

Stefanie Pieters, Annemie Desoete,
Herbert Roeyers en Hilde Van Waelvelde¹

Daar had ik niet op gerekend!

De relatie tussen motorische en rekenproblemen bij lagerschoolkinderen

Tot dusver werd de relatie tussen rekenen, motoriek en visuele perceptie amper onderzocht. Bovendien is er ook nog weinig gekend over de comorbiditeit tussen dyscalculie en DCD. Dit doctoraatsonderzoek trachtte daarom meer inzicht te krijgen in de relatie tussen motorische en rekenproblemen bij lagerschoolkinderen aan de hand van vier studies, die in dit artikel worden samengevat. We vonden dat een substantiële proportie (1/4) van kinderen met dyscalculie problemen heeft met motorische vaardigheden en dat een substantiële proportie (1/3) van kinderen met DCD ook rekenproblemen heeft. Individuele verschillen mogen hierbij echter niet worden genegeerd. De afwezigheid van subtypes op basis van motorische variabelen, al dan niet in combinatie met rekenvariabelen, suggereert dat DCD een heterogene stoornis is en doet bovendien vragen rijzen over de relatie tussen motorische en rekenproblemen, of DCD en dyscalculie.

■ Inleiding

Rekenen, motoriek en visuele perceptie, op het eerste zicht lijken het drie domeinen die niet veel met elkaar te

maken hebben, maar niets is minder waar. De relatie tussen deze drie domeinen wordt uitvoerig in dit artikel besproken. We starten met een definitie van de begrippen alvorens over te gaan tot de probleemstelling, methode

¹ Dr. Stefanie Pieters is verbonden aan de Permanente Ondersteuningscel (POC) voor de Centra voor Leerlingenbegeleiding van het GO! onderwijs van de Vlaamse Gemeenschap. Prof. dr. Annemie Desoete en prof. dr. Herbert Roeyers zijn resp. hoofddocent en hoogleraar aan de Vakgroep Experimenteel-Klinische en Gezondheidspsychologie van de Universiteit Gent. Prof. dr. Hilde Van Waelvelde is werkzaam aan de Vakgroep Revalidatiewetenschappen en kinesitherapie van de Universiteit Gent. Contactadres: stefanie.pieters@g-o.be

en resultaten van het doctoraatsonderzoek *The relationship between motor and mathematical problems in elementary school children*, van de eerste auteur. Dit onderzoek gebeurde aan de Universiteit Gent.

■ Rekenen, motoriek en visuele perceptie: What's in a name?

Met rekenen bedoelen we zowel het ophalen van rekenfeiten (bv. bij de bewerking ' $4 \times 2 =$ ', de meeste mensen roepen deze oplossing op uit het geheugen) als het uitvoeren van rekenprocedures (bv. bij de bewerking ' $85 + 26 =$ ', waarvoor procedures of tussenstappen nodig zijn om dit op te lossen). Deze beide aspecten vormen ook de basis voor twee wetenschappelijk onderbouwde subtypes bij rekenstoornissen.

Motoriek werd geoperationaliseerd door de volgende drie aspecten: handvaardigheid, balvaardigheid en evenwicht. Ten slotte hebben we het ook over visuele perceptie, dit zijn mentale functies die nodig zijn om de vorm, de kleur en de grootte van visuele stimuli te kunnen discrimineren (WHO, 2001). Visuele perceptie is onlosmakelijk verbonden met zowel rekenen als motoriek en is nodig om bijvoorbeeld het onderscheid te kunnen maken tussen een plusteken en een maalteken of tussen een zes of

een negen. Daarnaast is het ook verbonden met motoriek: om te kunnen bewegen, moeten we waarnemen en om waar te nemen, moeten we bewegen (Gibson, 1979). De integratie tussen motoriek en visuele perceptie noemen we visueel-motorische integratie (Beery, Buktenica & Beery, 2004). Problemen met visueel-motorische integratie (bv. het kopiëren van een figuur) kunnen het gevolg zijn van problemen met visuele perceptie (bv. het waarnemen van een cirkel), problemen met motorische coördinatie (bv. het tekenen van lijnen) alsook de integratie tussen beide (Sortor & Kulp, 2003).

Het belang van visuele perceptie en motoriek voor de rekenontwikkeling kan worden geïllustreerd door het feit dat men in de (ortho)didactiek van het oplossen van rekenproblemen start met het manipuleren van concreet materiaal (bv. de koppeling tussen een bepaalde handeling en een formule maken met behulp van MAB-blokjes) alvorens men overgaat naar het semi-concrete, perceptuele of schematische niveau (bv. het kwadraatbeeld of de getallenas gebruiken om sommen op te lossen) en naar het abstracte niveau (bv. zogenaamde 'kale' sommen oplossen). Andere voorbeelden van de relatie tussen rekenen, motoriek en visuele perceptie zijn het schrijven van getallen, het gebruik van een passer, het onder elkaar schrijven van getallen voor het maken van een som en de constructie van geometrische figuren in meetkunde. Ondanks de (ortho)didac-

tische evidentie werd tot op heden de relatie tussen deze domeinen amper onderzocht. Nochtans werd er reeds een verband gevonden tussen motoriek en rekenen in diverse predictieve en correlatieve studies (Luo, Jose, Huntsinger & Pigott, 2007; Pagani, Fitzpatrick, Archambault & Janosz, 2010).

