

Functioneren van het Verbale Werkgeheugen van Kinderen met Ernstige Spraaktaal Moeilijkheden

Masterthesis

Masteropleiding Pedagogische Wetenschappen

Masterprogramma Orthopedagogiek

Werkveld Gehandicaptenzorg en Kinderrevalidatie

Universiteit Utrecht

Onderzoek verricht bij Koninklijke Kentalis

Onder begeleiding van:

Mevr. prof. dr. Marian Jongmans

Dhr. Daan Hermans

Daniëlle Lammers, 3631001

Sharon Markgraaf, 3634914

Juni 2012

Voorwoord

Voor u ligt de Masterthesis over het functioneren van het verbale werkgeheugen bij kinderen met Ernstige Spraaktaal Moeilijkheden (ESM) van Daniëlle Lammers en Sharon Markgraaf. Als studenten van het masterprogramma Orthopedagogiek hebben wij een interessant onderzoek uitgevoerd bij Koninklijke Kentalis, een instelling voor mensen met beperkingen in horen en communiceren.

De laatste jaren wordt steeds meer onderzoek uitgevoerd naar het werkgeheugen van kinderen. Hierover is echter nog weinig bekend bij kinderen met ESM. Wij hebben de mogelijkheid gekregen vanuit Koninklijke Kentalis hier meer onderzoek naar te doen. Aan de hand van dit onderzoek kan verder onderzoek gedaan worden naar, bijvoorbeeld, interventies die geschikt zijn voor deze doelgroep.

Voor de uitwerking van deze Masterthesis was Daniëlle verantwoordelijk voor de beantwoording van de tweede onderzoeksvraag (de modaliteit-specifieke componenten) en Sharon was verantwoordelijk voor de beantwoording van de derde onderzoeksvraag (de modaliteit-aspecifieke componenten). De eerste onderzoeksvraag is gezamenlijk uitgewerkt.

Onze hartelijke dank gaat uit naar dhr. Daan Hermans. Hij heeft ons vanuit Koninklijke Kentalis gedurende het gehele proces begeleid. Tevens willen wij mevr. prof. dr. Marian Jongmans bedanken voor haar begeleiding vanuit de Universiteit Utrecht. Zonder hen hadden we dit onderzoek niet uit kunnen voeren.

Tot slot wensen wij u veel leesplezier bij het lezen van deze thesis.

Daniëlle Lammers en Sharon Markgraaf

Samenvatting

Achtergrond. De laatste jaren komt er steeds meer evidentie dat een verband bestaat tussen cognitieve problemen en ESM. Enige tegenstrijdigheid bestaat nog over het verband tussen de modaliteit-specifieke en –aspecifieke componenten van het verbale werkgeheugen en ESM. Met dit onderzoek wordt meer inzicht verkregen over relaties tussen deze componenten van het verbale werkgeheugen bij kinderen met ESM. **Hypotheses.** De volgende drie hypothesen zijn getoetst: 1) Als groep, scoren kinderen met ESM minimaal één standaarddeviatie onder de norm op een werkgeheugentaak, 2) Er bestaat een (minimaal) matig positief verband tussen de scores van kinderen met ESM op modaliteit-specifieke componenten en werkgeheugenscores en 3) Er bestaat een (minimaal) matig positief verband tussen de scores van kinderen met ESM op modaliteit-aspecifieke componenten en de verbale werkgeheugenscores. **Methode.** De steekproef bestaat uit leerlingen ($n = 61$) van een cluster 2-basisschool. Bij de participanten zijn de volgende tests afgenomen: 1) Cijferreeksen voorwaarts, 2) Cijferreeksen terugwaarts, 3) Continuous Performance Task, 4) Selectieve Aandachttaak, 5) Spatial Conflicttaak, 6) Wisselende/Verdeelde Aandachttaak en 7) Nonwoord Repetitietaak. Om de hypothesen te toetsen zijn de data geanalyseerd met behulp van correlaties, factoranalyse en lineaire regressieanalyses. **Resultaten.** Kinderen met ESM scoren, als groep, op werkgeheugentaken gemiddeld één standaarddeviatie onder de norm. Er werd een zwak positief verband gevonden tussen scores op de verbale werkgeheugentaak en scores op de kortetermijngeheugentaak bij kinderen met ESM, maar niet met scores op de fonologische verwerkingstaak. De scores op de modaliteit-aspecifieke componenten zijn samengevoegd tot één factorscore. Deze factorscore vertoont een zwak positief verband met scores op de werkgeheugentaak van kinderen met ESM. **Conclusie.** Kinderen met ESM hebben moeite met het uitvoeren van werkgeheugentaken. In dit onderzoek zijn minder sterke verbanden gevonden tussen de componenten en het verbale werkgeheugen, dan de literatuur doet vermoeden. De problemen in het werkgeheugen kunnen dan ook maar deels verklaard worden door het functioneren van het kortetermijngeheugen en de aandachtcontrole.

Inleiding

Een vaak gehanteerde definitie van een Specifieke Taalstoornis (in de praktijk aangeduid als Ernstige Spraaktaal Moeilijkheden; ESM) is dat de stoornis problemen met zich meebrengt in het verwerven van gesproken taal die niet te verklaren zijn op basis van oftewel sensorische, cognitieve, aantoonbare neurologische of emotionele problemen oftewel een tekortschietend taalaanbod (Leonard, 1998; Spaulding, Plante, & Vance, 2008). Het hanteren van deze definitie is in diagnostisch opzicht problematisch, omdat de stoornis op basis van diverse criteria van uitsluitel geïdentificeerd en geclassificeerd wordt.

Daarnaast is de definitie ook inhoudelijk problematisch omdat het steeds duidelijker lijkt te worden dat een specifieke taalstoornis wel degelijk een cognitieve basis heeft (Van Weerdenburg, Verhoeven, Van Balkom, & Bosman, 2009). Hierdoor is de hiervoor genoemde definitie de laatste jaren steeds vaker het onderwerp van discussie.

De laatste jaren komt er steeds meer evidentie dat specifieke taalstoornissen gepaard gaan met cognitieve problemen. Met name problemen in het verbale werkgeheugen zijn zeer kenmerkend voor kinderen met een specifieke taalstoornis (Archibald & Gathercole, 2006; Marton, 2008; Montgomery, Magimairaj, & Finney, 2010). Het verbale werkgeheugen is een systeem dat auditieve informatie voor enige tijd vast kan houden, zodat met deze informatie actieve bewerkingen uitgevoerd kunnen worden (Archibald & Gathercole, 2006; Montgomery et al., 2010). Problemen in het verbale werkgeheugen kunnen leiden tot problemen op het gebied van taal (Montgomery et al., 2010).

Het Verbale Werkgeheugen bij Kinderen met ESM

Baddeley en Hitch (1974) beschrijven dat het werkgeheugen uit verschillende onderdelen bestaat. Respectievelijk de fonologische lus, die ervoor zorgt dat auditieve informatie voor korte tijd opgeslagen wordt; het visuospatiële kladblok, die zorgt voor de opslag van visuele informatie en de central executive, een aandachtsysteem dat de verwerking van zowel visuele als auditieve informatie reguleert. Het verbale werkgeheugen kan binnen een dergelijk model gezien worden als bestaande uit een modaliteit-specifieke component; de fonologische lus, en een modaliteit-aspecifieke component; de central executive (Baddeley & Hitch, 1974; Montgomery et al., 2010). Zoals eerder opgemerkt, is de capaciteit van het verbale werkgeheugen bij kinderen met ESM beperkt ten opzichte van zich normaal ontwikkelende kinderen (Archibald & Gathercole, 2006; Marton, 2008; Montgomery et al., 2010).

