalyysien avulla tarkasteltuna. Lauseiden toistamisen tehtävä on pitkään sisältynyt kliinisen neuropsykologisen arvioinnin tutkimustraditioon, mutta empiiristä tutkimusta sen tulkinnasta ei ole juurikaan tehty. Potter ja Lombardi (1990) ovat esittäneet, että lauseiden toistamisessa vaaditaan kuullun lauseen uudelleen luomista sen semanttisista merkityksistä käsin sekä tilanteessa aktivoituneiden leksikaalisten yksikköjen

yhdistämistä. Mitan toimivuutta todennäköisesti edesauttaa se, että se kattaa monta lyhytkestoisen muistin keskeistä komponenttia. Lauseiden toistaminen tuntuisi edellyttävän numerosarjojen toistamistehtävien tapaan laajaa välitöntä muistikapasiteettia. Lauseiden toistamisen ominaisuuksia tarkastelleet Potter ja Lombardi (1990) ovat kuitenkin ehdottaneet, ettei sarjallisella auditiivisella muistilla olisi merkitystä lauseiden toistamisessa. Kertomuksen oppimistehtävän tavoin lauseiden toistamisessa suoriutumista todennäköisesti edesauttaa semanttisiin assosiaatioihin tukeutuminen, koska lauseet viittaavat merkityksellisiin ja lapselle todennäköisesti tuttuihin arkielämän tapahtumiin. Lauseiden toistamisessa artikulaatiotaitojen merkitys lienee voimakkaampi kuin Digit span -tehtävissä, joissa ärsykkeiden oletetaan olevan automatisoituneita. On mahdollista, että näin monimuotoinen tehtävä omaa erottelukykyä enemmän kuin muut tässä tutkimuksessa käytetyt mitat, koska puutteet jo yhdelläkin tehtävän vaatimalla osa-alueella heijastuvat heikentyneenä kokonaissuorituksena. Toisaalta voidaan spekuloida tämänkaltaisessa muistitehtävässä nousevan esiin mahdollisuuden heikosti toimivien osa-alueiden kompensoimiseen.

Merkityksettömien sanojen toistamistehtävä on ollut keskeinen menetelmä englannin kielisessä fonologisen muistin tutkimuksessa (ks. Gathercole, Willis, Baddeley, & Emslie, 1994). Merkityksettömien sanojen toistaminen on vaateiltaan monista muista muistitesteistä poikkeava, koska semanttisten assosiaatioiden puuttuessa pitkäkestoisen muistin sisältöjen hyväksikäyttö pitkälle estyy, ja se vaatii myös erityisen paljon artikulatorisia taitoja (Bowey, 1997). Tässä aineistossa merkityksettömien sanojen toistamisen yhteydet muihin muistimittoihin olivat jossain määrin ristiriitaisia. NEPSY- testistön kolmannen ikävuoden merkityksettömien sanojen toistaminen oli yhteydessä vain viidennen ikävuoden lauseiden toistamiseen, mutta kaksi vuotta myöhemmin mitta korreloi myös Digit spaniin. Tietokoneversiona toteutettu merkityksettömien sanojen toistaminen oli yhteydessä Digit spaniin 3.5-vuoden iässä mutta ei enää kaksi vuotta myöhemmin. Tietokonetehtävässä käytetyt sanat ovat lyhyempiä kuin NEPSY'n vastaavassa tehtävässä, joten sen voisi olettaa kuormittavan muistikapasiteettia vähemmän.

Merkityksettömien sanojen toistaminen-tehtävän psykometrisiin ominaisuuksiin ja erityisesti ärsykkeiden valintaan ja järjestämiseen on syytä kiinnittää huomiota. NEPSY'n osatestissä sanojen järjestyksessä ilmeni epätasaisuutta siten, että jotkut osatestin loppupään sanat näyttivät jakauman perusteella olevan helpompia lapsille kuin

jotkut alkupään sanat. Ratkaisematon on myös kysymys siitä, tulisiko testissä käyttää mieluummin epäsanoina vai suomen kielen mukaisia pseudosanoja.