Er zijn kinderen die ernstige problemen ondervinden bij het rekenen. Ondanks het feit dat ze hiervoor taakspecifieke remediëring krijgen, blijkt dat ze de achterstand in deze rekenvaardigheden op hun leeftijdgenoten niet inhalen. Bovendien zijn deze rekenproblemen niet het gevolg van een didactische methode die niet aanslaat bij het kind, noch van frequente afwezigheid op school of een andere stoornis. In dit geval spreken we van de beschrijvende diagnose 'dyscalculie' (Desoete, Ghesquière, De Smedt, Andries, Van den Broeck & Ruijsenaars, 2010). Afhankelijk van de gebruikte criteria ligt de geschatte prevalentie van dyscalculie tussen de 3 en 14 procent van de schoolgaande kinderen (Barbaresi, Katusic, Colligan, Weaver & Jacobsen, 2005; Dowker, 2005; Shalev, Manor & Gross-Tsur, 2005). Dyscalculie komt – in tegenstelling tot de meeste andere leerstoornissen – even vaak voor bij jongens als bij meisjes (Lewis, Hitch & Walker, 1994). In sommige studies doen jongens het zelfs een beetje beter dan meisjes (Gross-Tsur, Manor & Shalev, 1996; von Aster, 2000).

Developmental coordination disorder (DCD) is een beschrijvende diagnose die wordt gegeven aan kinderen die ernstige motorische problemen hebben, zonder dat er hiervoor een medische oorzaak is gekend. Bovendien moeten deze problemen een significante beperking vormen voor het dagelijks leven (APA, 2000). DCD komt voor bij 1,7 tot 15,6 procent van de schoolgaande kinderen, met een hogere prevalentie bij jongens dan bij meisjes (Lingam, Hunt, Golding, Jongmans & Emond, 2009; van Dellen, Vaessen & Schoemaker, 1990; Wright, Sudgen, Ng & Tan, 1994).

■ Probleemstelling en onderzoeksvragen

Er is weinig bekend over de *comorbiditeit* van DCD en dyscalculie, twee ontwikkelingsstoornissen die nochtans frequent voorkomen bij lagereschoolkinderen. Onderzoek heeft reeds aangetoond dat DCD en leerstoornissen vaak samen voorkomen. Echter, daar waar de comorbiditeit met lees- en spellingsproblemen vaak werd onderzocht, werd rekenen amper, of enkel in relatie met werkgeheugen bij DCD, onderzocht (Alloway & Archibald, 2008; Dewey, Kaplan, Crawford & Wilson, 2002; Jongmans, Smits-Engelsman & Schoemaker, 2003; Visser, 2003). Deze studies vonden dat kinderen met DCD problemen hebben met zowel werkgeheugen als

kortetermijngeheugen, wat significant geassocieerd was met taal en rekenen. De resultaten van een beperkt aantal studies omtrent de relatie tussen rekenen of dyscalculie enerzijds en visuele perceptie, motoriek en visueel-motorische integratie anderzijds zijn contradictorisch; studies zijn onderling bijna niet te vergelijken. Dit komt onder andere door verschillen bij participanten en verschillen in maten om visuele perceptie, motoriek en visueel-motorische integratie te meten. Sommige studies die visuele perceptie meten, bevatten bijvoorbeeld ook taken die motoriek vereisen. Daarom wensten wij de comorbiditeit van DCD en dyscalculie te onderzoeken.

We kunnen ons ook vragen stellen over het *profiel* van deze kinderen. Tot voor kort was er weinig consensus over de cut-off score bij de diagnostiek van DCD. Recent verschenen twee verschillende recommandaties die elk verschillende cut-off scores voorstelden: (1) de Leeds Consensus Statement (Sugden, Chambers & Utley, 2006) stelt percentiel 5 voor als cut-off, terwijl de European Academy of Childhood Disability (Blank, Smits-Engelsman, Polatajko & Wilson, 2012) minder restrictief is en percentiel 15 voorstelt. Gezien deze verschillen rijzen er vragen of de karakteristieken van DCD veranderen naargelang de gebruikte criteria. We zouden bijvoorbeeld kunnen verwachten dat kinderen met milde DCD betere rekenvaardigheden hebben dan kinderen met ernstige DCD,

aangezien onderzoek reeds aantoonde dat men de rekenvaardigheden van kinderen op basis van (fijn)motorische vaardigheden overheen de tijd kan voorspellen (Luo e.a., 2007; Pagani e.a., 2010) en dat een stijgende ernst van motorische problemen gerelateerd is aan de range en de ernst van comorbide andere problemen (Jongmans e.a., 2003; Rasmussen & Gillberg, 2000). Naast de cut-off score kunnen we ons ook vragen stellen over de specificiteit van deze problemen: kunnen we deze omschrijven als een deficit of is dit eerder een achterstand? De vraag rijst of het profiel van deze kinderen met DCD en/of dyscalculie overeenkomt met typisch ontwikkelende kinderen die jonger zijn, dan wel of zij een ander profiel vertonen.

