

De diagnostiek van dyscalculie: complex en niet eenduidig

Jolanda C.D. Langedijk & Mariët J. van der Molen

The diagnostics of dyscalculia: complicated and ambiguous

G *Orthopedagogiek: Onderzoek en Praktijk*, 52 (2), 66-80
© Garant | ISSN 2211-6273 | februari 2013

ABOUT THE AUTHORS

Jolanda C.D. Langedijk, MSc. MBA is development psychologist and has a private practice 'Every Child Counts' in Zwaag, the Netherlands, specialized in the diagnosis and treatment of dyscalculia. *E-mail*: jolanda.langedijk@planet.nl

Dr. Mariët J. van der Molen is assistant professor at the VU University Amsterdam, Department of Developmental Psychology and EMGO Institute for Health and Care Research, Amsterdam. *m.j.vander.molen@vu.nl*

ABSTRACT

The research described in this article focuses on the diagnosis of dyscalculia. The qualitative research examines how dyscalculia in practice is diagnosed and how the practice is aligned with guidelines from the research literature. The quantitative part of the research focuses on the relationship between automation problems, an important aspect in the diagnosis dyscalculia, and the functioning of the long-term, work-, and short-term memory. Within the qualitative research 100 diagnostic cases of dyscalculia among elementary school students were mapped. The diagnoses were conducted by two leading institutions. Both institutions have their own vision of dyscalculia, which is reflected in the measured constructs and the criteria used in the diagnosis of dyscalculia. The main difference concerns the role that number sense is assigned, a construct that has been gaining increasing attention in the research literature. The quantitative study found no positive relationship between memory deficits and automation problems. Perhaps automation problems are more connected with poor number sense. Further research into the role of number sense in dyscalculia is therefore recommended.

KEYWORDS: Dyscalculia, mathematical problems, diagnostics, number sense, memory

OVER DE AUTEURS

Jolanda C.D. Langedijk, MSc. MBA is ontwikkelingspsycholoog en heeft haar eigen praktijk 'Ieder Kind Telt' in Zwaag, gericht op de diagnostiek en behandeling van dyscalculie. *E-mail*: jolanda.langedijk@planet.nl

Orthopedagogiek: Onderzoek en Praktijk, 52 (2), 66 (februari 2013)

Dr. Mariët J. van der Molen is universitair docent aan de Vrije Universiteit Amsterdam, afdeling Klinisch Ontwikkelingspsychologie en EMGO Instituut voor onderzoek naar gezondheid en zorg, Amsterdam.
E-mail: m.j.vander.molen@vu.nl

SAMENVATTING

Het in dit artikel beschreven onderzoek richt zich op de diagnostiek van dyscalculie. Enerzijds is onderzocht op welke wijze dyscalculie in de praktijk wordt gediagnosticeerd en in hoeverre de gangbare praktijk overeenkomt met de richtlijnen vanuit de onderzoeksliteratuur (kwalitatief onderzoek). Anderzijds is de relatie tussen automatiseringsproblemen, een zeer belangrijk aspect bij de diagnose dyscalculie, en het functioneren van het langetermijn-, werk-, en kortetermijngeheugen onderzocht (kwantitatief onderzoek). Binnen het kwalitatief onderzoek zijn 100 diagnostische onderzoeken naar dyscalculie bij basisschoolleerlingen in kaart gebracht. De onderzoeken zijn uitgevoerd door twee vooraanstaande instellingen. De beide instellingen hebben ieder hun eigen visie op dyscalculie, hetgeen tot uiting komt in de gemeten constructen en de gehanteerde criteria bij de diagnostiek van dyscalculie. Het belangrijkste verschil betreft de rol die aan getalbegrip wordt toegekend, een construct dat in de onderzoeksliteratuur steeds meer aandacht krijgt. Binnen het kwantitatief onderzoek is géén positieve relatie gevonden tussen geheugentekorten en automatiseringsproblemen. Mogelijk hangen automatiseringsproblemen meer samen met gebrekkig getalbegrip. Nader onderzoek naar de rol van getalbegrip bij dyscalculie wordt dan ook aanbevolen.

KERNWOORDEN: Dyscalculie, wiskundeproblemen, diagnostiek, getalbegrip, geheugen

Inleiding

Dyscalculie staat in toenemende mate in de belangstelling. Toch is er nog veel onduidelijkheid over dyscalculie. Zo is het onderscheid tussen een ernstig rekenprobleem en dyscalculie gradueel en daarmee niet eenvoudig vast te stellen. Bij gebrek aan (internationale) criteria is dit onderscheid ook niet eenduidig vast te stellen. Over de oorzaken van dyscalculie bestaat eveneens nog veel onduidelijkheid. De diagnose wel/niet dyscalculie heeft echter belangrijke consequenties voor het gediagnosticeerde kind. Bij de diagnostiek van dyscalculie is dus sprake van complexiteit en gebrek aan eenduidigheid. Gevolg is dat er in de klinische praktijk een veelheid van visies, methodieken en criteria wordt gehanteerd. Het doel van dit onderzoek is tweeledig; enerzijds het bieden van inzichten vanuit de wetenschap en de praktijk ten aanzien van de diagnostiek van dyscalculie, anderzijds het doen van aanbevelingen voor wat betreft het stellen van de diagnose dyscalculie.

In dit artikel wordt allereerst een overzicht van de onderzoeksliteratuur ten aan-

zien van de diagnostiek van dyscalculie gegeven. Hierna wordt de wijze waarop in de praktijk dyscalculie wordt gediagnosticeerd beschreven en worden wetenschap en praktijk met elkaar vergeleken. Tevens wordt een kwantitatief onderzoek naar de relatie tussen dyscalculie en het functioneren van het geheugen beschreven. In de discussie paragraaf ten slotte worden de onderzoeksbevindingen besproken en worden aanbevelingen gedaan.

Rekenen en rekenvoorwaarden: constructen en criteria

Onderzoeksliteratuur over het diagnosticeren van dyscalculie is schaars. Binnen de internationaal gehanteerde classificatiesystemen DSM-IV-TR (APA, 2000) en ICD-10 (WHO, 2005) wordt niet aangegeven welke constructen gemeten zouden moeten worden, er wordt slechts gesproken over 'rekenvaardigheden'. Binnen Nederland en België is een nadere invulling gegeven aan dit begrip. Zo stellen Ruijssenaars, Van Luit en Van Lieshout (2004) dat het gaat om het meten van

het rekenniveau, het automatiseringstekort en de hardnekkigheid hiervan. Desoete en Braams (2008) achten het raadzaam de volgende aspecten te onderzoeken: voorbereidende rekenvaardigheden, subitizing (snel overzien van een kleine hoeveelheid voorwerpen zonder te hoeven tellen); getalbegrip; inzicht in de getalstructuur; rekenniveau van de elementaire bewerkingen; mate van automatisering; strategiegebruik; hoofdrekenen versus schriftelijk rekenen en contextssommen. Tot slot wordt aangeraden de aspecten meten, tijd en geld te onderzoeken.