Recent onderzoek heeft daarnaast laten zien dat kinderen met ESM vaak problemen laten zien op beide componenten van het verbale werkgeheugen (Ebert & Kohnert, 2011; Gathercole, 2006; Hoffman & Gillam, 2004; Montgomery et al., 2010). Zo hebben ze problemen met taken die een beroep doen op aandacht en laten ze daarnaast ook uitval zien op taken waarin de capaciteit van het kortetermijngeheugen (de fonologische lus) centraal staat (Montgomery et al., 2010).

Onderzoek van Archibald en Joanisse (2009) toont echter aan dat problemen in het verbale werkgeheugen niet altijd geassocieerd zijn met taalproblemen. Hoewel een verband bestaat tussen het verbale werkgeheugen en taalproblemen, komen ze niet altijd in deze combinatie naar voren. Enige tegenstrijdigheid bestaat dus nog over het verband tussen het functioneren van het verbale werkgeheugen en ESM.

Om meer inzicht te krijgen in het verband tussen het functioneren van het verbale werkgeheugen en ESM luidt de eerste hypothese van dit onderzoek: Als groep, scoren kinderen met ESM minimaal één standaarddeviatie onder de norm op een werkgeheugentaak.

Modaliteit-Specifieke Componenten van het Verbale Werkgeheugen

De modaliteit-specifieke componenten van het verbale werkgeheugen betreffen de fonologische verwerking en (de capaciteit van) het kortetermijngeheugen. Fonologische verwerking is de vaardigheid waarbij het waarnemen, encoderen en opslaan van auditieve informatie centraal staan (De Bree & Wijnen, 2008). Bij de laatstgenoemde vaardigheid (de opslag van informatie) is het kortetermijngeheugen betrokken. Het kortetermijngeheugen is een systeem waar informatie voor korte tijd wordt opgeslagen, zonder dat daar een bewerking bij verricht wordt (Archibald & Gathercole, 2006).

Kinderen met ESM vertonen beperkingen in de fonologische verwerking (Ellis Weismer et al., 2000; Gathercole, 2006; Gray, 2003). Fonologische verwerking kan gemeten worden met de Nonwoord Repetitietaak (Gathercole, 2006; Marton & Schwartz, 2003). Zo blijkt dat kinderen met ESM in vergelijking met zich normaal ontwikkelende kinderen, met name meer problemen vertonen bij het herhalen van nonwoorden van vier of vijf lettergrepen (Gathercole, 2006). Een verklaring hiervoor is dat het kortetermijngeheugen ook een rol speelt bij taalproblemen (Archibald & Gathercole, 2006; Archibald & Joanisse, 2009; Cowan, 1996; Kaddah, Shoeib, & Mahmoud, 2010; Van Daal, Verhoeven, & Van Balkom, 2009; Van Weerdenburg et al., 2009). Beperkingen in het herhalen van nonwoorden zijn dan ook een belangrijke voorspeller voor taalstoornissen (Conti-Ramsden, Botting, & Faragher, 2001; De

Bree, Rispens, & Gerrits, 2007; De Bree & Wijnen, 2008; Ellis Weismer et al., 2000; Gathercole, 2006; Gray, 2003). Hierbij doen zich echter enkele problemen voor. Ten eerste zijn beperkingen in de fonologische verwerking niet specifiek voor kinderen met ESM; deze problemen komen ook voor bij kinderen met andere problemen op het gebied van taal (Ellis Weismer et al., 2000), zoals leesproblemen (De Bree, Wilsenach, & Gerrits, 2004; Fraser, Goswami, & Conti-Ramsden, 2010; Goulandris, Snowling, & Walker, 2000). Ten tweede zijn beperkingen in de fonologische verwerking niet een op zichzelf staande oorzaak van ESM (Gathercole, 2006). Ten derde is onvoldoende bekend over het oorzakelijk verband tussen het kortetermijngeheugen, de fonologische verwerking en de taalproblemen (Conti-Ramsden et al., 2001; Gupta & Tisdale, 2009). Gupta en Tisdale (2009) beschrijven een circulair verband tussen (de capaciteit van) het kortetermijngeheugen, de taalproblemen en de fonologische verwerking. De fonologische verwerking is hierbij afhankelijk van het kortetermijngeheugen. Dit kan uiteindelijk leiden tot taalproblemen. Aan de andere kant zorgen taalproblemen en een beperkt kortetermijngeheugen voor problemen in de fonologische verwerking.

Daarentegen geven Majerus et al. (2009) aan dat de oorzaak van het verband tussen het kortetermijngeheugen en taalproblemen niet helemaal duidelijk is, er is geen sprake van een één op één relatie hier tussen. Andere processen spelen namelijk ook een belangrijke rol, zoals articulatie, het omzetten van geluiden naar spraak of een combinatie van factoren.

Gezien de meerderheid van de onderzoeken aan toont dat er een positief verband is, luidt de tweede hypothese van dit onderzoek: er bestaat een (minimaal) matig verband ($R > .5$) tussen de scores van kinderen met ESM op modaliteit-specifieke componenten en de verbale werkgeheugenscores.

Modaliteit-Aspecifieke Componenten van het Verbale Werkgeheugen

De modaliteit-aspecifieke componenten van het verbale werkgeheugen die in het huidige onderzoek nader onderzocht worden, zijn volgehouden aandacht, selectieve aandacht, verdeelde aandacht en inhibitie. Deze begrippen worden als volgt omschreven: 1) volgehouden aandacht is de mogelijkheid om gedurende een langere tijd de verkregen input te verwerken (Leclercq, zoals geciteerd in Finnernan, Francis, & Leonard, 2009), 2) selectieve aandacht is de mogelijkheid om slechts een gedeelte van de grote hoeveelheid informatie, die binnenkomt via de zintuigen, te selecteren voor verdere verwerking (Montgomery et al., 2010), 3) verdeelde aandacht is de mogelijkheid om te reageren op meer dan één taak tegelijkertijd of op verschillende elementen tegelijkertijd binnen een complexe taak (Baddeley

1996), en 4) inhibitie is het onderdrukken van automatische of dominante responsen en het vermogen om irrelevante informatie te negeren (Spaulding, 2010).

Aandacht speelt een belangrijke rol bij het proces van de informatieverwerking (Finneran et al, 2009). Kinderen met een betere aandachtcontrole hebben een grotere opslagruimte in het werkgeheugen (Marton, 2008). Ze zijn in staat om snel informatie tot zich te nemen en op te vragen wanneer het nodig is (Marton, 2008). Echter, de aandachtsfuncties doen in verschillende mate een beroep op het verbale werkgeheugen (Spaulding et al., 2008). Bij de verdeelde aandachtsfuncties wordt meer van het verbale werkgeheugen verwacht dan bij de volgehouden en selectieve aandachtsfuncties (Spaulding et al., 2008).

Kinderen met ESM presteren in vergelijking tot kinderen met een normale taalontwikkeling slechter op zowel aandachtstaken (Noterdaeme, Amorosa, Mildemberger, Sitter, & Minow, 2001), als inhibitietaken (Im-Bolter, Johnson, & Pascual-Leone 2006).