Tot slot vragen we ons af of er *subtypes* bestaan binnen dyscalculie en DCD. Er is momenteel geen consensus over de heterogeniteit of homogeniteit van deze twee ontwikkelingsstoornissen. Het zou kunnen dat subtypes ons meer inzicht geven in de relatie tussen motoriek en rekenen. Clusteranalyse heeft aangetoond een nuttig instrument te zijn in de identificatie van subtypes (Macnab, Miller & Polatajko, 2001). Voor zover we weten is er geen studie die subtypes heeft onderzocht in een populatie van kinderen met DCD en/of dyscalculie. Wat betreft DCD heeft Visser (2003) verschillende clusterstudies besproken. Hij is tot de bevinding gekomen dat er, over alle divergente resultaten heen, één gemeenschap-

pelijk subtype is dat wordt gekarakteriseerd door gegeneraliseerde sensorimotorische problemen. Wat betreft rekenen werd er tot dusver evidentie gevonden voor twee subtypes: semantische geheugendyscalculie en procedurele dyscalculie. Semantische geheugendyscalculie wordt gekarakteriseerd door een disfunctie bij het ophalen van rekenfeiten en procedurele dyscalculie door een achterstand in het verwerven van rekenprocedures (Geary, 1993, 2004; Robinson, Menchetti & Torgesen, 2002; Temple, 1991). De identificatie van deze subtypes is evenwel gebaseerd op cognitieve theoretische modellen en het resultaat van experimentele taken. Een datagedreven clusterstudie werd tot dusver nog niet uitgevoerd bij kinderen met dyscalculie.

Hoewel er al heel wat onderzoek is gebeurd naar verschillende kerntekorten en naar het cognitieve fenotype van DCD en/of dyscalculie op een verklarend niveau, is er geen consensus over wat nu het belangrijkste kerntekort van deze stoornissen is. Daarom kozen we er expliciet voor om het onderzoek over een andere boeg te gooien en via gedegen onderzoek op *gedragsniveau* een meerwaarde te bieden ten aanzien van de huidige verklarende hypothesen in verband met DCD en dyscalculie.

Concreet werd deze probleemstelling vertaald in de volgende vier onderzoeksvragen, die werden behandeld

op het niveau van de categoriale diagnostiek en dus op gedragsniveau: (a) Wat is het voorkomen van DCD bij ontwikkelingsstoornissen (inclusief dyscalculie)?, (b) Hebben kinderen met dyscalculie problemen met visuele perceptie, motoriek en visueel-motorische integratie?, (c) Hebben kinderen met DCD rekenproblemen?, en (d) Kunnen we subtypes onderscheiden binnen een groep van kinderen met en zonder dyscalculie en/of DCD?

■ Methodologie en resultaten

Wat is het voorkomen van DCD bij ontwikkelingsstoornissen (incl. dyscalculie)?

Het eerste doel van dit onderzoek was het nagaan van het voorkomen van motorische problemen bij kinderen met een taalstoornis, een pervasieve ontwikkelingsstoornis, een hyperkinetische stoornis of een leerstoornis. We analyseerden het profiel van 3.608 kinderen (gemiddelde leeftijd: 9 jaar, 1 maand) in de Centra voor Ambulante Revalidatie in Vlaanderen. Gedurende één jaar werd cliëntinformatie verzameld aangaande geslacht, leeftijd, indexstoornis en comorbide stoornissen, aan de hand van ICD-10-codes. Motorische problemen (ICD-10 code F82) werden gerapporteerd bij 20 procent van de 3.608 kinderen. Meer specifiek vonden we dat 24,8

procent van de kinderen met dyscalculie ook motorische problemen heeft. Aan de hand van bijkomende analyses in de omgekeerde richting vonden we dat 31,2 procent van de kinderen met DCD ook rekenproblemen heeft.

Bij de meeste kinderen (met name 79,8 %) werden motorische problemen geregistreerd als een comorbide stoornis, bij slechts 5,3 procent was DCD de enige diagnose. De meeste kinderen hadden naast motorische problemen, één (40,3 %), twee (43,7 %) of drie of meer (10,7 %) andere ontwikkelings- of gedragsstoornissen. Comorbiditeit met motorische problemen bleek aanwezig te zijn bij 33,7 procent van de kinderen met een taalstoornis, bij 25 procent van de kinderen met een pervasieve ontwikkelingsstoornis, bij 23,9 procent van de kinderen met een hyperkinetische stoornis en bij 24,8 procent van de kinderen met een leerstoornis. De man/vrouwverhouding was significant groter bij kinderen met motorische problemen en twee of meer andere stoornissen, in vergelijking met kinderen met motorische problemen en minder dan twee andere stoornissen. Deze resultaten tonen aan dat ontwikkelingsproblemen zich zelden uiten op één domein en dat comorbiditeit bij deze populatie niet uitzonderlijk is. Daarnaast blijken andere comorbiditeitsstudies het aantal kinderen met comorbide motorische problemen te overschatten (Fliers e.a., 2008; Gillberg e.a., 2004; Kaplan e.a., 1998), aangezien wij lagere

comorbiditeitscijfers vonden in vergelijking met deze studies. Een mogelijke verklaring kan zijn dat deze studies werden uitgevoerd in een kleine klinische steekproef, terwijl wij een grote groep van kinderen onderzochten.

Hebben kinderen met dyscalculie problemen met visuele perceptie, motoriek en visueel-motorische integratie?