De criteria die in de DSM-IV-TR (APA, 2000) en ICD-10 (WHO, 2005) worden gebruikt bieden te veel interpretatieruimte (Van Luit, 2010). Dientengevolge hanteren verschillende internationale onderzoekers diverse criteria en diverse tests (Landerl e.a., 2004). Zo stellen Geary, Hamson en Hoard (2000) dat er sprake is van dyscalculie wanneer kinderen onder het 35^e percentiel (minimaal 0.39 SD afwijking van het gemiddelde) scoren op een genormeerde rekentoets. Butterworth (2003) hanteert bij zijn *Dyscalculia Screener* als grens voor dyscalculie dat op minimaal twee subtests onder het 11^e percentiel (minimaal 1.23 SD afwijking van het gemiddelde) wordt gescoord. Landerl et al. (2004) gaan uit van een score onder het eerste percentiel (minimaal 3 SD afwijking van het gemiddelde) om vals positieven te voorkomen.

Verklarende factoren: constructen en criteria

Er worden in de onderzoeksliteratuur tal van factoren genoemd die van invloed zouden zijn op dyscalculie (Desoete & Braams, 2008; Ruijsenaars e.a., 2004; Van Luit, Bloemert, Ganzinga & Mönch, 2012). Dit betreffen cognitieve factoren (IQ, geheugen, benoemsnelijkheid, informatieverwerking, planning, aandacht en concentratie, ruimtelijk inzicht, redeneren, probleemoplossing, inhibitie/shifting, metacognitie en getalbegrip) sociaal-emotionele factoren (waaronder faalangst), omgevingsfactoren en comorbide

stoornissen (waaronder dyslexie). In het vervolg van deze inleiding zullen twee verklarende factoren nader worden toegelicht: geheugen en getalbegrip. Geheugen is een construct dat reeds jarenlang in verband wordt gebracht met dyscalculie, getalbegrip is een construct dat meer en meer aandacht krijgt binnen de internationale onderzoeksliteratuur.

Ten aanzien van de rol die de verklarende factoren bij de diagnose wel/niet dyscalculie zouden moeten spelen is de onderzoeksliteratuur niet duidelijk. Slechts ten aanzien van het IQ en omgevingsfactoren is de onderzoeksliteratuur duidelijk; dit zijn beide exclusiecriteria (Desoete & Braams, 2008; Ruijsenaars e.a., 2004; Van Luit, Bloemert, Ganzinga & Mönch, 2012). Zo mag het IQ niet lager zijn dan 70 en bij een IQ-score tussen 71 en 85 is voorzichtigheid geboden bij het diagnosticeren van dyscalculie. Voor wat betreft de omgevingsfactoren geldt dat indien de rekenprobleem veroorzaakt worden door factoren die buiten het kind liggen, zoals inadequaat onderwijs of problemen thuis, er geen sprake kan zijn van dyscalculie.

De rol van het geheugen

Bij de meeste kinderen raken frequent voorkomende uitkomsten van eenvoudige berekeningen geautomatiseerd. Bij kinderen met dyscalculie raken eenvoudige berekeningen echter niet geautomatiseerd, waardoor deze steeds opnieuw moeten worden berekend en hiermee het werkgeheugen fors (over) belasten (Geary, 1993). Dit suggereert moeilijkheden met het opslaan in, of het toegang hebben tot rekenkundige feiten uit het langetermijngeheugen. (Geary, 2004). Volgens Desoete en Braams (2008) hebben kinderen met dyscalculie een zwak langetermijngeheugen voor 'losse talige feitjes', hetgeen vervolgens tot problemen met het automatiseren leidt.

Rekenkundige opgaven vereisen opslag en tevens actieve verwerking van informatie. Er is veel onderzoek gedaan naar de rol van het werk- en kortetermijngeheugen bij

dyscalculie. Passolunghi en Siegel (2001) toonden algemene tekorten in het verbaal werkgeheugen en specifieke tekorten voor numerieke informatie in het verbaal kortetermijngeheugen aan. Uit onderzoek van Temple en Sherwood (2002), met zeer kleine onderzoeksgroepen, bleken geen verschillen tussen kinderen met en zonder dyscalculie op alle werkgeheugen- en kortetermijngeheugentaken. D'Amico en Guarnera (2005) constateerden echter algemene tekorten in het verbaal en visueel-ruimtelijk werkgeheugen, algemene tekorten in het visueel-ruimtelijk kortetermijngeheugen en specifieke tekorten in het verbaal kortetermijngeheugen voor numerieke informatie. Berg (2008) kwam eveneens tot de conclusie dat er bij kinderen met dyscalculie veelal sprake is van algemene tekorten in het verbaal en visueel-ruimtelijk werkgeheugen. Ook Toll, Van der Ven, Kroesbergen en Van Luit (2011) kwamen tot deze conclusie. Er lijkt dus sprake van een samenhang tussen dyscalculie en algemene tekorten in het werkgeheugen en het visueel-ruimtelijk kortetermijngeheugen, en specifieke tekorten in het verbaal kortetermijngeheugen voor numerieke informatie.

De rol van getalbegrip

Een veel gehanteerde visie is dat er bij dyscalculie sprake is van een gebrekkig getalbegrip. Hierbij wordt uitgegaan van het 'triple code model' van Dehaene en Cohen (1995) waarbij drie codes worden onderscheiden: de auditieve verbale woordvorm (vier), de visueel Arabische cijfervorm (4) en de analoge representatie van het bedoelde aantal (* * * *). Bij dyscalculie werken deze codes onvoldoende samen, hetgeen tot problemen in de verwerking van eenvoudige numerieke informatie leidt (Milikowski, 2006). Vergelijkbaar stelt Butterworth (1999) dat een verstoorde getalrepresentatie op de mentale getallenrij tot een slecht presteren op zeer simpele numerieke taken leidt.