De derde hypothese van dit onderzoek luidt dan ook: er bestaat een (minimaal) positief matig verband ($R > .5$) tussen de scores van kinderen met ESM op modaliteit-aspecifieke componenten en de verbale werkgeheugenscores.

Methodie

Participanten. Aan dit onderzoek hebben leerlingen van een cluster 2-basisschool in een middelgrote stad in het oosten van Nederland deelgenomen. Alle kinderen zijn bekend met ESM en hebben een indicatie voor deze vorm van onderwijs, gesteld door de Commissie voor de Indicatiestelling. Criteria voor deze indicatie zijn: 1) een taalachterstand die blijkt uit algemene screeningstesten voor taal (> 2 SD onder het gemiddelde) en 2) onderwijsbeperkingen veroorzaakt door communicatieproblemen. Verder zijn de volgende exclusiecriteria toegepast: kinderen met een auditieve beperking (een gehoorverlies > 35 dB), een stoornis binnen het Autisme Spectrum, Attention Deficit Hyperactivity Disorder en/of een intelligentiequotiënt lager dan 70.

Aan de ouders van de kinderen ($N = 108$) is toestemming gevraagd tot deelname aan het onderzoek. 80% van de ouders ($n = 86$) verleende deze toestemming. Voor de 20% van de kinderen die geen toestemming hebben gekregen voor deelname aan het onderzoek ($n = 22$) is geen concrete reden gevonden. Volgens de leerkrachten verlenen ouders mogelijk geen toestemming voor deelname aan het onderzoek, omdat hun kind regelmatig onderwijstijd mist vanwege andere onderzoeken en/of therapieën. Tevens geven ze aan dat niet alle ouders even betrokken zijn bij de gang van zaken op school.

Van de 86 kinderen die toestemming hebben gekregen, zijn 61 kinderen geselecteerd met een leeftijd variërend van 8 tot en met 13 jaar ($M = 10.6$, $SD = 0.43$). De selectie vond plaats op grond van tijdsinvestering en is verricht door per klas random vijf tot zeven kinderen te selecteren. Van alle deelnemers was 75% jongen en 25% meisje. Er was geen significant verschil in de verdeling tussen jongens en meisjes in de populatie en de steekproef ($\chi^2 = 0.13$, $p = .72$). De school heeft een groot werkgebied in het oosten van het land. Verder zijn geen missende waarden; voor alle kinderen konden de scores op alle taken geobserveerd worden.

Materiaal. De meetinstrumenten zijn in een vaste volgorde afgenomen, respectievelijk: 1) Cijferreeksen voorwaarts, 2) Cijferreeksen terugwaarts, 3) Continuous Performance Task, 4) Selectieve Aandachttak, 5) Spatial Conflicttaak, 6) Wisselende/Verdeelde Aandachttak en 7) Nonwoord Repetitietaak. Bij enkele kinderen ($n = 5$) was het wegens omstandigheden niet mogelijk deze volgorde aan te houden. Bij deze kinderen is de afname verdeeld in twee momenten, waarbij in het eerste moment de Cijferreeksen Voorwaarts en Terugwaarts en de Nonwoord Repetitietaak zijn afgenomen en bij het tweede moment de vier aandachttaken.

Het Verbale Werkgeheugen

De Cijferreeksen Terugwaarts (onderdeel uit WISC-III-NL; Kort et al., 2005) meet het verbale werkgeheugen. Het kind hoort een cijferreeks en wordt gevraagd dit in omgekeerde volgorde na te zeggen. In de handleiding van de WISC-III-NL wordt de normscore berekend over Cijferreeksen Voorwaarts en Terugwaarts gezamenlijk ($M = 10$, $SD = 3$). De WISC-III-NL maakt met deze normscore geen onderscheid tussen het kortetermijngeheugen en het verbale werkgeheugen. Om de scores op werkgeheugentaken te vergelijken met de norm wordt dus deze score meegenomen in de analyses. Verder wordt de score weergegeven als een totale ruwe score zoals wordt gebruikt in de WISC-III-NL en een gewogen ruwe score. De gewogen ruwe score is berekend door de reeksen met meer cijfers zwaarder mee te rekenen dan reeksen met minder cijfers, hiervoor wordt het aantal correcte reeksen vermenigvuldigd met het aantal cijfers uit die reeks. De som van alle reeksen is de gewogen ruwe score. Bijvoorbeeld een kind wat op de reeksen van 2, 3 en 4 beide punten heeft gescoord heeft $2*2 + 3*2 + 4*2 = 18$ punten op het gewogen totaal. Op deze manier worden de moeilijkere reeksen zwaarder gewogen in de totaalscore en wordt de consistentie van de scores in de berekening meegenomen (Van Dijk, Christoffels, Postma, & Hermans, 2011).

Modaliteit-Specifieke Componenten

De Nonwoord Repetitietaak (De Bree et al., 2007, naar analogie van Dollaghan & Campbell's, 1998) meet de fonologische verwerking. Het kind krijgt via een koptelefoon steeds een niet bestaand woord te horen en wordt gevraagd dat nonwoord na te zeggen. De nonwoorden bestaan uit twee tot vijf lettergrepen. De score wordt bepaald door de som van het aantal goede antwoorden vermenigvuldigd met het aantal lettergrepen per item. Op deze manier wordt gecorrigeerd voor de moeilijkheidsgraad van de items met meer lettergrepen (Van Dijk et al., 2011).

De Cijferreeksen Voorwaarts (onderdeel uit Wechsler Intelligence Scale for Children-III (WISC-III-NL; Kort et al., 2005) meet het kortetermijngeheugen. Het kind hoort een cijferreeks en wordt gevraagd dit in dezelfde volgorde na te zeggen. De score bestaat uit een totale ruwe score zoals wordt gebruikt in de WISC-III-NL en een gewogen ruwe score. Net zoals bij de Cijferreeksen Terugwaarts wordt het aantal correcte reeksen vermenigvuldigd met het aantal cijfers uit die reeks. De som van alle reeksen is de gewogen ruwe score.

Modaliteit-Aspecifieke Componenten

De Continuous Performance Task (A-CPT; naar analogie van Mahone, Pillion, & Hiemenz, 2001) meet (bij deel 1) volgehouden aandacht en (bij deel 2) volgehouden aandacht en inhibitie. Gedurende de taak verschijnt steeds een plaatje in het midden van het beeldscherm. Het kind wordt gevraagd te reageren door te drukken op een knop bij het zien van de target (poes) en verzocht geen reactie te geven bij het zien van de distractor (banaan). Elk plaatje wordt maximaal 1500 milliseconden gepresenteerd. Na een interval van 500 milliseconden begint de volgende trial. De test bestaat uit een oefensessie van 8 trials en twee testdelen van 80 trials. In het eerste deel krijgt het kind 20 targets en 60 distractoren te zien en in het tweede deel 60 targets en 20 distractoren.

De Selectieve Aandachttaak (naar analogie van Booth et al., 2003) meet selectieve aandacht. Op het scherm verschijnen steeds negen plaatjes tegelijkertijd (3x3). Het kind wordt gevraagd op 'ja' te drukken als er een plaatje van een blauwe auto tussen de negen plaatjes zit, en op 'nee' als bij geen van de plaatjes een blauwe auto zichtbaar is. Het kind krijgt maximaal 3500 milliseconden de tijd om te reageren, dan verdwijnen de plaatjes van het scherm en na een interval van 1500 milliseconden begint de volgende trial. De test bestaat uit een oefensessie van 12 trials en een testdeel van 54 trials. 50% van de trials bevat één target

(blauwe auto) en twee distractoren (rode auto, blauwe lepel), en 50% bevat enkel distractoren (bijvoorbeeld twee rode auto's en één blauwe lepel).