Digit spania pidetään puhtaimmin muistin kapasiteettia mittavana mittana, ja saatujen tulosten tutkimuksen perusteella näyttääkin siltä, että se tavoittaa jotakin olennaista fonologisesta muistista. Etenkin 5-vuotiaana arvioitu numerosarjojen toistaminen korreloi hyvin voimakkaasti sekä lauseiden toistamiseen että nimien oppimiseen. Toisin kuin muissa muistitesteissä Digit spanissa ei näkynyt oletettua iän myötä tapahtuvaa kehitystä (Miller & Vernon, 1996). Tähän tulokseen saattaa olla vaikutusta sillä, että muiden muistimittojen toinen tutkimusajankohta sijoittui 5.5 vuoden ikään, kun taas Digit spania arvioitiin uudelleen jo 5 vuoden iässä. Myös sillä, että myöhempi Digit spanin mittaus tehtiin tietokoneavusteisesti, on saattanut olla vaikutuksia iän myötä tapahtuvan muutoksen jäämiseen yllättävän vähäiseksi. Tietokoneistetun tehtävän visuaaliset ärsykkeet saattavat verottaa lapsen kykyä ylläpitää kuultuja ärsykejä muistissa. Muista tehtävistä puolestaan poikkesi eniten kertomuksen oppiminen, jolla ei lainkaan ollut tilastollisesti merkitseviä yhteyksiä muihin muistimittoihin eikä pysyvyyttä iästä toiseen. Lyhyt- ja pitkäkestoisen muistin täysin puhdas erottelu lienee mahdotonta, mutta on todennäköistä, että kertomuksen oppimisessa pitkäkestoisten muistivarastojen mukaan tulon vaade on suurempi kuin muissa mitoissa.

Aikaisempien tutkimusten perusteella testattiin oletusta sanavaraston kehittymisen yhteyksistä fonologiseen työmuistiin, ennen kaikkea merkityksettömien sanojen toistamiseen (Gathercole, Hitch, Service, & Martin, 1997; Gathercole, Willis, Baddeley, & Emslie, 1994; Michas & Henry, 1994). Selkeä iästä toiseen jatkuva yhteys löytyikin lauseiden toistamisen ja lapsen ymmärtävän ja tuottavan sanavaraston välillä. Merkityksettömien sanojen toistaminen oli sen sijaan yhteydessä vain varhaisiin sanavaraston mittoihin. Vaikka kertomuksen oppiminen ei ollut yhteydessä muihin muistimittoihin, sen varhainen testipistemäärä korreloi yllättävän voimakkaasti etenkin ymmärtävään sanavarastoon. Samaa yhteyttä ei kuitenkaan ilmennyt kaksi vuotta myöhemmin arvioidulla kertomuksen oppimisella. Lapset tuottivat 3.5-vuotiaana muistettuja kertomuksen yksityiskohtia yleensä vain vihjeillä ohjattuna, kun taas viidennellä ikävuodella lapsilla oli jo spontaania tuottamista, mikä viitaisi edistyneempiin mieleenpainamisen strategioihin, mutta myös parantuneseen kielelliseen sujuvuuteen.

Jatko-analyysit osoittivatkin, että 5.5-vuotiaiden suoriutuminen Kertomuksen oppiminen -tehtävässä oli merkitsevästi yhteydessä samana ajankohtana arvioituun kielelliseen sujuvuuteen (eläinten nimet: $r=.39$, $p<.001$; syötävät: $r=.34$, $p<.006$). Iän mukana kehittyvien metamuistitaitojen myötä kertomuksen oppiminen saattaa siten eri iässä tavoittaa erilaisia kielellisiä taitoja.