In een tweede studie gingen we visueel-perceptuele, motorische en visueel-motorische integratieproblemen na bij 39 normaalbegaafde kinderen met dyscalculie (9 jaar oud). Deze kinderen voldeden aan de drie criteria die worden gehanteerd in de diagnostiek bij dyscalculie, met name het achterstands-, hardnekkigheids- en exclusies criterium. We vergeleken hun profiel met leeftijdgenootjes ($n = 30$), kinderen van één jaar jonger ($n = 38$) en kinderen van twee jaar jonger, gematcht voor rekenen ($n = 38$). Kinderen met dyscalculie scoorden \leq percentiel 10 op een rekentest (Tempo Test Rekenen, De Vos, 1992) en/of de Kortrijkse Rekentest Revisie (Baudonck e.a., 2006). Controlekinderen scoorden op beide rekentests hoger dan percentiel 25.

Op basis van visuele perceptie (gemeten met de Beery VMI visuele perceptietaak (Beery e.a., 2004)), motoriek (gemeten met de Movement Assessment Battery for Children 2 (Henderson

& Sugden, 2007) en de Beery VMI motorische coördinatietaak) en visueel-motorische integratie (gemeten met de Beery VMI visueel-motorische integratietaak) bleek het mogelijk om een substantieel deel te verklaren van de variantie van de automatisatie van rekenfeiten (40 %) en van de procedurele rekenvaardigheden (38 %). Bovendien vonden we dat kinderen met dyscalculie significant lager scoorden op het vlak van visuele perceptie, motoriek en visueel-motorische integratie in vergelijking met leeftijdgenoten zonder rekenproblemen. We vonden een ontwikkelingsachterstand van één jaar bij kinderen met dyscalculie wat betreft visuele perceptie, motorische coördinatie (VMI traceertaak) en visueel-motorische integratie.

De ontwikkelingsachterstand wat betreft motorische vaardigheden (M-ABC 2) bleek groter te zijn, met name twee jaar. Het was echter niet zo dat alle kinderen met dyscalculie problemen hadden met visuele perceptie, motoriek en visueel-motorische integratie. Het aantal kinderen met dyscalculie dat scoorde tussen percentiel 1 en 5 voor visuele perceptie was opvallend lager in vergelijking met scores voor motorische vaardigheden en visueel-motorische integratie. Een minderheid van de kinderen met dyscalculie had problemen met visuele perceptie, motorische coördinatie (VMI traceertaak) en visueel-motorische integratie, een meerderheid had problemen met handvaardigheid, balvaardigheid en even-

wicht. Onze resultaten wezen dus op een zekere heterogeniteit binnen de populatie van kinderen met dyscalculie.

Hebben kinderen met DCD rekenproblemen?

Het derde onderzoeksdoel was het nagaan van rekenproblemen bij 43 kinderen met DCD (9 jaar oud). We vergeleken hun rekenprofiel met leeftijdgenoten van dezelfde leeftijd ($n = 41$), van één jaar jonger ($n = 56$) en van twee jaar jonger, gematcht op handvaardigheid ($n = 33$). Kinderen met DCD scoorden \leq percentiel 15 op de M-ABC 2. Voor sommige analyses werd deze groep bovendien gesplitst in twee groepen, naargelang de ernst van de motorische moeilijkheden: kinderen met ernstige DCD scoorden \leq percentiel 5 en kinderen met milde DCD scoorden tussen percentiel 6 en 15. Alle kinderen met DCD hadden bovendien problemen in het dagelijks leven omwille van deze motorische problemen. Dit werd bevestigd aan de hand van het feit dat ze kinesitherapie kregen en/of klinisch scoorden op een schrijfmotorische test.

Kinderen met DCD bleken significant meer rekenproblemen (ophalen van rekenfeiten en procedurele rekenkennis) te hebben in vergelijking met leeftijdgenoten zonder motorische problemen. Kinderen met ernstige DCD hadden significant meer problemen op het vlak van het ophalen van rekenfeiten en procedurele rekenkennis in

vergelijking met kinderen met milde DCD. Bovendien bleek de ontwikkelingsachterstand van kinderen met ernstige DCD wat betreft het ophalen van rekenfeiten ernstiger te zijn (met name twee jaar) in vergelijking met de ontwikkelingsachterstand van kinderen met milde DCD (zijnde één jaar). Ook hier vonden we individuele verschillen naast groepsverschillen. Ook kinderen met DCD bleken een heterogene groep te zijn, waarbij zowel scores binnen de klinische, subklinische als normale range voor rekenen werden gehaald. Een meerderheid van de kinderen met DCD had echter rekenproblemen, zowel wat betreft het ophalen van rekenfeiten alsook procedurele rekenkennis.

Kunnen we subtypes onderscheiden binnen een groep van kinderen met en zonder dyscalculie en/of DCD?

De vierde en laatste onderzoeksvraag omvatte het bestaan van uiteenlopende verschijningsvormen of subtypes binnen een groep van 410 lagereschoolkinderen tussen 7 en 12 jaar met een grote variatie aan motorische en rekenvaardigheden/problemen: 102 kinderen met DCD, 73 kinderen met dyscalculie, 99 kinderen met DCD en dyscalculie en 136 controlekinderen. Kinderen met DCD scoorden \leq percentiel 16 op de M-ABC 2, kinderen met dyscalculie scoorden \leq percentiel 16 op de TTR en/of de KRT-R of de TEDI-MATH subtest 5 (rekenoperaties),

controlekinderen scoorden \geq percentiel 25 voor zowel rekenen als motoriek. We onderzochten of er subtypes kunnen worden onderscheiden aan de hand van scores op motorische en rekentests.