De wisselende/verdeelde aandachttaak (naar analogie van de ANT-taken; De Sonneville, 2011) bestaat uit drie verschillende delen. Gedurende de gehele taak staat aan de linkerkant van het beeldscherm een gele stoel en aan de rechterkant een groene vork. Steeds verschijnt in het midden van het scherm een ander plaatje. Het kind moet bepalen of dit plaatje bij de gele stoel hoort (linkerknop) of bij de groene vork (rechterknop).

Deel 1. In het midden van het scherm komt steeds een plaatje van een groene stoel of een gele vork. Het kind wordt gevraagd op de linkerknop te drukken als het een plaatje van een stoel betreft, en op de rechterknop als het een plaatje van een lepel betreft. Elk plaatje wordt maximaal 1500 milliseconden gepresenteerd. Na een interval van 500 milliseconden begint de volgende trial. In totaal bestaat dit deel uit 8 oefentrials en 20 testtrials.

Deel 2. Het kind wordt gevraagd op de linkerknop te drukken als het object een gele kleur heeft en op de rechterknop als het object een groene kleur heeft. Elk plaatje wordt maximaal 1500 milliseconden gepresenteerd. Na een interval van 500 milliseconden begon de volgende trial. In totaal bestaat dit deel van de taak uit 8 oefentrials en 20 testtrials.

Deel 3. Het kind wordt gevraagd op de linkerknop te drukken als het object een stoel is of geel van kleur en op de rechterknop als het plaatje een vork is of groen van kleur. Elk plaatje wordt maximaal 1500 milliseconden gepresenteerd. Na een interval van 500 milliseconden begint de volgende trial. In totaal bestaat dit derde deel uit 8 oefentrials en 40 testtrials.

De spatiale conflictaak (Gerardi-Caulton, 2000) meet inhibitie. Steeds verschijnt een plaatje op het scherm, wisselend in het midden, aan de linkerkant of aan de rechterkant van het scherm. Het kind wordt gevraagd op de linkerknop te drukken als hij/zij een plaatje van een hond ziet, en op de rechterknop als hij/zij een plaatje van een boom ziet. Elk plaatje wordt maximaal 3000 milliseconden gepresenteerd. Na een interval van 500 milliseconden begint de volgende trial. In totaal bestaat de taak uit 8 oefentrials en 60 testtrials, waarvan 20 congruent (plaatje en juiste antwoordknop op zelfde locatie), 20 incongruent (plaatje op locatie van de verkeerde antwoordknop) en 20 neutraal (plaatje midden van het scherm).

Per taak bestaan de totaalscores van de participanten uit het percentage correcte antwoorden en de gemiddelde reactietijd.

Procedure en Design. De participanten hebben individueel deelgenomen aan het onderzoek. Voorafgaand aan ieder testonderdeel is, volgens een vooraf vastgestelde instructie,

aan de participanten uitgelegd wat van hen werd verwacht. Het moment van afname is in overleg met de leerkracht vastgesteld om het onderzoek zo prettig mogelijk te laten verlopen.

Data Analyse. Er is sprake van een kwantitatief, hypothesetoetsend onderzoek. De eerste hypothese is getoetst door een *One-Sample T Test* om vast te stellen in hoeverre de participanten als groep afwijken van de norm op de werkgeheugentaak. Het verband tussen het werkgeheugen en de modaliteit-specifieke en –aspecifieke componenten is getoetst door middel van correlaties, een factoranalyse en een regressieanalyse.

Resultaten

Het Verbale Werkgeheugen

De eerste hypothese voorspelt dat kinderen met ESM als een groep op verbale werkgeheugentaken minimaal één standaarddeviatie onder de norm vallen. De verwachting is hierbij verder dat meer dan 50% van de participanten een normscore van zeven of lager behaalt. Om de hypothese te toetsen zijn de normscores van de participanten berekend over de combinatie van Cijferreeksen Voorwaarts en Cijferreeksen Terugwaarts (zie methode). De WISC-III-NL geeft hiervoor alleen normscores weer bij een combinatie van beide cijferreeksen. Het verband tussen de ruwe scores van de deelnemende kinderen op beide testonderdelen is zwak, $r = .33$, $p = .009$. Beide onderdelen hangen wel met elkaar samen, maar algemene uitspraken moeten met de nodige voorzichtigheid geïnterpreteerd worden.

Volgens de WISC-III-NL zijn de verschillen tussen beide testonderdelen significant op het moment dat het verschil tussen de totale ruwe score op Cijferreeksen Voorwaarts en de totale ruwe score op Cijferreeksen Terugwaarts groter is dan 3. Bij 71% van de participanten is dit verschil 3 of kleiner, en dus geen sprake van een significant verschil. Bij alle participanten waarbij het verschil groter is dan 3 ($n = 18$), is het werkgeheugen zwakker dan het kortetermijngeheugen.

De resultaten geven weer dat 12 participanten (20%) een gemiddelde normscore van 10 of hoger heeft behaald (zie tabel 1). De normscores van de participanten lopen uiteen van 1 (-3 SD) tot 12 (.67 SD). Verder hebben 31 participanten (51%) een normscore van 7 of lager behaald.

Tabel 1

Resultaten van de normscores op Cijferreeksen Voorwaarts en Terugwaarts

Normscore	SD	Frequentie	Percentage	Cumulatief percentage
1,00	-3.00	3	4.9	4.9

2,00	-2.67	2	3.3	8.2
3,00	-2.33	2	3.3	11.5
4,00	-2.00	4	6.6	18.0
5,00	-1.67	3	4.9	23.0
6,00	-1.33	11	18.0	41.0
7,00	-1.00	6	9.8	50.8
8,00	-0.67	9	14.8	65.6
9,00	-0.33	9	14.8	80.3
10,00	0.00	5	8.2	88.5
11,00	0.33	1	1.6	90.2
12,00	0.67	6	9.8	100.0

Noot. $N=61$, $M = 7.18$, $SD = 2.90$

Middels een *One-Sample T Test* is getoetst in hoeverre de participanten afwijken van de norm op de werkgeheugentaak. Hiervoor zijn de normscores omgezet in standaarddeviaties ($M = -0.94$, $SD = 0.97$). Deze standaarddeviaties zijn vergeleken met 0, -1 en -2. Bij 0 wordt een significant verschil gevonden, $t(60) = -7.57$, $p < .001$. Vervolgens is getoetst of de participanten één standaarddeviatie of meer onder de norm vallen, hierbij wordt geen significant verschil gevonden, $t(60) = .50$, $p = .618$ en bij -2 is wel sprake van een significant verschil, $t(60) = 8.59$, $p < .001$. De groep kinderen met ESM scoren op werkgeheugentaken gemiddeld één standaarddeviatie onder de norm.

Beschrijvende Statistiek

Modaliteit-Specifieke Componenten

Uit de resultaten van de Nonwoord Repetitietaak komt naar voren dat de scores van de participanten lager zijn naarmate de woorden uit meer lettergrepen bestaan (zie tabel 2). Uit een post hoc *General Linear Model* met Bonferroni correctie komt een significant hoofdeffect tussen de verschillende lettergreepclusters (2, 3, 4 en 5) naar voren, $F(3,58) = 234.93$, $p < .001$. Uit vergelijkingen met de verschillende lettergreepclusters blijkt dat alle verschillen tussen de clusters significant zijn, $p < .001$. Hetzelfde geldt voor de cijferreeksen voorwaarts. Naarmate er meer cijfers herhaald moeten worden, wordt de score lager (zie tabel 3). Alle participanten kunnen drie cijfers herhalen, maar bij meer cijfers behalen de participanten minder punten.