Het aantal studies dat deze visie ondersteunt neemt de afgelopen jaren toe. Uit on-

derzoek van Landerl, Bevan en Butterworth (2004) bleek dat kinderen met dyscalculie, vergeleken met kinderen met dyslexie, vertraagd scoorden op elementaire numerieke verwerkingstaken. Dezelfde kinderen scoorden daarentegen gemiddeld of hoger op IQ en werkgeugentaken. Rousselle en Noël (2007) vergeleken kinderen met en zonder rekenproblemen en constateerden dat de rekenzwakke groep meer tijd nodig had om te bepalen welke van twee aangeboden cijfers het grootste getal vertegenwoordigde. Het aantal studies over de oorsprong van een gebrek aan getalbegrip neemt eveneens toe. Volgens Von Aster en Shalev (2007) is *number sense* het product van ervaringsafhankelijke neuroplastische ontwikkeling gedurende het basisonderwijs. Deze ontwikkeling is afhankelijk van algemene cognitieve vaardigheden en van de kwaliteit van het onderwijs. Butterworth, Varma en Laurillard (2011) hebben eveneens geconstateerd dat de neurale specialisatie voor rekenkundige vaardigheden deels is aangeboren en zich deels kan ontwikkelen.

Huidig onderzoek

Wegens gebrek aan consensus ten aanzien van de diagnostiek van dyscalculie wordt in de klinische praktijk een veelheid aan visies, methodieken en criteria gehanteerd. Dit onderzoek tracht de beschikbare kennis op het gebied van de diagnostiek van dyscalculie uit te breiden door (1) het kwalitatief onderzoeken en beschrijven van de wijze waarop in de praktijk dyscalculie wordt gediagnosticeerd en het vergelijken van de gangbare praktijk met aanbevelingen vanuit de onderzoeksliteratuur en (2) het kwantitatief onderzoeken van de relatie tussen dyscalculie en het functioneren van het geheugen. Het doel van dit onderzoek is tweeledig; enerzijds het bieden van inzichten vanuit de wetenschap en de praktijk ten aanzien van de diagnostiek van dyscalculie, anderzijds het doen van aanbevelingen voor wat betreft de te meten constructen en de te hanteren criteria bij de diagnostiek van dyscalculie.

Binnen het kwantitatief onderzoek zal niet worden uitgegaan van dyscalculie, maar van automatiseringsproblemen. De diagnose wel/niet dyscalculie is gesteld op basis van instellingsafhankelijke criteria, waardoor aan de variabele wel/niet dyscalculie geen eenduidige betekenis kan worden toegekend. Automatiseringsproblemen kunnen worden gedefinieerd als problemen met de automatisering van frequent voorkomende uitkomsten van eenvoudige berekeningen. Automatiseringsproblemen zijn volgens het protocol 'Protocol Dyscalculie: Diagnostiek voor Gedragsdeskundigen (protocol DDG, Van Luit e.a., 2012) kenmerkend of zelfs een voorwaarde voor dyscalculie.

De volgende onderzoeksvragen en hypothesen staan in dit onderzoek centraal:

1. Hoe wordt in twee grote dyscalculie-expertisecentra dyscalculie gediagnosticeerd en in hoeverre komt de daar gangbare praktijk overeen met wat in de literatuur wordt aanbevolen?
2. Is er een relatie tussen het functioneren van het langetermijn-, werk- en kortetermijngeheugen en automatiseringsproblemen bij kinderen met dyscalculie of een rekenprobleem?
3. Er worden positieve relaties verondersteld tussen geheugentekorten en automatiseringsproblemen wat numerieke en non-numerieke informatie betreft in vrijwel alle vormen van geheugen. Een uitzondering geldt voor het verwerken van non-numerieke informatie in het verbale kortetermijngeheugen; hier wordt géén relatie verondersteld met automatiseringsproblemen.

Methodie

Participanten

Aan dit onderzoek hebben twee instellingen deelgenomen: X en Y'. Beide instellingen betreffen gespecialiseerde en vooraanstaande instellingen op het gebied van dyscalculie

(X) of zowel dyscalculie als dyslexie (Y). Van in totaal 100 kinderen is het door instelling X of Y afgenomen diagnostisch onderzoek naar dyscalculie in kaart gebracht. De ouders van deze kinderen hebben toestemming verleend om de onderzoeksgegevens geanonimiseerd te gebruiken voor research. De 100 kinderen zaten ten tijde van het onderzoek in het reguliere basisonderwijs. De gemiddelde onderzoeksleeftijd van de 48 kinderen van X, waarvan 17 jongens (35%) en 31 meisjes (65%), was 10.19 jaar (SD 1.33). De gemiddelde onderzoeksleeftijd van de 52 kinderen van Y, waarvan 17 jongens (33%) en 35 meisjes (67%), was 10.55 jaar (SD 1.34).

Instrumenten

Automatiseringsproblemen

Instelling X heeft de Tempo Toets Rekenen (TTR; De Vos, 1992) afgenomen om de mate van automatisering van elementaire bewerkingen (optellen, aftrekken, vermenigvuldigen en delen tot 100) vast te stellen. Het kind kreeg per bewerking steeds één minuut om sommen te maken en werd beoordeeld op zowel accuratesse als op snelheid (De Vos, 1992). De ruwe score voor optellen en aftrekken is gebruikt bij het toetsen van de verkennende hypothesen, omdat alle in het onderzoek betrokken kinderen dit type bewerkingen hebben gemaakt. Een lagere ruwe score duidt op meer automatiseringsproblemen. De TTR is door de COTAN (1997) qua uitgangspunten bij de testconstructie en kwaliteit van het testmateriaal en de handleiding als voldoende tot goed beoordeeld, qua normen, betrouwbaarheid en begripsvaliditeit echter als onvoldoende.

Instelling Y heeft de Tempo Toets Automatiseren afgenomen (TTA; De Vos, 2010). De TTA is de opvolger van de TTR, waarbij de afname per bewerking 2 minuten duurt. De ruwe scores zijn omgezet naar C-scores. Voor het analyseren van de verkennende hypothesen werd gebruikgemaakt van de gemiddelde C-score van optellen en aftrekken. Een lagere C-score duidt op meer automati-

seringsproblemen. De TTA is nog niet door de COTAN beoordeeld.

Verbale langetermijngeheugen

Zowel instelling X als Y hebben de kindervariant van de 15-woordentest (15-WT; Kingma & Van den Burg, 2003) afgenomen. De test bestaat uit 15 woorden die door de diagnosticus één voor één worden voorgelezen. Daarna moet het kind zoveel mogelijk woorden noemen die het zich nog kan herinneren. Dit is de eerste trial, waarna er nog vier volgen. De eerste vijf trials meten de opbouw van het langetermijngeheugen. Na een half uur wordt nog een trial afgenomen zonder dat de woorden opnieuw worden voorgelezen. Deze vijfde trial meet de capaciteit van het langetermijngeheugen. De kindervariant van de 15-WT is nog niet door de COTAN beoordeeld.