Lyhytkestoisen muistin on oletettu olevan sanavaraston lisäksi merkityksellinen myös fonologinen tietoisuuden kehityksessä (McBride-Chang, Wagner, & Chang, 1997). Tämän tutkimuksen tulokset vahvistivat kirjallisuudessa esitetyt löydökset Digit spanin yhteyksistä fonologisen tietoisuuden mittoihin. Aikasarja-analyysi osoitti Digit spanin ja fonologisen tietoisuuden kehityksellisen yhteyden kuitenkin toimivan molempiin suuntiin. Havainto kielellisen tietoisuuden ja lyhytkestoisen muistin puutteiden vuorovaikutuksellisesta yhteydestä voi antaa viitteitä siitä, miten voitaisiin tunnistaa ja tukea jo mahdollisimman varhaisessa vaiheessa niitä lapsia, joilla kenties tulee olemaan vaikeuksia lukemaan ja kirjoittamaan oppimisessa (Pennington, Van Orden, Kirson, & Haith, 1991; Pennington, Van Orden, Smith, Green, & Haith, 1990).

Nimien oppimisella oli lähes yhtä monia ja joissakin tapauksissa jopa voimakkaampia yhteyksiä kielellisen tietoisuuden mittoihin kuin Digit spanilla, joka viittaisi siihen, että nämä kaksi tehtävää tavoittaisivat jotakin samaa lasten lyhytkestoisesta muistista. Nimien oppimisessa lapsen tulee muodostaa ja painaa mieleen visuaalisten ja auditiivisten ärsykkeiden välille assosiaatioita ja palauttaa ne muistista sekä välittömästi että viivästetysti. Tämä tehtävä muistuttaa vaateiltaan eniten niitä tehtäviä, joihin lapsi törmää koulussa, esim. lukemaan ja kirjoittamaan oppimisessa. Saattaisikin olla hyödyllistä ottaa nimien oppiminen jo varhaisemmin mukaan testauksiin kuin 5-vuotiaana, jolloin olisi mahdollista tarkastella monipuolisemmin testin ominaisuuksia. Esimerkiksi tietokoneavusteisena assosiaatiotehtävänä se voisi olla mahdollinen toteuttaa jo nuoremmalla iällä.

Lauseiden toistaminen ja Digit span olivat kirjallisuudessa esitettyjen oletusten mukaisesti (Kyllonen & Christal, 1990) yhteydessä sekä varhaisen kognitiivisen tason mittaan että myöhemmän iän kielelliseen älykkyyteen. Viidennellä ikävuodella arvioitu merkityksettömien sanojen toistaminen sekä nimien oppiminen olivat myös molemmat yhteydessä yleiseen kognitiiviseen tasoon. Kertomuksen oppimisen ja kognitiivisen tason korrelaatioissa tuli esiin samankaltainen yhteys kuin sanavaraston yhteydessä, toisin sanoen varhain ilmenneet yhteydet hävisivät iän myötä. Myös tämä voisi viitata

siihen, että vanhemmat lapset ymmärtävät kertomuksen oppimisen eri tavoin kuin nuoremmat

Tutkimustieto varhaisen lyhytkestoisen muistin yhteyksistä lukemaan oppimiseen ja niissä ilmeneviin vaikeuksiin (Pennington, Van Orden, Smith, Green, & Haith, 1990; Siegel, 1994; Torgesen & Wagner, 1998) ei ole vielä kovin runsasta. Tässä tutkimuksessa ainoa muistin osa-alue, jolla dysleksiariskin omaavien ja verrokkiryhmän lasten välillä oli lievä ero toistomittausanalyysissä, oli Digit span. Erojen esiintulon todennäköisyyttä vähensi kuitenkin mahdollisesti se, että lapsia, joilla kieltäytymisen tai muun lapsesta johtuvan syyn vuoksi oli puuttuvia tietoja joissakin tehtävissä 5.5-vuotiaana ja jotka saattaisivat siten edustaa heikoimmin suoriutuvia, ei otettu mukaan analyysiin. Alustavat ryhmäerot puhuvat sen puolesta, että muistin kapasiteetin arviointia kannattaisi käyttää jo varhain oppimisen riskien tunnistamiseen. Tulkintaa Digit span-tehtävän merkittävydestä vahvistaa se, että Digit span oli muistitehtävistä myös vahvimmin yhteydessä fonologisen tietoisuuden kehittymiseen.