Tabel 2

Beschrijvende statistiek van de modaliteit-specifieke componenten

	<i>M</i>	<i>SD</i>	Min.-Max.-score
--	----------	-----------	-----------------

Nonwoord Repetitietaak (NWR)			
2 lettergrepen	5.48	0.70	3-6
3 lettergrepen	4.05	1.37	0-6
4 lettergrepen	2.67	1.46	0-6
5 lettergrepen	1.07	1.31	0-4
NWR totaal	13.26	3.64	5-21
NWR gewogen	39.11	13.93	10-71
Cijferreeksen voorwaarts (CR_VW)			
CR VW totaal	6.41	1.44	4-10
CR VW gewogen	20.72	7.12	10-40

Tabel 3

Resultaten cijferreeksen voorwaarts

	0 reeksen		1 reeks		2 reeksen	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
2 cijfers	0	0	0	0	61	100
3 cijfers	0	0	0	0	61	100
4 cijfers	3	4.9	24	39.3	34	55.7
5 cijfers	30	49.2	18	29.5	13	21.3
6 cijfers	53	86.9	5	8.2	3	4.9
7 cijfers	61	100	0	0	0	0

De berekening van de correlaties geeft een zwak positief, significant verband aan tussen beide modaliteit-specifieke componenten, $r = .43$, $p = .001$. In het vervolg van het onderzoek zijn beide modaliteit-specifieke componenten apart meegenomen.

Modaliteit-Aspecifieke Componenten

Middels een beschrijvende analyse worden de resultaten van de participanten beschreven per aandachtstaak. De participanten behalen op alle aandachtstaken gemiddeld een zeer hoge score wat betreft het aantal correcte antwoorden (zie tabel 4). De scores bij de wisselende aandachtstaak laten, vergeleken met de andere aandachtstaken, een relatief grotere spreiding zien van 40%, $M = .95$, $SD = 7.33$. Verder behalen de participanten bij de volgehouden aandachtstaak een zeer hoog percentage correcte antwoorden, $M = 0.99$, $SD = 0.02$.

Tabel 4

Resultaten aantal correcte antwoorden per aandachtstaak

	<i>M</i> (%) correct)	<i>SD</i>	Min.- Max.-score (%)
--	--------------------------	-----------	-------------------------

Volgehouden aandacht	99	0.02	89 – 100
Selectieve aandacht	95	4.08	83 – 100
Inhibitie	96	4.43	80 – 100
Wisselende aandacht	95	7.33	60 – 100
Wisselende/Verdeelde aandacht	96	4.94	80 – 100

Naast de analyse van de accuratesse is ook de reactiesnelheid (in ms.) van de participanten middels een beschrijvende tabel per aandachtstaak geanalyseerd (zie tabel 5). Bij de volgehouden aandachtstaak is de reactiesnelheid van de participanten het hoogst in vergelijking met de andere taken, $M = 500.68$, $SD = 92.85$. Daarnaast is bij de selectieve aandachtstaak de reactiesnelheid het laagst, $M = 1053.02$, $SD = 262.84$.

Tabel 5

Resultaten reactiesnelheid per aandachtstaak

	<i>M</i> (ms.)	<i>SD</i>	Min.- Max.-score (ms.)
Volgehouden aandacht	500.68	92.85	319.59 – 871.47
Selectieve aandacht	1053.02	262.84	566.27 – 1798.00
Inhibitie	806.65	183.93	406.04 – 1290.39
Wisselende aandacht	867.19	224.01	384.05 – 1459.83
Wisselende/Verdeelde aandacht	895.03	187.96	565.23 – 1337.91

Op basis van de inspectie van de waarden kan geconcludeerd worden dat geen uitval gevonden is bij de accuratesse van de participanten, maar wel bij reactiesnelheden. Om een realistisch beeld te verkrijgen van de scores van de participanten zijn de twee onderdelen (accuratesse en reactiesnelheid) gecombineerd tot één score. Deze gecombineerde score wordt gebruikt bij de beantwoording van de derde hypothese.

Verder zijn de correlaties berekend voor de scores op de modaliteit-aspecifieke componenten onderling. De aandachtstaken correleren matig tot sterk (zie tabel 6). De correlaties tussen de volgehouden aandachtstaak en de andere aandachtstaken correleren allen matig. Tevens correleert de selectieve aandachtstaak matig met de wisselende/verdeelde aandachtstaak.

Tabel 6

Correlatiecoëfficiënten modaliteit-aspecifieke componenten

	VA	SA	IN	WA	WAVA
VA	1	.590**	.554**	.624**	.598**
SA		1	.777**	.750**	.661**

IN	1	.780**	.720**
WA		1	.710**
WAVA			1

Noot. * $p < 0.05$., ** $p < 0.01$, VA = volgehouden aandacht, SA = selectieve aandacht, IN = inhibitie, WA = wisselende aandacht, WAVA = wisselende/verdeelde aandacht, $R < .3$ = zeer zwak, $R .3 - .5$ = zwak, $R .5 - .7$ = matig, $R .7 - .85$ = sterk, $R .85 - .95$ = zeer sterk, $R > .95$ = uitzonderlijk sterk.

Het Verband tussen het Verbale Werkgeheugen en Modaliteit-Specifieke Componenten

De tweede hypothese voorspelt minimaal een matig positief verband tussen de scores van kinderen met ESM op modaliteit-specifieke componenten en de scores op de werkgeheugentaak.

Allereerst zijn de correlaties berekend tussen de gewogen ruwe scores op de werkgeheugentaak en de gewogen ruwe scores op de modaliteit-specifieke componenten. De resultaten geven weer dat de scores op de werkgeheugentaak zwak, maar significant correleren met de scores op de kortetermijngeheugentaak, $r = .33$, $p = .009$. Echter, scores op de auditieve verwerkingstaak correleren niet significant met scores op de werkgeheugentaak.

Om de hypothese verder te toetsen is gebruik gemaakt van een lineaire regressieanalyse. Hierbij zijn de gewogen ruwe scores op de modaliteit-specifieke componenten als twee onafhankelijke variabelen meegenomen en de werkgeheugentaak als de afhankelijke variabele. Hieruit komt naar voren dat er een positief verband is tussen de scores op de werkgeheugentaak en de kortetermijngeheugentaken, $F(1,59) = 7.31$, $p = .009$. Door dit model wordt 11% van de variantie in scores op de werkgeheugentaak verklaard. De Nonwoord Repetitietaak levert geen significante bijdrage aan de verklaarde variantie. Geconcludeerd kan worden dat scores op één van de modaliteit-specifieke componenten, namelijk het kortetermijngeheugen, een significant, zwak positief verband met de werkgeheugenscores van kinderen met ESM vertonen.