Werkgeheugen en kortetermijngeheugen

Instelling X heeft vier van de twaalf subtests van de computergestuurde testbatterij Automated Working Memory Assessment (AMWA; Alloway, 2007) afgenomen; (1) *Listening Recall*, (2) *Nonword Recall*, (3) *Odd One Out* en (4) *Dot Matrix*. De test-hertestbetrouwbaarheid voor deze subtesten is respectievelijk: .81, .64, .81 en .83 en de convergerende en de divergerende validiteit zijn voldoende (Alloway, Gathercole & Pickering, 2006). De test is door de COTAN nog niet beoordeeld. Iedere subtest bestaat uit blokken met zes itemreeksen. De itemreeks van het eerste blok bestaat steeds uit één stimulus en bij elk volgend blok is de itemsreeks één stimulus langer. (1) *Listening Recall* meet het verbale werkgeheugen. Het kind hoort een reeks zinnen en moet na elke zin beoordelen of deze juist of onjuist is. Aan het einde van alle zinnen moet het kind tevens het eerste woord van iedere zin opnoemen, in de juiste volgorde. (2) *Nonword Recall* meet het verbale kortetermijngeheugen. Het kind hoort een reeks verzonden woorden en moet deze, in dezelfde volgorde, nazeggen. (3) *Odd One Out* meet het visueel-ruimtelijk werkgeheugen.

Het kind ziet steeds 3 vormen in vakjes op een (reek) rijtje(s) en moet degene aanwijzen die er niet bij hoort. (4) *Dot Matrix* meet het visueel-ruimtelijk kortetermijngeheugen. Het kind ziet een of meerdere rode stippen in een raamwerk van 4 bij 4 en moet de juiste positie van de stip(pen) aanwijzen op het scherm, in de juiste volgorde.

Instelling Y heeft drie van de negen subtests van de testbatterij Working Memory Test Battery for Children (WMTB-C; Pickering & Gathercole, 2001) afgenomen; (1) *Digit Recall Backward*, (2) *Digit Recall* en (3) *Block Recall*. De test-hertestbetrouwbaarheid voor de 9 subtesten varieert van .45 tot .83 (Pickering & Gathercole, 2001). Concrete gegevens over de validiteit van de subtesten zijn niet beschikbaar. De test is door de COTAN nog niet beoordeeld. Iedere subtest bestaat uit blokken met zes itemreeksen. De itemreeks van het eerste blok bestaat steeds uit één stimulus en bij elk volgend blok is de itemsreeks één stimulus langer. (1) *Digit Recall Backward* meet het verbale werkgeheugen. Het kind hoort een reeks cijfers en moet deze in de omgekeerde volgorde nazeggen. (2) *Digit Recall* meet het verbale kortetermijngeheugen. Het kind hoort een reeks cijfers en moet deze in dezelfde volgorde nazeggen. (3) *Block Recall* meet het visueel-ruimtelijke kortetermijngeheugen. Het kind ziet een plankje met 9 blokjes, waarbij de diagnosticus een of meer blokjes aanwijst, waarna het kind de blokjes in precies dezelfde volgorde moet nawijzen.

Procedure

De instellingen X en Y zijn benaderd voor deelname aan het onderzoek en beide hebben hun medewerking toegezegd. Binnen X en Y heeft dossieranalyse plaats gevonden van het reeds, door de beide instellingen zelf, afgenomen diagnostisch onderzoek naar dyscalculie. Voor de beantwoording van de onderzoeksvragen heeft een kwalitatieve analyse van de data plaats gevonden (onderzoeksvraag 1), respectievelijk is meervoudige regressieanalyse voor beide instellingen uitgevoerd (onderzoeksvraag 2).

Resultaten

Kwalitatief onderzoek: praktijk versus literatuur

Instelling X werkt volgens het protocol DDG (Van Luit e.a., 2012). Het onderzoek bestaat altijd uit twee dagdelen. Tijdens het procesonderzoek naar rekenvaardigheden wordt gebruikgemaakt van de opgaven uit de Cito-toets en van eigen materiaal, waarmee het kind tijdens gespecialiseerde hulp werkt. Tijdens dagdeel twee wordt nagegaan in hoeverre hetgeen het kind tijdens het eerste dagdeel is geleerd, is beklifd. Instelling Y werkt volgens een eigen protocol. Het onderzoek bestaat uit een of twee dagdelen, afhankelijk van de vraag of er bij het kind al eens een intelligentietest is afgenomen en of er naast dyscalculie mogelijk sprake is

van dyslexie. Y voert het didactisch rekenonderzoek uit volgens een gestandaardiseerd format.

Rekenen en rekenvoorwaarden: constructen en criteria

In Tabel 1 zijn de volgens de literatuur te meten constructen weergegeven. Tevens is het IQ opgenomen, aangezien dit een internationaal onderschreven exclusie criterium van dyscalculie betreft. Vervolgens is aangegeven of deze constructen bij X en Y meestal (+), regelmatig tot soms (+/-) of (vrijwel) nooit (-) worden gemeten, zoals gebleken uit het onderzoeksverslag.

Er is geen wetenschappelijke consensus ten aanzien van criteria om een ernstig rekenprobleem van dyscalculie te onderscheiden.

TABEL 1 Te meten versus gemeten constructen

Construct	X	Y
<i>Literatuur</i>		
IQ	+	+
Rekenvoorwaarden (tellen/ordenen/vergelijken)	+/-	+/-
Subitizing	-	+/-
Getalbegrip	+/-	+
Inzicht getalstructuur	+/-	+
Rekenniveau	+	+
Automatisering	+	+
Strategiegebruik	+	+
Hoofd- vs schriftelijk rekenen	+/-	+
Contextsommen	+	+
Meten, tijd en geld	+/-	+
Hardnekkigheid rekenprobleem*	+	+/-
<i>Overig</i>		
Verbanden leggen (tussen soortgelijke sommen)	+/-	-
Schatten	+/-	+

* Wordt gemeten door het toetsen van de leerbaarheid tijdens het diagnostisch onderzoek.