Erityisesti lauseiden toistamisen ja Digit spanin yhteydet yleiseen kognitiiviseen tasoon ja fonologiseen prosessointiin herättävät kysymyksen mahdollisista keinoista vaikuttaa lasten muististrategioihin. Jo 4-vuotiaat lapset osaavat suunnata toimintaansa palvelemaan mahdollisimman hyvää muistamista (O'Sullivan, 1993), mutta vielä esikouluikäisetkin lapset tarvitsevat motivointia, jotta mahdollisimman tehokas muistisuoritus onnistuu (Lange & Pierce, 1992).

Muistilla on keskeinen rooli kaikessa oppimisessa, ja olisi tärkeää, että varhaiseen diagnosointiin olisi saatavilla muistitestejä, jotka eri ikävaiheissa parhaalla mahdollisella tavalla tavoittaisivat olennaisen niistä vaatimuksista, joita arkielämä muistille asettaa. Oppimistilanteissa, joita lapsi kohtaa erityisesti kouluiässä, on muistikapasiteetin lisäksi usein kertomuksen oppimisen ja lauseiden toistamisen sisältämiä muistivaateita, ja esimerkiksi vieraan kielen opettelussa on samankaltaisia komponentteja kuin merkityksettömien sanojen toistamisessa. Omiin kognitiivisiin taitoihin liittyvät käsitykset ovat pohjana erilaisten muististrategioiden käyttöönotolle (Schneider, Schalmüller, & Vise, 1998), joita voitaisiin tukea jo esikoulussa ja koulussa.

Muistia on tutkimuksellisesti lähestytty monesta eri näkökulmasta. Jo pelkästään fonologisen lyhytkestoisen muistin tutkimukseen tutustuminen on avannut ovet moniulotteiseen ja osin ristiriitaiseen tutkimustraditioon. Varhaiset muistitutkimukset

olivat usein sisällöllisesti kahtiajakautuneita, mitä kuvasti vahva jako lyhyt- ja pitkäkestoiseen osa-alueeseen sekä rakenteellisesti että toiminnallisesti.

Eräänlaista eheyttävää näkökulmaa muistiin edustaa uudempi suuntaus (ks. Miyake & Shah, 1999), jossa pyritään selkeyttämään käsityksiä työmuistista. Suuntauksena on kehittää integroituneempia ja laajempia malleja muistin toiminnasta ja rakenteesta; jopa raja lyhyempikestoisen ja pitkäkestoisen muistin välillä nähdään häilyvänä ja pitkäkestoisen muistin sisällöt nähdään osana toimivaa ja asianmukaista lyhytkestoista muistia (Kintsch, Healy, Hegarty, Pennington, & Salthouse, 1999). Muistitutkimus on siis liikkumassa kokonaisvaltaisempaa näkemystä kohti. Samalla vaaditaan entistä vahvempaa panostusta sekä testien suunnitteluun että niistä saatavan informaation hyödyntämisen mahdollisuuksiin.