Het Verband tussen het Verbale Werkgeheugen en Modaliteit-Aspecifieke Componenten

De derde hypothese voorspelt minimaal een matig positief verband tussen de scores van de kinderen met ESM op de instrumenten die modaliteit-aspecifieke componenten meten en de scores van de werkgeheugentaak. Allereerst zijn de correlaties berekend voor de gewogen ruwe scores op de werkgeheugentaak samen met de scores op de modaliteit-aspecifieke componenten. De resultaten geven weer dat scores op de werkgeheugentaak zwak

correleren met scores op de selectieve aandachtstaak, $r = .27$, $p = .038$. Echter, voor scores op de andere modaliteit-aspecifieke componenten worden geen significante correlaties gevonden met de werkgeheugenscores.

Vervolgens is middels een exploratieve factoranalyse getoetst op het aantal variabelen dat daadwerkelijk is gemeten bij de modaliteit-aspecifieke componenten. De hoofdcomponentenanalyse geeft één variabele weer met $\lambda = 3,72$ en een cumulatief percentage van 74%. Dat betekent dat de modaliteit-aspecifieke componenten niet als aparte variabelen onderscheiden kunnen worden. De vijf variabelen hebben verschillende factorladingen (zie tabel 7). Voor het toetsen van de hypothese is vervolgens uitgegaan van deze factorscore.

Tabel 7

Factorlading per aandachtstaak

Aandachtstaak	Factorlading
Volgehouden aandacht	.59
Selectieve aandacht	.78
Inhibitie	.80
Wisselende aandacht	.81
Wisselende/Verdeelde aandacht	.73

Om de hypothese te toetsen is gebruik gemaakt van een lineaire regressieanalyse. Zoals hierboven beschreven, zijn de modaliteit-aspecifieke componenten omgerekend tot één factorscore. Deze factorscore is als onafhankelijke variabele meegenomen in de regressieanalyse en de gewogen ruwe scores op de werkgeheugentaak als de afhankelijke variabele. Er blijkt een significant positief verband aanwezig tussen scores op de werkgeheugentaak en de factorscore die de gecombineerde prestatie op de modaliteit-aspecifieke componenten aangeeft, $F(1,59) = 3.97$, $p = .051$. Door dit model wordt 6 % van de variantie van de scores op de werkgeheugentaak verklaard. Geconcludeerd kan worden dat de hypothese wordt aangenomen; er bestaat een positief verband tussen de modaliteit-aspecifieke componenten en het werkgeheugen van kinderen met ESM.

Regressieanalyse Modaliteit-Specifieke en Modaliteit-Aspecifieke Componenten

Tot slot zijn de modaliteit-specifieke en modaliteit-aspecifieke componenten beide in een lineaire regressieanalyse gevoegd om te bepalen in hoeverre deze componenten in verband staan met het werkgeheugen. Hierbij is de werkgeheugentaak als afhankelijke variabele meegenomen en beide componenten als de onafhankelijke variabelen.

Uit de lineaire regressieanalyse komt een positief verband naar voren tussen het werkgeheugen en de modaliteit-specifieke en modaliteit-aspecifieke componenten, $F(3,57) = 3.00$, $p = .038$. De sterkte van het verband uitgedrukt in een correlatiecoëfficiënt is $.37$ ($p = .038$). Van de variantie van scores op de werkgeheugentaak kan 14% verklaard worden door scores op de beide componenten.

Discussie

In dit onderzoek is het verband tussen de componenten van het verbale werkgeheugen van kinderen met ESM onderzocht. Daarvoor werd allereerst (de capaciteit van) het verbale werkgeheugen onderzocht en vervolgens het verband tussen de modaliteit-specifieke en –aspecifieke componenten en het verbale werkgeheugen.

Het Verbale Werkgeheugen

Uit dit onderzoek komt naar voren dat de groep kinderen met ESM die deelnam aan dit onderzoek gemiddeld één standaarddeviatie lager scoren dan kinderen zonder ESM op werkgeheugentaken. Meer dan 50% van de participanten behaalt een normscore van zeven of lager. Dit bevestigt het onderzoek van onder andere Archibald & Gathercole, 2006; Marton, 2008; Marton (2008) en Montgomery et al., 2010, waaruit blijkt dat de capaciteit van het werkgeheugen van kinderen met ESM beperkt is ten opzichte van zich normaal ontwikkelende kinderen. Het is echter niet zo alle kinderen met problemen in het werkgeheugen ook sprake is van ESM. De scores van de participanten zijn gemiddeld lager dan zich normaal ontwikkelende kinderen. Lage scores op deze taak kunnen aanleiding geven voor verder onderzoek naar het werkgeheugen.

In de WISC-III-NL en in het huidige onderzoek zijn de Cijferreeksen Voorwaarts en Terugwaarts tot één normscore omgerekend. Het onderzoek van Kort et al. (2005) toont echter aan dat beide onderdelen niet hetzelfde meten. Dit wordt bevestigd door het huidige onderzoek. Een zwakke correlatie is namelijk gevonden voor deze onderdelen. Bij het splitsen van de Cijferreeksen tot twee aparte normscores kan mogelijk een meer valide resultaat verkregen worden. Dit wordt ook gesteld door Ramsay en Reynolds (1995) en wordt al gedaan bij de visuele variant van de Cijferreeksen van de Wechsler Non Verbal (Wechsler & Naglieri, 2006). In diagnostisch opzicht kan de splitsing van de normscores ook een bijdrage leveren. De conclusies kunnen meer valide beschreven worden en men kan specifiekere aanbevelingen geven voor vervolgonderzoek.

Het Verband Tussen het Verbale Werkgeheugen en Modaliteit-Specifieke en –Aspecifieke Componenten

Uit het huidige onderzoek komt naar voren dat zowel de scores op de modaliteit-specifieke als scores op de -aspecifieke componenten van het verbale werkgeheugen maar een klein deel van de variantie in de scores op werkgeheugentaken verklaren bij kinderen met ESM. Mogelijk zou een groter deel verklaard kunnen worden door een vierde component, namelijk de episodische buffer. Baddeley (2000) breidt hiermee het model van Baddeley en Hitch (1974) uit. Dit gelimiteerde opslagsysteem zorgt voor multidimensionale codering, en maakt het mogelijk om informatie uit de fonologische lus, het visuospatiële kladblok en het langetermijngeheugen aan elkaar te koppelen (Baddeley, 2000). Dit laatste onderdeel van het systeem, het langetermijngeheugen, speelt naast het kortetermijngeheugen ook een rol bij taalverwerking. Bij het leren van taal wordt nieuwe informatie gekoppeld aan bestaande (lexicale) kennis (Repovs & Baddeley, 2006). Het zou bijvoorbeeld kunnen zijn dat kinderen bij de Nonwoord Repetitietaak de nonwoorden aan bestaande fonologische (Estes, Evans, & Else-Quest, 2007) en lexicale (Gupta & Tisdale, 2009) kennis proberen te koppelen, of de Cijferreeksen voor zichzelf proberen te visualiseren, waarbij dus meerdere componenten aan elkaar gekoppeld moeten worden. De episodische buffer zou dan ook een deel van de variantie van de scores op de werkgeheugentaak bij kinderen met ESM kunnen verklaren. Meer onderzoek naar dit vierde systeem is wenselijk om meer inzicht te krijgen in welke invloed dit systeem heeft bij deze doelgroep.

Een andere verklaring voor het kleine percentage verklaarde variantie in de scores op werkgeheugentaken is dat het werkgeheugen maar door één taak getest is. Het gevolg hiervan is dat de scores afhankelijk zijn van deze ene test en van een momentopname. Uitgebreider onderzoek naar het werkgeheugen zou hier meer duidelijkheid over kunnen geven.