TABEL 2 Criteria voor de classificatie van dyscalculie volgens protocol DDG

criterium	Omschrijving
1. Ernst:	Er is qua automatisering en rekenvaardigheden sprake van een significante rekenachterstand (2 jaar achterstand eind groep 8) ten opzichte van leeftijd- en/of opleidingsgenoten.
2. Achterstand:	Er is sprake van een significante rekenachterstand ten opzichte van datgene wat verwacht mag worden. Hierbij worden de rekenprestaties in relatie tot zowel het IQ als tot de prestaties op overige vakken beoordeeld.
3. Didactische resistentie:	Er is sprake van een hardnekkig rekenprobleem, dat grotendeels resistent is tegen gespecialiseerde hulp (remedial teaching gedurende een periode van minimaal 6 maanden). Tevens moet uit het procesonderzoek blijken dat het kind niet of nauwelijks leerbaar is.

Diverse rekentoetsen worden, met diverse cut-off scores, gebruikt om de grens tussen dyscalculie en een ernstig rekenprobleem te bepalen.

Instelling X hanteert drie toetsbare criteria, zie Tabel 2.

Alleen wanneer voldaan wordt aan elk van bovenstaande drie criteria kan de diagnose dyscalculie worden gesteld (Van Luit e.a., 2012).

Instelling Y hanteert geen expliciete criteria bij het stellen van de diagnose wel/niet dyscalculie. De mate van getalbegrip/getalverwerking speelt veelal een doorslaggevende rol. Het IQ wordt als exclusiecriteria gehanteerd in de zin dat het IQ niet lager dan 70 mag zijn. Voor wat betreft hardnekkigheid van het rekenprobleem geldt dat er een eis van minimaal een half jaar remedial teaching of verlengde instructie wordt gesteld, alvorens een dyscalculieverklaring kan worden verstrekt.

Verklarende factoren: constructen en criteria

De in de onderzoeksliteratuur genoemde verklarende factoren zijn in Tabel 3 opgenomen. Hierbij is aangegeven of deze constructen bij de onderzochte instellingen meestal (+), regelmatig tot soms (+/-) of (vrijwel) nooit (-) worden gemeten. Ook kan het zijn dat een oordeel wordt verkregen op basis van obser-

vatie (obs) of op basis van informatie van de ouders en/of de school (info).

De onderzoeksliteratuur is niet duidelijk over welke rol de verklarende factoren zouden moeten spelen bij de diagnose wel/niet dyscalculie. Instelling X kent, conform het protocol DDG, een duidelijke rol toe aan de verklarende factoren: als de rekenproblemen niet door primaire tekorten, maar geheel door secundaire factoren (werkhouding en motivatie, competentiebeleving, (faal)angst, leesproblemen, sociaal-emotionele ontwikkeling en comorbide stoornissen) verklaard kunnen worden, wordt er geen diagnose dyscalculie gesteld. Instelling Y maakt geen expliciet onderscheid in primaire en secundaire verklaringen, maar blijkt in de praktijk een vergelijkbare benadering te hanteren als X.

De gestelde diagnose

In Tabel 4 is weergegeven welke diagnose is gesteld bij de kinderen die in het onderzoek zijn betrokken. Bij X heeft 29% van de onderzochte kinderen een diagnose dyscalculie gekregen. Al deze kinderen hebben ernstige automatiseringstekorten, bij X een voorwaarde om van dyscalculie te kunnen spreken. Qua cognitief verklarende factoren is er bij de meeste kinderen, zowel met een diagnose dyscalculie als met een diagnose (ernstig) rekenprobleem, sprake van een

TABEL 3 Te meten versus gemeten verklarende factoren

Verklarende factor	X	Y
Langetermijngeheugen verbaal	+/-	+
Langetermijngeheugen visueel-ruimtelijk	+/-	-
Werkgeheugen verbaal	+	+
Werkgeheugen visueel-ruimtelijk	+	-
Kortetermijngeheugen verbaal	+	+
Kortetermijngeheugen visueel-ruimtelijk	+	+
Benoemsnelheid	+	-
Planningvaardigheid	+	obs.
Aandacht en concentratie	+	+/-
Informatieverwerking	}	+
Visueel-ruimtelijke vaardigheden		
Redeneervaardigheden		
Probleemoplossing	obs.	obs.
Executieve functies: inhibitie / shifting	-	+/- *
Metacognitie	obs.	obs.
Getalbegrip/getalverwerking	- **	+
Leesproblemen	info	+
Werkhouding en motivatie	obs.	obs.
Competentiebeleving	+	obs.
(Faal)angst	+/-	obs.
Comorbide stoornissen	info	info
Gedragsproblemen	+ *	+/- *
Omgevingsfactoren	info	info

* Betreft vragenlijsten, ingevuld door ouders en/of leerkracht.

** Wordt niet als verklarende factor gezien.

TABEL 4 Diagnose op basis van het diagnostisch onderzoek naar dyscalculie

Diagnose	X	dyslexie	Y	dyslexie
Dyscalculie	14 (29%)	-	38 (73%)	10 à 12 (19-23%)
Rekenprobleem	27 (56%)		-	
Automatiseringstekort	2 (4%)		5 (10%)	
Uitgestelde diagnose	5 (11%)		9 (17%)	
Totaal	48		52	

benedengemiddelde score op slechts enkele factoren.

Bij Y heeft 73% van de onderzochte kinderen een diagnose dyscalculie gekregen. 19% van de kinderen heeft tevens een diagnose dyslexie gekregen, bij nog eens 4% wordt dyslexie vermoed. Bij de meeste kinderen met dyscalculie is sprake van een ernstig automatiseringstekort, bij Y geen voorwaarde om van dyscalculie te kunnen spreken. Qua cognitief verklarende factoren scoren alle kinderen met een diagnose dyscalculie matig of zwak op getalbegrip/getalverwerking. Daarnaast is er bij de meeste kinderen met een diagnose dyscalculie sprake van een benedengemiddelde score op slechts één of enkele overige cognitieve verklarende factoren.