Op basis van motorische variabelen, al dan niet in combinatie met rekenvariabelen, was het niet mogelijk om subtypes te onderscheiden. Op basis van een clusteranalyse met enkel de rekenvariabelen (met name het ophalen van rekenfeiten en procedurele rekenkennis) vonden we wel drie clusters: twee klinische clusters en een cluster van typisch rekenontwikkellende kinderen. De klinische clusters bevestigden een subtype met semantische geheugendyscalculie en een subtype met procedurele dyscalculie. Kinderen met procedurele dyscalculie hadden problemen met procedurele rekenkennis (KRT-R/TEDI-MATH subtest 5), maar geen problemen met het ophalen van rekenfeiten uit het langetermijngeheugen (TTR), terwijl kinderen met semantische geheugendyscalculie zowel problemen hadden met procedurele rekenkennis als met het ophalen van rekenfeiten uit het langetermijngeheugen. De kinderen in de cluster met semantische geheugendyscalculie scoorden het laagste op beide tests en waren de jongste in vergelijking met de kinderen uit de twee andere clusters. Bovendien vonden we dat deze cluster de meest ernstige problemen had met het lezen van niet bestaande woorden, motorische vaardigheden

(handvaardigheid, balvaardigheid en evenwicht), kwaliteit van handschrift en schrijfsnelheid in vergelijking met de cluster van kinderen met procedurele dyscalculie. Enkel voor spelling deden de kinderen met procedurele dyscalculie het slechter in vergelijking met de kinderen met semantische geheugendyscalculie. Interessant was ook de bevinding dat de hoogste regressiecoëfficiënt werd gevonden voor schrijfsnelheid bij kinderen met semantische geheugendyscalculie. Dit kan erop wijzen dat zij specifieke problemen hebben met taken die een tijdslimiet inhouden.

De dataset toonde aan dat we bij dyscalculie kunnen spreken van een duidelijk omschreven stoornis waarbij het mogelijk is om, op basis van een clusteranalyse, een klinische en niet-klinische groep te onderscheiden en waarbij we bovendien de klinische groep in twee clusters konden opsplitsen. Het feit dat we geen cluster vonden met motorische en rekenproblemen duidt mogelijks op het feit dat motorische en rekenproblemen op diverse wijzen aan elkaar zijn gerelateerd en DCD een heterogene stoornis is.

■ Conclusie

Conventionele classificatiesystemen, waaronder de DSM-IV-TR (APA, 2000) en de ICD-10 (WHO, 1992),

delen ontwikkelingsstoornissen in aparte categorieën in, waaronder DCD en dyscalculie. Door middel van een onderzoek naar de comorbiditeit tussen deze twee ontwikkelingsstoornissen trachtte dit onderzoek bij te dragen tot het debat of kinderen met dyscalculie een aparte groep vormen in vergelijking met kinderen met DCD. Het kansmodel (als twee stoornissen onafhankelijk zijn van elkaar met prevalenties p en q , dan zouden deze comorbide moeten voorkomen met frequentie $p \times q$) bleek geen afdoende verklaring te zijn voor de hoge comorbiditeit die we vonden tussen motorische problemen bij dyscalculie (24,8 %) en rekenproblemen bij DCD (31,2 %), zelfs wanneer we de hoogste prevalentiecijfers in rekening brachten.

Naast de kwantitatieve rapportage van comorbiditeitscijfers (eerste studie) in een grote cohorte van kinderen, onderzochten we ook de motorische problemen bij dyscalculie en de rekenproblemen bij DCD meer in detail. We vonden dat een substantiële proportie van kinderen met dyscalculie problemen heeft met motorische vaardigheden en dat een substantiële proportie van kinderen met DCD ook rekenproblemen heeft. In die zin kunnen we dus stellen dat we nieuwe evidentie aan de huidige literatuur kunnen toevoegen: niet alleen DCD en leerstoornissen komen vaak samen voor, maar ook meer specifiek DCD en dyscalculie.

De techniek van clusteranalyse bleek van toegevoegde waarde te zijn in vergelijking met de regressie- en variantieanalyses (tweede en derde studie). De afwezigheid van een subtype op basis van de motorische variabelen, al dan niet in combinatie met rekenvariabelen, suggereert dat DCD een heterogene stoornis is en roept bovendien vragen op over de relatie tussen motorische en rekenproblemen, of DCD en dyscalculie.

Gezien de focus van dit onderzoek, met name op een gedragsniveau kijken naar comorbide problemen, kunnen we onmogelijk uitspraken doen over welk comorbiditeitsmodel van toepassing is. Op basis van de bevinding van de afwezigheid van een subtype gekarakteriseerd door motorische en rekenproblemen en de bevinding van de diverse distributie van kinderen met DCD overheen alle gevonden clusters, kunnen we echter bedenkingen hebben wat betreft een causale link tussen motorische en rekenproblemen, waarbij een gemeenschappelijke etiologie op het eerste zicht onwaarschijnlijk lijkt. Onze data wijzen eerder in de richting van het feit dat DCD een heterogene stoornis is die gelinkt is aan dyscalculie op diverse manieren van onderliggende oorzaken, mechanismen of factoren. Het kan zijn dat een van deze oorzaken, mechanismen of factoren leidt tot of op een of andere wijze een mediator is voor de comorbiditeit van DCD en dyscalculie,

maar dit blijft echter onduidelijk. Verder onderzoek is aangewezen.