LÄHTEET

- Ahonen, T., Lamminmäki, T., Närhi, V., & Räsänen, P. (1997). Koulun aloittaminen ja varhaiset oppimisvaikeudet. Teoksessa P. Lyytinen, M. Korhonen, & H. Lyytinen (toim.), *Näkökulmia kehityspsykologiaan. Kehitys kontekstissaan* (s. 168-187). Porvoo: WSOY
- Atkinson, R. C.; & Shiffrin, R. M. (1971). The control of short-term memory. *Scientific American*, 225, 82-90.
- Baddeley, A. D. (1986). *Working Memory*. Oxford: OUP.
- Baddeley, A. D. & Logie, R. H. (1999). Working memory: The multiple-component model. Teoksessa A. Miyake & P. Shah (toim.), *Models of working memory* (s. 28-61). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Bayley, N. (1993). *Bayley Scales of Infant Development (Bayley-II)*. San Antonio, TX: Psychological Corporation.
- Bender, W. N., Rosenkraus, C. B., & Crane, M-K. (1999). Stress, depression, and suicide among students with learning disabilities: assessing the risk. *Learning Disability Quarterly*, 22(2), 143-156.
- Bowers, P. G., & Wolf, M. (1993). Theoretical links among naming speed, precise timing mechanism and ortografic skill in dyslexia. *Reading and Writing: An Interdisciplinary journal*, 5(1), 69-85.
- Bowey, J. A. (1997). What does nonword repetition measure? A reply to Gathercole and Baddeley. *Journal of Experimental Child Psychology*, 67, 295-301.
- Brady, S. A. (1991). The role of working memory. Teoksessa S. A. Brady, & D. P. Shankweiler (toim.), *Phonological processes in literacy. A tribute to Isabelle Y. Liberman* (s. 129-151). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Brown, A. L., Bransford, J. D., Ferrara, R. A., & Campione, J. C. (1983). Learning, remembering, and understanding. Teoksessa J. H. Flavell & E. M. Markman (toim.), *Handbook of child psychology* (Vol. 3), (s.77-166). New York: Wiley.
- Carr, T. H., Brown, T. L., Varvus, L. G., & Evans, M. A. (1990). Cognitive skill maps and cognitive skill profiles: Componental analysis of individual differences in children`s reading efficiency. Teoksessa T. Carr, & B. A. Levy (toim.), *Reading and its development: Component skills approaches* (s.1-55). San Diego, CA: Academic Press.

- Conrad, R. (1971). The chronology of the development of covert speech in children. *Developmental Psychology*, 5, 398-405.
- Dempster, F. N. (1981). Memory span: Sources of individual and developmental differences. *Psychological Bulletin*, 89, 63-100.
- Dunn, L., & Dunn, L. (1981). *Peabody Picture Vocabulary Test-Revised*. Circle Pines, MN: American Guidance Service.
- Ericsson, K. A., & Delaney, D. F. (1999). Long-term working memory as an alternative to capacity models of working memory in everyday skilled performance. Teoksessa A. Miyake & P. Shah (toim.), *Models of working memory* (s. 257-297). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Fenson, L., Dale, P., Reznick, S., Thal, D., Bates, E., Hartung, J., Pethick, S., & Reilly, J. (1991). *Technical Manual for MacArthur Communicative Development Inventories* (3. painos). San Diego State University.
- Gathercole, S. E., & Adams, A-M. (1994). Childrens' phonological working memory: contributions of long-term knowledge and rehearsal. *Journal of Memory and Language*, 33, 672-688.
- Gathercole, S. E., & Baddeley, A. D. (1993). *Working memory and language*. Hove, UK: Lawrence Erlbaum.
- Gathercole, S. E., Hitch, G. J., Service, E., & Martin, A. J. (1997). Phonological short-term memory and new word learning in children. *Developmental Psychology*, 33, 966-979.
- Gathercole, S. E., Willis, C., & Baddeley, A. D. (1991). Differentiating phonological memory and awareness of rhyme: Reading and vocabulary development in children. *British Journal of Psychology*, 82, 387-406.
- Gathercole, S. E., Willis, C., Baddeley, A. D., & Emslie, H. (1994). Phonological memory and vocabulary development during the early school years: A longitudinal study. *Developmental Psychology*, 28, 887-898.
- Goswami, U. (1998). *Gognition in children*. Hove, UK: Psychology Press.
- Guttentag, R. E. (1995). Mental effort and motivation: Influences on children's memory strategy use. Teoksessa F. E. Weinert & W. Schneider (toim.), *Memory performance and competencies: Issues in growth and development* (s. 207-224). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