Kwantitatief onderzoek: de rol van het geheugen

Voor Instelling X zijn 36 kinderen in de kwantitatieve analyses betrokken; bij deze 36 kinderen zijn dezelfde vier geheugentesten afgenomen om het werkgeheugen (WG) en het kortetermijngeheugen (KTG) te onderzoeken. Voor Instelling Y zijn 50 kinderen in de kwantitatieve analyses betrokken; bij deze 50 kinderen zijn dezelfde vier geheugentesten afgenomen om het langetermijngeheugen (LTG), het WG en het KTG te onderzoeken. In Tabel 5 zijn de descriptieve gegevens opgenomen van alle variabelen. De gemiddelde testcores voor de meeste geheugenaspecten zijn in beide onderzoeksgroepen van laag-gemiddeld of zelfs gemiddeld niveau. Een

TABEL 5 Descriptieve gegevens van de onafhankelijke en afhankelijke variabelen

Variabele	Aantal	Gemiddelde (SD)	Norm
<i>X (n = 36)</i>			
Meisjes	25 (69%)		
Jongens	11 (31%)		
Automatiseringsproblemen		30.9 (9.0)	ruwe score
Leeftijd		10.3 (1.4)	in jaren
WG verbaal non-numeriek		53.6 (29.0)	percentiel ²
WG visueel-ruimtelijk non-numeriek		38.8 (27.9)	percentiel
KTG verbaal non-numeriek		21.4 (19.8)	percentiel
KTG visueel-ruimtelijk non-numeriek		45.6 (31.7)	percentiel
<i>Y (n = 50)</i>			
Meisjes	34 (68%)		
Jongens	16 (32%)		
Automatiseringsproblemen		1.7 (1.5)	C-score ³
Leeftijd		10.6 (1.3)	in jaren
LTG verbaal non-numeriek		4.9 (2.0)	C-score
WG verbaal numeriek		3.7 (1.6)	C-score
KTG verbaal numeriek		3.8 (1.8)	C-score
KTG visueel-ruimtelijk non-numeriek		4.2 (1.8)	C-score

TABEL 6 Resultaten meervoudige regressieanalyse voor Instelling X ($n = 36$)

onafhankelijke variabele	B	SE B	β	p
Model 1 (R^2)	(.37**)			
Leeftijd	3.99**	.89	.61	.00
Model 2 (R^2 , R^2 change)	(.38*, .01)			
Leeftijd	3.96**	.94	.61	.00
WG verbaal non-numeriek	-.03	.05	-.09	.55
WG visueel-ruimtelijk non-numeriek	-.00	.05	-.01	.94
Model 3 (R^2 , R^2 change)	(.51**, .13*)			
Leeftijd	3.06*	.97	.47	.00
WG verbaal non-numeriek	-.03	.04	-.08	.55
WG visueel-ruimtelijk non-numeriek	-.02	.05	-.07	.65
KTG verbaal non-numeriek	-.19*	.07	-.41	.01
KTG visueel-ruimtelijk non-numeriek	.07	.04	.23	.14

* $p < .05$. ** $p < .001$

TABEL 7 Resultaten meervoudige regressieanalyse voor Instelling Y ($n = 50$)

onafhankelijke variabele	B	SE B	β	p
Model 1 (R^2)	(.00)			
LTG verbaal non-numeriek	-.04	.11	-.05	.75
Model 2 (R^2 , R^2 change)	(.02, .01)			
LTG verbaal non-numeriek	-.07	.12	-.09	.57
WG verbaal numeriek	.12	.15	.12	.44
Model 3 (R^2 , R^2 change)	(.09, .08)			
LTG verbaal non-numeriek	-.04	.12	-.05	.74
WG verbaal numeriek	.01	.16	.01	.96
KTG verbaal numeriek	.24	.13	.28	.08
KTG visueel-ruimtelijk non-numeriek	.07	.12	.08	.57

uitzondering hierop vormt het verbale werken kortetermijngeheugen voor numerieke informatie: de gemiddelde testcores liggen op de grens van benedengemiddeld en laag-gemiddeld.

De meervoudige regressieanalyse is voor X en Y afzonderlijk uitgevoerd. In beide analyses zijn automatiseringsproblemen als

afhankelijke variabele opgenomen en de verschillende geheugenaspecten als onafhankelijke variabelen. Voor X is tevens de controle variabele leeftijd opgenomen, aangezien voor X een ruwe score voor automatiseringsproblemen is gebruikt en deze ruwe score mogelijk afhankelijk is van leeftijdsinvloeden. In Tabel 6 zijn de resultaten van de hiërarchi-

sche regressieanalyse voor Instelling X opgenomen.

Model 3 is significant ($F(5,30) = 6.29$, $p < .001$) en verklaart 51% van de variantie. Uit Tabel 6 blijkt een significant positief effect van leeftijd (hoe ouder het kind, hoe minder automatiseringsproblemen) en een significant *negatief* effect van KTG verbaal (hoe meer geheugentekorten, hoe *minder* automatiseringsproblemen). De effecten van WG verbaal, WG visueel-ruimtelijk en KTG visueel-ruimtelijk zijn daarentegen niet significant. Op basis van model 3 worden alle hypothesen voor Instelling X verworpen, aangezien positieve relaties tussen geheugentekorten en automatiseringsproblemen ontbreken. De hypothese ten aanzien van het KTG verbaal voor non-numerieke informatie wordt eveneens verworpen, hier werd immers géén relatie met automatiseringsproblemen verondersteld.

In Tabel 7 zijn de resultaten van de hiërarchische regressieanalyse voor Instelling Y opgenomen. Model 3 is niet significant. Op basis van model 3 worden alle hypothesen voor Instelling Y verworpen, aangezien positieve relaties tussen geheugentekorten en automatiseringsproblemen ontbreken.

Discussie

Kwalitatief onderzoek

De onderzoeksvraag luidde: Hoe wordt in twee grote dyscalculie expertisecentra dyscalculie gediagnosticeerd en in hoeverre komt de daar gangbare praktijk overeen met wat in de literatuur wordt aanbevolen? Het antwoord op deze vraag is in paragraaf 3.1 uitgebreid beschreven.

Geconcludeerd kan worden dat beide instellingen een uitgebreid rekenonderzoek afnemen, waarbinnen vrijwel alle, vanuit de literatuur aanbevolen constructen worden gemeten. Qua verklarende factoren geldt dat beide instellingen diverse, vanuit de literatuur aanbevolen constructen onderzoe-

ken. De instellingen laten zich hierbij leiden door hun eigen visie op dyscalculie. Zo onderzoekt X een groter aantal mogelijk verklarende factoren en test deze veelal zowel numeriek als non-numeriek. Bij beide instellingen is er bij de meeste onderzochte kinderen sprake van een benedengemiddelde score op slechts enkele van de onderzochte cognitieve verklaringen. Een uitzondering geldt voor getalbegrip/getalverwerking waar alle onderzochte kinderen van Y matig of zwak op scores.

Ten aanzien van de te hanteren criteria biedt de onderzoeksliteratuur geen heldere leidraad. De beide instellingen hanteren dientengevolge hun eigen criteria, die voortkomen uit hun eigen visie op dyscalculie. Zo beschouwt X bij de stoornis dyscalculie het niet geautomatiseerd raken van declaratieve kennis als uitvallende psychologische functie. Y daarentegen, gaat veel meer uit van een gestoorde getalverwerking wegens gebrekkig getalbegrip. Dit construct wordt door Y zeer uitgebreid onderzocht en vaak een doorslaggevende dubbelrol toegekend: als rekenvoorwaarde en tevens als verklarende factor. X onderzoekt dit aspect minder gestandaardiseerd en alleen als rekenvoorwaarde.