■ Voornaamste sterktes en zwaktes

We kozen intentioneel voor onderzoek op gedragsniveau, om zo nieuwe inzichten te verwerven ten aanzien van DCD en dyscalculie. We bestudeerden enkel de top van de ijsberg en we deden geen uitspraken over de comorbiditeit en subtypes op een verklarend niveau. We erkennen dat de motorische en rekentaken ook een combinatie van cognitieve, werkgeheugen, metacognitie en motivationele processen vereisen. We zijn dus niet in staat om uitspraken te doen over de reden(en) waarom deze kinderen deze fouten maken. Daarnaast kan het ook belangrijk zijn om angst- en vermijdingsgedrag in rekening te brengen met de behaalde resultaten op de tests. Om dergelijke oorzaken te vinden zijn studies met lagere orde-taken nodig. Meer specifiek moet toekomstig onderzoek rekening houden met de multidirectionele interactie tussen genetische, cognitieve, gedrags- en omgevingsfactoren zoals bijvoorbeeld in de causale modelbenadering van Morton en Frith (Morton, 2004; Morton & Frith, 1995).

We erkennen dat dit onderzoek klinische populaties beschrijft en dus geen populatiegebaseerde steekproef

ven. Dit verhoogt de kans op een mogelijke vertekening naar meer ernstige comorbide problemen (Caron & Rutter, 1991). Daarnaast waren alle studies cross-sectioneel. Dit betekent dat we geen uitspraken kunnen doen over causaliteit, aangezien een relatie nooit een causaliteit kan bevestigen. Verder onderzoek moet longitudinaal en experimenteel van aard te zijn om langetermijnpredicties en causaliteit te kunnen bepalen.

■ Praktische implicaties

Uit deze studies blijkt voldoende evidentie voor het feit dat DCD en dyscalculie zelden geïsoleerde stoornissen zijn, maar heterogene groepen die vaak comorbide problemen hebben. Deze bevinding toont het belang aan van multidisciplinaire diagnostiek, die een brede waaier aan weloverwogen tests moet bevatten, waarbij er geen (comorbide) stoornissen over het hoofd worden gezien. Comorbiditeit is immers geassocieerd met een grotere vraag naar professionele hulp, soms ook een minder goede prognose en meer problemen in het dagelijkse leven, in vergelijking met het hebben van een geïsoleerde stoornis. Aangezien zowel DCD als dyscalculie worden omschreven als persisterende ontwikkelingsstoornissen, is het belangrijk om bij de beoordeling van kinderen een goed beeld te krijgen van de sterktes en zwaktes en is het belangrijk

om te differentiëren naargelang de individuele noden van het kind (gezien ook de aangetoonde heterogeniteit bij zowel DCD als dyscalculie).

Het bewustzijn van het gebruik van een cut-off is belangrijk, zowel in de diagnostiek van DCD als dyscalculie. De klinische praktijk moet rekening houden met het feit dat de ernst van de motorische problemen in deze onderzoeksbevindingen gereflecteerd was aan de achterstand wat betreft het ophalen van rekenfeiten. Daarnaast bleek het ook niet mogelijk om op basis van de motorische variabelen, de domeinen van de M-ABC 2, clusters te onderscheiden. In de diagnostiek van DCD kan het dan ook belangrijk zijn om ook andere tests dan de M-ABC 2 af te nemen. In het bijzonder de toevoeging van een schrijfmotorische test lijkt aangegeven, aangezien schrijfmotoriek niet vervat zit in de M-ABC 2. Ook wat betreft de diagnostiek van dyscalculie is het belangrijk om weloverwogen criteria te gebruiken. Zo is het aangegeven om het criterium van de didactische resistentie te gebruiken en is de afname van één rekentest niet aangegeven, aangezien we evidentie vonden voor twee subtypes binnen dyscalculie. Het is minstens aan te raden om een test af te nemen wat betreft het ophalen van rekenfeiten en een test wat betreft procedurele rekenkennis. Daarnaast is het ook belangrijk om te onderkennen dat beide subtypes misschien niet het-

zelfde kerndeficit delen en kan er een differentiatie nodig zijn wat betreft de behandelingsvorm in het omgaan met (en eventueel omzeilen van) dit kernprobleem. Verder onderzoek is hier zeker aangewezen.

Daarnaast vonden we ook dat zowel kinderen met DCD als kinderen met dyscalculie een significant lagere algemene intelligentie hadden in vergelijking met leeftijdgenoten zonder respectievelijk motorische en rekenproblemen. De klinische praktijk moet er zich van bewust zijn dat wanneer er bij een kind met DCD een IQ-meting plaatsvindt, dit mogelijk een onderschatting betreft, aangezien de performale schaal van de WISC-III (Wechsler, 1991) ook subtests omvat die motorische coördinatie (en/of visuele perceptie) vereisen. Deze motorische vereisten kunnen ook voor kinderen met dyscalculie een additioneel probleem vormen, aangezien we aantoonde dat kinderen met dyscalculie bijkomende motorische problemen kunnen hebben. Daarnaast zijn er ook specifieke subtests, waaronder rekenen en cijferreeksen, maar ook soms blokpatronen en figuur leggen (bij visueel-perceptuele problemen), die specifieke moeilijkheden voor kinderen met dyscalculie kunnen opleveren. Wanneer een test naast een motorische component in het bijzonder ook een tijdslimiet omvat, kan dit voor bijkomende problemen zorgen bij kinderen met DCD (en dyscalculie) en is dit mogelijk een onderschat-