- Hall, E., Lamb, M. E., & Perlmutter, M. (1986). *Child Psychology Today* (2. painos). New York: Random House.
- Henry, L. A., & Norman, T. (1996). The relationship between memory performance, use of simple memory strategies and metamemory in young children. *International Journal of Behavioral Development*, 19(1), 177-199.
- Kail, R. V. (1991). Development of processing speed in childhood and adolescence. Teoksessa H. W. Reese (toim.), *Advances in child development and behavior* (vol. 23), (s. 151-185). San Diego, CA: Academic Press.
- Kaplan, E., Goodglass, H., & Weintraub, S. (1983). *Boston Naming Test*. Philadelphia, PA: Lea & Febiger.
- Kintsch, W., Healy, A. F., Hegarty, M., Pennington, B. F., & Salthouse, T. (1999). Models of working memory: Eight questions and some general issues. Teoksessa A. Miyake & P. Shah (toim.), *Models of working memory* (s. 412-441). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Korkman, M., Kirk, U., & Kemp, S. L. (1997). *NEPSY, Lasten neuropsykologinen tutkimus*. Helsinki: Psykologien kustannus.
- Kyllonen, P. C., & Christal, R. E. (1990). Reasoning ability is (little more than) working-memory capacity. *Intelligence*, 14, 389-433.
- Laine, M., Koivuselkä-Sallinen, P., Hänninen, R., & Niemi, J. (1997). *Bostonin Nimentätesti*. Helsinki: Psykologien Kustannus.
- Lange, G., & Pierce, S. H. (1992). Memory-strategy learning and maintenance in preschool children. *Developmental Psychology*, 28, 453-462.
- Lefly, D. L., & Pennington, B. F. (1996). Longitudinal study of children at high family risk for dyslexia: the first two years. Teoksessa M. L. Rice (toim.), *Toward a Genetics of Language* (s. 49-75), Mahwah: NJ, Lawrence Erlbaum.
- Leinonen, S., Muller, K., Leppänen, P. H., Aro, M., Ahonen, T., & Lyytinen, H. (painossa) Heterogeneity in adult dyslexic readers: Relating processing skills to the speed and accuracy of oral text reading. *Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal*.
- Lyon, G. R. (1995). Toward a definition of dyslexia. *Annals of Dyslexia*, 45, 3-27.
- Lyytinen, P. (1989). *Morfologiatesti*. Helsinki: Psykologien Kustannus.

- Lyytinen, P. (1996) Kielen kehityksen jatkuvuus ja sen arviointi kahden ensimmäisen ikävuoden aikana. Teoksessa P. Lyytinen & H. Lyytinen (toim.), *Lapsi ja tutkimus* (s. 181-189). Jyväskylä: Atena Kustannus.
- Lyytinen, P. (1999). *Varhaisen kommunikaation ja kielen kehityksen arviointimenetelmä*. Jyväskylä: Jyväskylän yliopiston Lapsitutkimuskeskus & Niilo Mäki Instituutti.
- Lyytinen, P., Lari, N., Lausvaara, A., & Poikkeus, A-M. (1994). Lasten varhaisen sanaston ja kommunikoinnin arviointi. *Psykologia* 29, 244-252.
- McBride-Chang, C. (1995). Phonological processing, speech perception, and reading disability: an integrative review. *Educational Psychologist*, 30, 109-121.
- McBride-Chang, C., Wagner, R. K., & Chang, L. (1997). Growth modeling of phonological awareness. *Journal of Educational Psychology*, 89(4), 621-630.
- Michas, I. C., & Henry, L. A. (1994). The link between phonological memory and vocabulary acquisition. *British Journal of Developmental Psychology*, 12, 147-163.
- Miller, L. T., & Vernon, P. A. (1996). Intelligence, reaction time, and working memory in 4-to 6-year old children. *Intelligence*, 22, 155-190.
- Miyake, A., & Shah, P. (toim.) (1999). *Working memory: The multiple-component model*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- O'Sullivan, J. T. (1993). Preschoolers' beliefs about effort, incentives and recall. *Journal of Experimental Child Psychology*, 55, 396-414.
- Pennington, B. F., Van Orden, G., Kirson, D., & Haith, M. (1991). What is causal relation between verbal STM problems and dyslexia? Teoksessa S. A. Brady, & D. P. Shankweiler (toim.), *Phonological processes in literacy. A tribute to Isabella Y. Liberman* (s. 173-186). Hillsdale NJ: Lawrence Erlbaum.
- Pennington, B. F., Van Orden, G. C., Smith, S. D., Green, P. A., & Haith, M. M. (1990). Phonological processing skills and deficit in adult dyslexics. *Child Development*, 61, 1753-1778.
- Poskiparta, E., Niemi, P., & Lepola, J. (1994). *Diagnostiset testit 1: Lukeminen ja kirjoittaminen*. Turku: Oppimistutkimuksen keskus.
- Potter, M. C. & Lombardi, L. (1990). Regeneration in the short-term recall of sentences. *Journal of Memory and Language*, 29(6), 633-654.