Verder hanteert X bij iedere diagnose dezelfde drie toetsbare criteria, terwijl bij Y de gehanteerde criteria minder expliciet en eenduidig zijn. Binnen het criterium hardnekkigheid van het rekenprobleem betreft X niet alleen het effect van gespecialiseerde hulp, maar tevens de gebleken leerbaarheid tijdens het procesonderzoek. Y kijkt met name naar het effect van gespecialiseerde hulp.

De verschillen in handelingswijze gaan gepaard met grote verschillen in de gestelde diagnoses: X heeft bij ruim 70% van de onderzochte kinderen (nog) géén diagnose dyscalculie gesteld, terwijl Y daarentegen bij ruim 70% van de onderzochte kinderen een diagnose dyscalculie heeft gesteld. Een mogelijke verklaring is dat de meeste kinderen die Y heeft onderzocht, reeds een half jaar remedial teaching of verlengde instructie hebben gehad. Bij X is dat lang niet altijd het geval en wordt bovendien verlengde instructie als onvoldoende aangemerkt. Daar-

naast hanteert X strikt drie toetsbare criteria, waarbij een meerderheid van de onderzochte kinderen een 'nee' scoort op één of meerdere criteria.

Kwantitatief onderzoek

De onderzoeksvraag luidde: Is er een relatie tussen het functioneren van het langetermijn-, werk-, en kortetermijngeheugen en automatiseringsproblemen bij kinderen met dyscalculie of een rekenprobleem? Alle hypothesen worden op basis van de resultaten verworpen. Het antwoord op de onderzoeksvraag luidt dan ook dat er géén positieve relatie bestaat tussen tekorten in het verbale langetermijngeheugen, het verbale en het visueel-ruimtelijke werkgeheugen, en het visueel-ruimtelijk kortetermijngeheugen en automatiseringsproblemen. Tussen tekorten in het verbale kortetermijngeheugen en automatiseringsproblemen bestaat eveneens géén positieve relatie voor zover het de verwerking van numerieke informatie betreft; in het geval van non-numerieke informatie is er daarentegen sprake van een *negatieve* relatie (hoe meer geheugentekorten, hoe *minder* automatiseringsproblemen).

Ten aanzien van alle geheugenaspecten geldt dat de resultaten in strijd zijn met de verwachting. De belangrijkste verklaring is dat alle hypothesen geheugentekorten veronderstelden bij kinderen met rekenproblemen of dyscalculie. De meeste kinderen uit de beide onderzoeksgroepen echter, kampen met automatiseringsproblemen maar *niet* met geheugentekorten. Een andere mogelijke verklaring is dat de in het onderzoek gebruikte automatiseringstesten TTR en TTA slechts uit zeer elementaire bewerkingen bestaan, die bovendien schriftelijk worden afgenomen. Deze testen doen minder een beroep op het kortetermijn- en werkgeheugen, waardoor eventuele tekorten in het kortetermijn- of werkgeheugen een relatief kleine invloed hebben op de testscore. Landerl et al. (2004) en Van der Sluis, Van der Leij en De Jong (2005) constateerden eveneens dat kinderen met automatiserings-

problemen (boven)gemiddeld scoorden op testen voor het verbale werkgeheugen. Bij automatiseringstesten, die uit zeer elementaire bewerkingen bestaan, speelt het langetermijngeheugen daarentegen een grotere rol (Bull, Espy & Wiebe, 2008). In het huidig onderzoek werd echter evenmin een significante relatie gevonden tussen tekorten in het verbale langetermijngeheugen en automatiseringsproblemen.

De geconstateerde negatieve relatie tussen het verbale kortetermijngeheugen voor non-numerieke informatie met automatiseringsproblemen is niet alleen in strijd met de verwachtingen, maar is tevens tegenintuïtief. Voor een dergelijke relatie is geen theoretische verklaring voorhanden.

Gezien de resultaten, roept dit onderzoek de vraag op of er mogelijk sprake is van een sterker verband tussen automatiseringsproblemen en onvoldoende getalbegrip dan tussen automatiseringsproblemen en geheugentekorten.

Tekortkomingen

Ten aanzien van het kwalitatieve onderzoek geldt de beperking dat er slechts twee instellingen in het onderzoek zijn betrokken. Weliswaar geldt dat beide deelnemende instellingen gespecialiseerde en vooraanstaande instellingen zijn, desalniettemin geeft het onderzoek geen volledig beeld van de diagnostiek van dyscalculie in de gangbare praktijk in Nederland.

De belangrijkste tekortkoming ten aanzien van het kwantitatieve onderzoek is dat dyscalculie geoperationaliseerd is middels automatiseringsproblemen. Deze automatiseringsproblemen doen zich weliswaar bij nagenoeg alle kinderen met dyscalculie voor, maar het is slechts één aspect.

Een andere tekortkoming is het ontbreken van een groep kinderen zonder rekenproblemen. Hierdoor kan er geen uitspraak worden gedaan over de relatie tussen geheugen en automatiseren in het algemeen, maar slechts bij kinderen met dyscalculie of een rekenprobleem.

Conclusies en aanbevelingen

Conform doelstelling heeft dit onderzoek diverse inzichten opgeleverd. Zo geeft het kwalitatief onderzoek een overzicht van de, volgende de literatuur, te onderzoeken constructen. Een belangrijke aanbeveling is het standaard en gekwantificeerd onderzoeken van het getalbegrip. Een andere aanbeveling is om tijdens het procesonderzoek de leerbaarheid van het gediagnosticeerde kind te onderzoeken om, naast het beeld zoals geschetst door de school en/of de externe remedial teacher, zelf een beeld te krijgen van de mate van leerbaarheid of hardnekkigheid van het rekenprobleem. Het kwalitatief onderzoek biedt tevens inzicht in de verschillende criteria die, in de onderzoeksliteratuur en in de klinische praktijk, bij de diagnostiek van dyscalculie worden gehanteerd. Aanbevolen wordt om binnen de instelling toetsbare cri-

teria te hanteren, hetgeen tot eenduidigheid binnen de instelling zal leiden.