ting van de reële prestaties op dat domein. Dit hebben we aangetoond aan de hand van de significante verschillen tussen kinderen met milde DCD en kinderen met ernstige DCD wat betreft het ophalen van rekenfeiten, tenzij er rekening werd gehouden met (gecovarieerd werd voor) schrijfsnelheid. Ondanks het feit dat deze effectgrootte klein was, kon een deel van de rekenproblemen bij sommige kinderen met DCD worden verklaard door problemen met het (snel) neerschrijven van het antwoord. Tot slot, op basis van de individuele verschillen die we hebben gevonden, willen we pleiten voor individuele differentiatie. Een sterkte-zwakteanalyse van ieder kind is nodig, zodat ieder kind even veel kansen krijgt om het waar te maken.

■ Tot slot

Deze studies hebben vanuit een grondige analyse op gedragsniveau een nieuwe kijk gebracht in de relatie tussen motorische en rekenproblemen. Het is belangrijk om deze comorbiditeit in de toekomst in rekening te brengen om DCD en dyscalculie beter te kunnen begrijpen. We hebben getracht om nieuwe inzichten toe te voegen, om enige kritische reflecties te maken en verder onderzoek te stimuleren naar de comorbiditeit tussen DCD en dyscalculie. Ondanks de lopende debatten blijven nog vele vragen met

betrekking tot definiëring, identificatie, subtypes, etiologie en effectieve interventies onbeantwoord.

■ Dankbetuiging

Dit artikel is de samenvatting van het doctoraatsonderzoek van de eerste auteur aan de Universiteit Gent. Het onderzoek werd ondersteund door het Bijzonder Onderzoeksfonds van Universiteit Gent, het Federaal Kenniscentrum voor de Gezondheidszorg (KCE) en de Adviesraad Wetenschappelijk Onderzoek van Sig. De auteurs bedanken alle kinderen en hun ouders voor hun medewerking. Voor meer gedetailleerde informatie over de verschillende deelstudies, verwijzen wij de lezer naar Pieters e.a. (2012a; 2012b; 2012c).

■ Referenties

Alloway, T.P., & Archibald, L. (2008). Working memory and learning in children with developmental coordination disorder and specific language impairment. *Journal of Learning Disabilities, 41*, 251-262.

American Psychiatric Association [APA] (2000). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (4th edition, text revision)*. Washington, DC: APA.

Barbareasi, W.J., Katusic, S.K., Colligan, R.C., Weaver, A.L., & Jacobsen, S.J. (2005). Learning disorder: Incidence in a population-based birth cohort, 1976-82, Rochester, Minn. *Ambulatory Pediatrics, 5*, 281-289.

Baudonck, M., Debusschere, A., Dewulf, B., Samyn, F., Vercaemst, V., & Desoete, A. (2006). *Kortrijkse Rekentest Revisie (KRT-R)*. Kortrijk: Revalidatiecentrum Overleie.

Beery, K.E., Buktenica, N.A., & Beery, N.A. (2004). *Beery-Buktenica Developmental Test of Visual-Motor Integration (5th ed.)*. Austin, TX: Pro-Ed.

Blank, R., Smits-Engelsman, B., Polatajko, H., & Wilson, P. (2012). European Academy for Childhood Disability (EACD): Recommendations on the definition, diagnosis and intervention of developmental coordination disorder. *Developmental Medicine and Child Neurology, 54*, 54-93.

Caron, C., & Rutter, M. (1991). Comorbidity in child psychopathology – concepts, issues and research strategies. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines, 32*, 1063-1080.

Desoete, A., Ghesquière, P., De Smedt, B., Andries, C., Van den Broeck, W., & Ruijsenaars, W. (2010). Dyscalculie: Standpunt van onderzoekers in Vlaanderen en Nederland. *Logopedie, 23*, 4-9.

De Vos, T. (1992). *Tempo Test Rekenen (TTR)*. Nijmegen: Berkhout.

Dewey, D., Kaplan, B.J., Crawford, S.G., & Wilson, B.N. (2002). Developmental coordination disorder: Associated problems in attention, learning, and psychosocial adjustment. *Human Movement Science, 21*, 905-918.

Dowker, A. (2005). *Individual differences in arithmetic. Implications for psychology, neuroscience and education*. Hove, UK: Psychology Press.

Fliers, E., Rommelse, N., Vermeulen, S., Altink, M., Buschgens, C.J.M., Faraone, S.V., & Buitelaar, J.K. (2008). Motor coordination problems in children and adolescents with ADHD rated by parents and teachers: Effects of age and gender. *Journal Of Neural Transmission, 115*, 211-220.