Het Verband tussen het Verbale Werkgeheugen en Modaliteit-Specifieke Componenten

Zoals verwacht is een positief verband gevonden tussen de scores op werkgeheugentaak en modaliteit-specifieke componenten. Dit is echter een zwak verband dat verklaard kan worden door het kortetermijngeheugen. Opvallend is dat er geen verband is gevonden tussen de scores op de werkgeheugentaak en de fonologische verwerkingstaak, en een zwak verband tussen scores op de kortetermijngeheugentaak en de fonologische verwerkingstaak. Dit is tegenstrijdig met de bestaande literatuur. Van Weerdenburg et al. (2009) beschrijven dat taalproblemen verklaard kunnen worden door meerdere componenten

waarbij het kortetermijngeheugen van groot belang is. Gathercole (2006) beschrijft dat de fonologische verwerking een grote rol speelt bij taalproblemen.

Net als bij de onderzoeken van Ellis Weismer et al. (2002), Gathercole (2006) en Gathercole en Baddeley (1999) komt uit dit onderzoek naar voren dat kinderen met ESM zwakker scoren naarmate de nonwoorden meer lettergrepen hebben. Dit bevestigt dat de doelgroep een goede representatie is voor kinderen met ESM. Echter, voor het vaststellen van verschillen in het verbale werkgeheugen, is de Nonwoord Repetitietaak geen goede voorspeller. Uit het onderzoek is geen verband gevonden tussen het verbale werkgeheugen en Nonwoord Repetitietaak. Een mogelijke verklaring is dat de Nonwoord Repetitietaak meerdere processen bevat dan alleen de fonologische verwerking en het kortetermijngeheugen (Gathercole, 2006; Majerus et al, 2009). Verder onderzoek naar de processen van de Nonwoord Repetitietaak die bijdragen aan taalproblemen kan meer inzicht geven in de verwerking van verbale informatie bij kinderen met ESM.

Het Verband tussen het Verbale Werkgeheugen en Modaliteit-Aspecifieke Componenten

De resultaten van dit onderzoek geven een positief verband weer tussen de modaliteit-aspecifieke componenten en het werkgeheugen van kinderen met ESM. Hierbij is vooraf uitgegaan van een vijftal componenten, respectievelijk volgehouden aandacht, selectieve aandacht, inhibitie, wisselende aandacht en wisselende/verdeelde aandacht (Montgomery et al., 2010, Spaulding et al., 2008; Spaulding, 2010). Het onderscheid tussen de componenten onderling is met dit onderzoek echter niet bevestigd. Het is enerzijds dan ook de vraag in hoeverre de verschillende aandachtstaken daadwerkelijk hebben gemeten wat deze beoogden te meten. Anderzijds is het mogelijk dat de aandachtstaken theoretisch wel te onderscheiden zijn, maar dat ze in praktijk teveel samenhangen. In diagnostisch opzicht levert dit een beperking op; alleen algemene uitspraken kunnen gedaan worden betreft de aandachtscontrole van kinderen. Verder correleren de scores op de afgenomen tests (Continuous Performance Task, Selectieve Aandachttaak, Spatial Conflicttaak en Wisselende/Verdeelde Aandachttaak) zwak met de scores op de werkgeheugentaak, waardoor ze dan ook geen goede voorspeller zijn voor verschillen in het verbale werkgeheugen.

Verder blijkt uit onder andere het onderzoek van Noterdaeme et al. (2001) dat kinderen met ESM uitvallen op de verschillende aandachtstaken. Hierbij behalen de participanten hoge scores op de aandachtstaken, maar vallen uit door een trage

reactiesnelheid. Wetende dat dit niet de focus van het onderzoek was, is het wel een opvallende bevinding. Uit het huidige onderzoek komt namelijk naar voren dat kinderen met ESM een hoge accuratesse bij de aandachtstaken behalen. Op basis van dit gegeven vallen ze niet uit op de aandachtstaken. Mogelijk vallen de kinderen met ESM wel uit op de reactiesnelheid bij de aandachtstaken. Door de reactiesnelheid behaalden de participanten in dit onderzoek in ieder geval een lagere gecombineerde score (accuratesse en reactiesnelheid). De scores zijn niet vergeleken met de norm, waardoor op basis van deze scores geen gegronde uitspraken gedaan kunnen worden. Uit het onderzoek wordt onvoldoende duidelijk in hoeverre kinderen met ESM uitvallen op de aandachtstaken. Wel wordt duidelijk dat een grote spreiding bestaat tussen reactiesnelheden van de kinderen met ESM. Door de grote spreiding kunnen minder gegronde uitspraken gedaan worden over kinderen met ESM als groep. Een dergelijke grote spreiding wordt eveneens gevonden bij de scores op de werkgeheugentaak.

Aanbevelingen

Een vijftal aanbevelingen kunnen gedaan worden voor verder onderzoek. Allereerst zouden aparte normscores bij de Cijferreeksen Voorwaarts en Terugwaarts van de WISC-III-NL specifiekere informatie kunnen bieden. Ten tweede is het zinvol om het werkgeheugen aan de hand van een uitgebreider onderzoek te testen. Ten derde is meer onderzoek gewenst naar hoe het model van het werkgeheugen tot uiting komt bij kinderen met ESM, inclusief de episodische buffer. Ten vierde bestaan tegenstrijdigheden over de conclusies die uit de Nonwoord Repetitietaak getrokken mogen worden. Verder onderzoek naar de processen die hierbij een rol spelen zou meer duidelijkheid kunnen geven. Tot slot was in het huidige onderzoek geen controlegroep aanwezig. Hierdoor kan niet gesteld worden of de kinderen met ESM als groep juist goed of slecht hebben gepresteerd op de verschillende taken. Verder onderzoek geeft hier mogelijk meer inzicht in.

Referenties

- Archibald, L. M. D., & Gathercole, S. E. (2006). Short-term and working memory in children with specific language impairments. *International Journal of Language and Communication Disorders, 41*, 675-693. doi: 10.1080/13682820500442602
- Archibald, L. M. D., & Joanisse, M. F. (2009). On the sensitivity and specificity of nonword repetition and sentence recall to language and memory impairments in children. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 52*, 899-914. doi: 10.1044/1092-4388(2009/08-0099)
- Baddeley, A. D. (1996). Exploring the central executive. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 49*(1), 5-28.
- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Science 4*, 417-423. doi: 10.1016/S1364-6613(00)01538-2
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working memory. In G. A. Bower (Ed.), *Recent advances in learning and motivation* (pp. 47-99). New York: Academic Press.
- Booth, J. R., Burman, D. D., Meyer, J. R., Lei, Z., Trommer, B. L., Davenport, N. D., ... Mesulam, M. M. (2003). Neural development of selective attention and response inhibition. *NeuroImage, 20*, 737-751. doi:10.1016/S1053-8119(03)00404-X
- Conti-Ramsden, G., Botting, N., & Faragher, B. (2001). Psycholinguistic markers for specific language impairment (SLI). *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 42*, 741-748. doi: 10.1111/1469-7610.00770
- Cowan, N. (1996). Short-term memory, working memory, and their importance in language processing. *Topics in Language Disorders, 17*, 1-18.
- De Bree, E., & Wijnen, F. (2008) Nonsenswoordenrepetitie en leesvaardigheid in kinderen met een risico voor dyslexie en kinderen met een taalstoornis (SLI). *Stem-, Spraak- en Taalpathologie, 16*, 124-131.
- De Bree, E., Rispens, J., & Gerrits, E. (2007). Non-word repetition in Dutch children with (a risk of) dyslexia and SLI. *Clinical Linguistics and Phonetics, 21*, 935-944. doi: 10.1080/02699200701576892
- De Bree, E., Wilsenach, C., & Gerrits, E. (2004). Fonologische verwerking en fonologisch werkgeheugen van kinderen met taalproblemen. *Stem-, Spraak- en Taalpathologie, 12*, 172-186. doi: 32.8310/03/1204-172
- De Sonneville, L. M. J. (2011). *Amsterdamse neuropsychologische taken*. Amsterdam: Boom test uitgevers.