- Pratt, A. C., & Brady, S. (1988). Relation of phonological awareness to reading disability in children and adults. *Journal of Educational Psychology*, 80, 319-323.
- Reynell, J. K., & Huntley, M. (1985). *Reynell Developmental Language Scales Manual*, (2. Pains). Windsor, UK: NFER-Nelson.
- Rohl, M., & Pratt, C. (1995). Phonological awareness, verbal working memory and the acquisition of literacy. *Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal*, 7, 327-360.
- Rose, S. A., Feldman, J. F., & Wallace, I. F. (1992). Infant information processing in relation to six-year cognitive outcomes. *Child Development*, 63, 1126-1141.
- Sattler, J. M. (1992). *Assessment of Children* (3. Pains). San Diego: Jerome M. Sattler.
- Scarborough, H. S. (1990). Very early language deficits in dyslexic children. *Child Development*, 61, 1728-1743.
- Schneider, W., Gruber, H., Gold, A., & Opwis, K. (1993). Chess expertise and memory for chess positions in children and adults. *Journal of Experimental Child Psychology*, 56, 328-349.
- Schneider, W., Schlagmüller, M., & Vise, M. (1998). The impact of metamemory and domain -specific knowledge on memory performance. *European Journal of Psychology of Education*, XIII(1), 91-103.
- Shah, P., & Miyake, A. (1999). Introduction. Teoksessa A. Miyake & P. Shah (toim.), *Models of working memory* (s. 1-27). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Siegel, L. S. (1994). Working memory and reading: a life-span perspective. *International Journal of Behavioral Development*, 17(1), 109-124.
- Siegel, L. S., Cooper, D. C., Fitzhardinge, P. M., & Ash, A. J. (1995). The use of the Mental Development Index of the Bayley Scale to diagnose language delay in 2-year-old high-risk infants. *Infant Behavior and Development*, 18, 483-486.
- Thomson L. A., Fagan, J. F., Fulker, D. W. (1991). Longitudinal prediction of specific cognitive abilities from infant novelty preference. *Child Development*, 62, 530-538.
- Torgesen, J. K., & Wagner, R. K. (1998). Alternative diagnostic approaches for specific developmental reading disabilities. *Learning Disabilities Research & Practice*, 13(4), 220-232.

- Wagner, R. K., & Torgesen, J. J. (1987). The nature of phonological processing, and its causal role in the acquisition of reading skills. *Psychological Bulletin*, 101, 192-212.
- Wagner, R. K., Torgesen, J. K., & Rashotte, C. A. (1994). Development of reading related phonological processing abilities: New evidence of bidirectional causality from a latent variable longitudinal study. *Developmental Psychology*, 30, 73-87.
- Wang, M. C., Haertel, G. D., & Walberg, H. J. (1994). What helps students learn? *Educational Leadership*, 74-79.
- Wechsler, D. (1984). *Wechsler Intelligence Scale for Children: Revised*. New York: Psychological Corporation.
- Wechsler, D. (1995). *Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence: Revised*. New York: Psychological Corporation.
- Wechsler, D. (1997). *Wechsler Intelligence Scale for Children: 3. Edition*. New York: Psychological Corporation.
- Wimmer, H. (1993). Characteristics of developmental dyslexia in a regular writing system. *Applied Psycholinguistics*, 14, 1-33.