- 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*, 37, 4-15.
- Gibson, J.J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Boston, MA, USA: Lawrence Erlbaum, Houghton Mifflin.
- Gillberg, C., Gillberg, I.C., Rasmussen, P., Kadesjo, B., Soderstrom, H., Rastam, M., & Niklasson, L. (2004). Co-existing disorders in ADHD – implications for diagnosis and intervention. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 13, 180-192.
- Gross-Tsur, V., Manor, O., & Shalev, R.S. (1996). Developmental dyscalculia: Prevalence and demographic features. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 38, 25-33.
- Henderson, S.E., & Sugden, D.A. (2007). *Movement Assessment Battery for Children: 2*. London: Pearson.
- Jongmans, M.J., Smits-Engelsman, B.C.M., & Schoemaker, M.M. (2003). Consequences of comorbidity of developmental coordination disorders and learning disabilities for severity and pattern of perceptual-motor dysfunction. *Journal of Learning Disabilities*, 36, 528-537.
- Kaplan, B.J., Wilson, B.N., Dewey, D., & Crawford, S.G. (1998). DCD may not be a discrete disorder. *Human Movement Science*, 17, 471-490.
- Lewis, C., Hitch, G.J., & Walker, P. (1994). The prevalence of specific arithmetic difficulties and specific reading difficulties in 9-year-old to 10-year-old boys and girls. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, 35, 283-292.
- Lingam, R., Hunt, L., Golding, J., Jongmans, M., & Emond, A. (2009). Prevalence of developmental coordination disorder using the DSM-IV at 7 years of age: A UK population-based study. *Pediatrics*, 123, 693-700.
- Luo, Z., Jose, P.E., Huntsinger, C.S., & Pigott, T.D. (2007). Fine motor skills and mathematics achievement in East Asian American and European American kindergartners and first graders. *British Journal of Developmental Psychology*, 25, 595-614.
- Macnab, J.J., Miller, L.T., & Polatajko, H.J. (2001). The search for subtypes of DCD: Is cluster analysis the answer? *Human Movement Science*, 20, 49-72.
- Morton, J. (2004). *Understanding developmental disorders. A causal modelling approach*. Oxford: Blackwell Publishing.
- Morton, J., & Frith, U. (1995). Causal modelling: A structural approach to developmental psychopathology. In D. Cicchetti & D.J. Cohen (Red.), *Developmental psychopathology* (Vol. 1: Theory and methods, pp. 357-390). New York: Wiley.
- Pagani, L.S., Fitzpatrick, C., Archambault, I., & Janosz, M. (2010). School readiness and later achievement: A French Canadian replication and extension. *Developmental Psychology*, 46, 984-994.
- Pieters, S., De Block, K., Scheiris, J., Eysen, M., Desoete, A., Deboutte, D., & Roeyers, H. (2012a). How common are motor problems in children with a developmental disorder: rule or exception? *Child: care, health and development*, 38, 139-145.
- Pieters, S., Desoete, A., Van Waelvelde, H., Vanderswalmen, R., & Roeyers, H. (2012b). Mathematical problems in children with developmental coordination disorder. *Research in Developmental Disabilities*, 33, 1128-1135.
- Pieters, S., Desoete, A., Roeyers, H., Vanderswalmen, R., & Van Waelvelde, H. (2012c). Behind mathematical learning disabilities: What about visual perception and motor skills? *Learning and Individual Differences*, 22, 498-504.
- Rasmussen, P., & Gillberg, C. (2000). Natural outcome of ADHD with developmental coordination disorder at age 22 years: A controlled, longitudinal, community-based study. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 39, 1424-1431.

- Robinson, C.S., Menchetti, B.M., & Torgesen, J.K. (2002). Toward a two-factor theory of one type of mathematics disabilities. *Learning Disabilities Research & Practice, 17*, 81-89.
- Shalev, R.S., Manor, O., & Gross-Tsur, V. (2005). Developmental dyscalculia: A prospective six-year follow-up. *Developmental Medicine & Child Neurology, 47*, 121-125.
- Sortor, J.M., & Kulp, M.T. (2003). Are the results of the Beery-Buktenica Developmental Test of Visual-Motor Integration and its subtests related to achievement test scores? *Optometry and Vision Science, 80*, 758-763.
- Sugden, D.A., Chambers, M., & Utley, A. (2006). *Leeds Consensus Statement 2006: Developmental Coordination Disorder as a specific learning difficulty*. (Vol. 2010). Leeds: DCD-UK/Dyscovery Centre.
- Temple, C.M. (1991). Procedural dyscalculia and number fact dyscalculia – double dissociation in developmental dyscalculia. *Cognitive Neuropsychology, 8*, 155-176.
- Van Dellen, T., Vaessen, W., & Schoemaker, M.M. (1990). Clumsiness: Definition and selection of subjects. In A.F. Kalverboer (Red.), *Developmental biopsychology* (pp. 135-152): The University of Michigan Press, Ann Arbor.
- Visser, J. (2003). Developmental Coordination Disorder: A review of research on subtypes and comorbidities. *Human Movement Science, 22*, 479-493.
- Von Aster, M. (2000). Developmental cognitive neuropsychology of number processing and calculation: Varieties of developmental dyscalculia. *European Child & Adolescent Psychiatry, 9*, 41-57.
- Wechsler, D. (1991). *The Wechsler Intelligence Scale for Children – third edition*. San Antonio, TX: The Psychological Corporation.
- World Health Organization [WHO]. (1992). *The tenth revision of the International Classification of Diseases and Related Health Problems (ICD-10)*. Geneva: World Health Organization.
- World Health Organization [WHO]. (2001). *International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF)*. Geneva: World Health Organization.
- Wright, H.C., Sugden, D.A., Ng, R., & Tan, J. (1994). Identification of children with movement problems in Singapore: Usefulness of the Movement ABC Checklist. *Adapted Physical Activity Quarterly, 11*, 150-157.