- Dollaghan, C., & Campbell, T. (1998). Nonword repetition and child language impairment. *Journal of Speech and Hearing Research, 41*, 1136–1146.
- Ebert, K. D., & Kohnert, K. (2011). Sustained attention in children with primary language impairment: A meta-analysis. *Journal of Speech, Language and Hearing Research, 54*, 1372-1384. doi: 10.1044/1092-4388(2011/10-0231)
- Ellis Weismer, S., Tomblin, J. B., Zhang, X., Buckwalter, P., Chynoweth, J. G., & Jones, M. (2000). Nonword repetition performance in school-age children with and without language impairment. *Journal of Speech, Language and Hearing Research, 43*, 865–879.
- Estes, K. G., Evans, J. L. & Else-Quest, N. M. (2007). Differences in the nonword repetition performance of children with and without specific language impairment: A meta-analysis. *Journal of Speech, Language and Hearing Research, 50*, 177-195. doi: 10.1044/1092-4388(2007/015)
- Finnernan, D. A., Francis, A. L., & Leonard, L. B. (2009). Sustained attention in children with specific language impairment. *Journal of Speech, Language and Hearing Research, 52*(4), 915–929. doi:10.1044/1092-4388(2009/07-0053)
- Fraser, J., Goswami, U., & Conti-Ramsen, G. (2010). Dyslexia and Specific Language Impairment: The role of phonology and auditory processing. *Scientific Studies of Reading, 14*, 8-29. doi: 10.1080/10888430903242068
- Gathercole, S. E. (2006). Nonword repetition and word learning: The nature of the relationship. *Applied Psycholinguistics, 27*, 513-543. doi: 10.1017.S0142716406060383
- Gerardi-Caulton, G. (2000). Sensitivity to spatial conflict and the development of self-regulation in children 24–36 months of age. *Developmental Science, 3*, 397–404. doi: 10.1111/1467-7687.00134
- Goulandris, N. K., Snowling, M. J., & Walker, I. (2000). Is dyslexia a form of specific language impairment? A comparison of dyslexic and language impaired children as adolescents. *Annals of Dyslexia, 50*, 103–120.
- Gray, S. (2003). Diagnostic accuracy and test–retest reliability of nonword repetition and digit span tasks administered to preschool children with specific language impairment. *Journal of Communication Disorders, 35*, 129-151. doi: 10.1016/j.bbr.2011.03.031

- Gupta, P., & Tisdale, J. (2009). Does phonological short-term memory causally determine vocabulary learning? Toward a computational resolution of the debate. *Journal of Memory and Language*, *61*, 481-502. doi:10.1016/j.jml.2009.08.001
- Hoffman, L. M., & Gillam, R. B. (2004). Verbal and spatial information processing constraints in children with specific language impairment. *Journal of Speech, language and Hearing Research*, *47*, 114-125.
- Im-Bolter, N., Johnson, J., & Pascual-Leone, J. (2006). Processing limitations in children with specific language impairment: The role of executive function. *Child Development*, *77*, 1822–1841.
- Kaddah, F. A., Shoeib, R.M., & Mahmoud, H.E. (2010). Assessment of short-term memory in Arabic speaking children with Specific Language Impairment. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, *13*, 1187-1194.
- Kort, W., Schittekatte, M., Bosmans, M., Compaan, E. I., Dekker, P. H., Vermeir, G., & Verhaeghe, P. (2005). *WISC-III-NL. Handleiding, Nederlandse bewerking*. London: The Psychological Corporation.
- Leonard, L. B. (1998). *Children with specific language impairment*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Mahone, E. M., Pillion, J. P., & Hiemenz, J. R. (2001). Initial development of an auditory continuous performance test for preschoolers. *Journal of Attention Disorders*, *5*, 93-106. doi: 10.1177/108705470100500203
- Majerus, S., Leclercq, A., Grossmann, A., Billard, C., Touzin, M., Van der Linden, M., & Poncelet, M. (2009) Serial order short-term memory capacities and specific language impairment: No evidence for a causal association. *Cortex*, *45*, 708–720. doi:10.1016/j.cortex.2008.10.006
- Marton, K. (2008). Visuo-spatial processing and executive functions in children with Specific Language Impairment. *International Journal of Language & Communication Disorders*, *43*, 181-200. doi: 10.1080/16066350701340719
- Marton, K., & Schwartz, R. G. (2003). Working memory capacity and language processes in children with specific language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing*, *46*, 1138-1153. doi: 10.1044/1092-4388(2003/089)

- Montgomery, J. W., Magimairaj, B. M., & Finney, M. C. (2010). Working memory and specific language impairment: An update on the relation and perspectives on assessment and treatment. *American Journal of Speech-Language Pathology, 19*, 78-94.
- Noterdaeme, M., Amorosa, H., Mildenerger, K., Sitter, S., & Minow, F. (2001). Evaluation of attention problems in children with autism and children with a specific language disorder. *European Child & Adolescent Psychiatry, 10*(1), 58-66.
- Ramsay, M. C., & Reynolds, C. R. (1995). Separate digits tests: A brief history, a literature review, and a reexamination of the factor structure of the test of memory and learning (TOMAL). *Neuropsychology Review, 5*, 151-171.
- Repovs, G., & Baddeley, A. (2006). The multi-component model of working memory: Explorations in experimental cognitive psychology. *Neuroscience 139*, 5–21. doi:10.1016/j.neuroscience.2005.12.061
- Spaulding, T. J. (2010). Investigating mechanisms of suppression in preschool children with specific language impairment. *Journal of Speech, Language and Hearing Research 53*, 725–738.
- Spaulding, T. J., Plante, E., & Vance, R. (2008). Sustained selective attention skills of preschool children with specific language impairment: Evidence for separate attentional capacities. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 51* 16–34. doi: 1092-4388/08/5101-0016
- Van Daal, J., Verhoeven, L., & Van Balkom, H. (2009). Cognitive predictors of language development in children with specific language impairment (SLI). *International Journal of Language & Communication Disorders, 44*, 639-655. doi: 10.1080/13682820802276930
- Van Dijk, R., Christoffels, I., Postma, A., & Hermans, D. (2011). The relation between the working memory skills of sign language interpreters and the quality of their interpretations. *Bilingualism: Language and Cognition 15*, 340–350. doi:10.1017/S1366728911000198
- Van Weerdenburg, M., Verhoeven, L., van Balkom, H., & Bosman, A. (2009). Cognitive and linguistic precursors to early literacy achievement in children with specific language impairment. *Scientific Studies of Reading, 13*, 484–507. doi: 10.1080/10888430903162936

Wechsler, D., & Naglieri, J. A. (2006). Wechsler non verbal scale of ability, Nederlandse bewerking. Amsterdam: Pearson assessment and information.