Ook geeft het onderzoek aanleiding voor vervolgonderzoek. Gezien de uit het kwantitatief onderzoek gebleken afwezigheid van positieve relaties tussen geheugentekorten en automatiseringsproblemen, hangen automatiseringsproblemen mogelijk meer samen met onvoldoende getalbegrip dan met geheugentekorten. Opvallend hierbij is dat in de voorlopige definitie van de DSM-V (in ontwikkeling), 'moeilijkheden met rekenvaardigheden' (DSM-IV) zijn uitgebreid naar 'moeilijkheden met hoeveelheden, getalsymbolen of basisrekenvaardigheden'. Vervolgonderzoek naar de rol van getalbegrip wordt dan ook aanbevolen. Uit recent onderzoek (Butterworth et al., 2011; Geary, 2010; 2011) blijkt meer en meer dat een basale, aangeboren verstoring van getalbegrip een grote rol speelt bij dyscalculie.

NOTEN

1. Instelling X betreft het Dyscalculie Expertisecentrum Nederland te Utrecht, Instelling Y betreft Braams & Partners te Deventer.
2. Een percentielscore heeft een range van 0 tot 100% met een gemiddelde van 50%.
3. Een C-score heeft een range van 0 tot 10, met een gemiddelde van 5.

GERAADPLEEGDE LITERATUUR

- Alloway, T.P. (2007). *Automated Working Memory Assessment*. London: Pearson Assessment.
- Alloway, T.P., Gathercole, S.E., & Pickering, S.J. (2006). Verbal and visuospatial short-term and working memory in children: Are they separable? *Child Development*, 77, 1698-1716.
- American Psychiatric Association (2000). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, 4th ed, Text Revision (DSM-IV-TR)*. Washington: American Psychiatric Association.
- d'Amico, A., & Guarnera, M. (2005). Exploring working memory in children with low arithmetical achievement. *Learning and Individual Differences*, 15, 189-202.
- Von Aster, M.G., & Shalev, R.S. (2007). Number development and developmental dyscalculia. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 49, 868-873.
- Berg, D.H. (2008). Working memory and arithmetic calculation in children: The contributory roles of processing speed, short-term memory, and reading. *Journal of Experimental Child Psychology*, 99, 288-308.
- Bull, R., Espy, K.A., & Wiebe, S.A. (2008). Short-term memory, working memory, and executive functioning in preschoolers: Longitudinal predictors of mathematical achievement at age 7 years. *Developmental Neuropsychology*, 33, 205-228.
- Butterworth, B. (1999). *What counts: How every brain is hardwired for math*. New York: The Free Press.
- Butterworth, B. (2003). *Dyscalculia screener*. London: NFER Nelson Publishing Company Ltd.

- Butterworth, B., Varma, S., & Laurillard, D. (2011). Dyscalculia: from brain to education. *Science*, 332, 1049-1053.
- COTAN (2012, 11 juli). Tempo Test Rekenen, TTR, 1992. Gevonden op http://www.cotandocumentatie.nl/test_details.php?id=218
- Dehaene, S., & Cohen, L. (1995). Towards an anatomical and functional model of number processing. *Mathematical Cognition*, 1, 83-120.
- Desoete, A., & Braams, T. (2008). *Kinderen met dyscalculie*. Amsterdam: Boom.
- DSM-V (2012, 2 juli). Proposed Revision, Dyscalculia. Gevonden op <http://www.dsm5.org/lists/proposed-revision/dispxform.aspx?ID=85>
- Geary, D.C. (1993). Mathematical disabilities: Cognitive, neuropsychological and genetic components. *Psychological Bulletin*, 114, 345-362.
- Geary, D.C. (2004). Mathematics and learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 1, 4-15.
- Geary, D.C. (2010). Mathematical disabilities: Reflections on cognitive, neuropsychological, and genetic components. *Learning and Individual Differences*, 20, 130-133.
- Geary, D.C. (2011). Cognitive predictors of achievement growth in mathematics: A 5-year longitudinal study. *Development Psychology*, 6, 1539-1552.
- Geary, D.C., Hamson, C.O., & Hoard, M.K. (2000). Numerical and arithmetical cognition: A longitudinal study of process and concept deficits in children with learning disability. *Journal of Experimental Child Psychology*, 77, 236-263.
- Kingma, A. & van den Burg, W. (2003). Drie parallelversies van de 15-woordentest voor kinderen: Handleiding en normering. Groningen: Universitair Medisch Centrum.
- Landerl, K., Bevan, A., & Butterworth, B. (2004). Developmental dyscalculia and basic numerical capacities: a study of 8-9-year-old students. *Cognition*, 93, 99-125.
- van Luit, J.E.H. (2010). *Dyscalculie, een stoornis die telt*. Intreerede Universiteit Utrecht. Doetinchem: Graviant.
- van Luit, J.E.H., Bloemert, J., Ganzinga, E.G., & Mönch, M.E. (2012). *Protocol Dyscalculie: Diagnostiek voor Gedragsdeskundigen*. Doetinchem: Graviant.
- Milikowski, M. (2006). Dyscalculicus loopt vast tussen cijfer en getal. *Panama-Post*, 25-4, 11-16.
- Passolunghi, M.C., & Siegel, L.S. (2001). Short-term memory, working memory, and inhibitory control in children with difficulties in arithmetic problem solving. *Journal of Experimental Child Psychology*, 80, 44-57.
- Pickering, S., & Gathercole, S. (2001). *Working Memory Test Battery for Children (WMTB-C) Manual*. London: The Psychological Corporation Limited.
- Rousselle, L., & Noël, M.P. (2007). Basic numerical skills in children with mathematics learning disabilities: A comparison of symbolic vs non-symbolic number magnitude processing. *Cognition*, 102, 361-395.
- Ruijsenaars, A.J.J.M., van Luit, J.E.H., & van Lieshout, E.C.D.M. (2004). *Rekenproblemen en dyscalculie*. Rotterdam: Lemniscaat.
- van der Sluis, S., van der Leij, A., & de Jong, P.F. (2005). Working memory in Dutch children with reading- and arithmetic-related learning disorders. *Journal of Learning Disabilities*, 38, 207-221.
- Temple, C.M., & Sherwood, S. (2002). Representation and retrieval of arithmetical facts: Developmental difficulties. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 55, 733-752.
- Toll, S.W.M., van der Ven, S.H.G., Kroesbergen, E.H., & Van Luit, J.E.H. (2011). Executive functions as predictors of math learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 44, 521-532.
- de Vos, T. (1992). *Handleiding Tempo-Test-Rekenen*. Lisse: Swets Test Publishers.
- de Vos, T. (2010). *Tempo-Test-Automatiseren, Handleiding en Verantwoording*. Amsterdam: Boom.
- World Health Organization (2005). *ICD-10, International Statistical Classification of diseases and related health problems, 10th revision*. Geneva: World Health Organization.