Wat is de beste voorspeller van getalbegrip: Het IQ of de executieve functies?

Eindversie

Masterthesis

Utrecht University

Master's programme in Clinical Child, Family and Education Studies

K. Roozeboom 5629314

Ilona van den Bos en Evelyn Kroesbergen

Tweede beoordelaar: Evelyn Kroesbergen

30-8-2017

Aantal woorden: 4993

Voorwoord

Voor u ligt het artikel “Wat is de beste voorspeller van getalbegrip: het IQ of de executieve functies? Dit artikel is geschreven ter afronding van de master Clinical Child, Family and Education Studies aan de Universiteit Utrecht.

Middels dit voorwoord wil ik een aantal mensen bedanken. Allereerst Ilona Friso-van den Bos, voor de flexibiliteit in haar begeleiding en voor de heldere en positief vormgegeven feedback. Door de gestructureerde feedback heb ik telkens goede stappen kunnen maken in het schrijfproces.

Daarnaast wil ik de scholen waar ik mijn dataverzameling heb mogen uitvoeren hartelijk danken voor hun participatie in dit onderzoek en voor hun openheid en flexibiliteit, waardoor ik mijn dataverzameling vlot heb kunnen uitvoeren.

Tot slot wil ik ook een woord van dank uitspreken naar Mark Brasser en Joost Brink, die mij geholpen hebben bij het uitvoeren en vooral het begrijpen van de analyses. Door hun hulp is het mij gelukt om uitkomsten van de analyses in logische bewoordingen te vertalen.

Samenvatting

Achtergrond: Getalbegrip is noodzakelijk om te leren rekenen in de eerste groepen van de basisschool. Het is echter niet duidelijk welke vaardigheden ten grondslag liggen aan de mate van getalbegrip van kinderen. In deze studie wordt onderzoek gedaan naar de samenhang tussen getalbegrip en de constructen IQ en executieve functies. Daarnaast wordt gekeken in welke mate leeftijd invloed heeft op de relatie tussen IQ en executieve functies en getalbegrip. **Methode:** Aan deze studie namen 40 kinderen deel, welke onderwijs volgden in groep 4 t/m 6 van het basisonderwijs. Van hen waren 20 jongens en 20 meisjes. In twee sessies van een half uur is bij de participanten een Dutch Assesment Battery for Number Sense, een Child Number Sense Task, een performale IQ-test, twee subtests van de WISC-III-NL en verschillende tests om executieve functies te meten afgenomen. Middels een hiërarchische multipele regressie zijn de verschillende samenhangen onderzocht. **Resultaten:** Verbale intelligentie en shifting hingen significant samen met getalbegrip, wanneer er niet gecontroleerd werd voor leeftijd. Na controle voor leeftijd was er geen significante samenhang meer tussen zowel IQ en getalbegrip als executieve functies en getalbegrip. Tevens is er gevonden dat leeftijd en getalbegrip positief samenhangen. **Conclusie:** Op basis van deze resultaten mag er een voorzichtige conclusie getrokken worden dat leeftijd een grotere samenhang heeft met getalbegrip dan IQ en executieve functies. Er moet echter rekening gehouden worden met de beperkte grootte van de onderzoeksgroep. Er zal meer onderzoek gedaan moeten worden naar deze samenhang om sterkere conclusies te kunnen trekken.

Sleutelwoorden: getalbegrip, IQ, verbaal, performaal, executieve functies, inhibitie, shifting, updating

Abstract

Background: Early numeracy is necessary to learn arithmetic in the first years of primary school. However, it is not clear which skills are fundamental to the level of early numeracy of children. This study will investigate the correlation between early numeracy and IQ and executive functions. Furthermore, the influence of age on the correlation between early numeracy and both IQ and executive functions will be analyzed. **Method:** 40 children participated in this study, of which 20 girls and 20 boys. They were situated in primary school, through grades 2, 3 and 4. In two sessions, taking both 30 minutes, the participants completed a Dutch Assesment Battery for Number Sense, a Child Number Sense Task, a performance IQ-test, two subtests of the WISC-III-NL and various tests to measure the executive functions. The correlations were analyzed by using an hierarchical multiple

regression analysis. **Results:** verbal intelligence and shifting were significantly correlated with early numeracy, when not controlled for the influence of age. After controlling for age, there was no significant correlation between early numeracy and both IQ and executive functions. Furthermore, age and early numeracy correlated significantly. **Conclusion:** based on these outcomes, a precautious conclusion may be drawn: age and early numeracy correlate more than IQ and executive functions and early numeracy. However, the limited sample size of this study must be taken into account. More research on the correlation between IQ, executive functions and early numeracy must be conducted to be able to draw stronger conclusions.

Key words: early numeracy, IQ, verbal, performance, executive functions, inhibition, shifting, updating

Kinderen krijgen van jongs af aan te maken met getallen in hun dagelijks leven. Naarmate ze wat ouder worden, leren ze met deze getallen om te gaan. De mate van begrip van getallen, ook wel getalbegrip, is een construct waar dit onderzoek zich op zal richten. Met getalbegrip wordt bedoeld in hoeverre een kind een idee heeft wat getallen betekenen, ermee kan rekenen en ze kan vergelijken in situaties in het dagelijks leven (Gersten & Chard, 1999). Getalbegrip wordt meestal voor de basisschooltijd ontwikkeld en is noodzakelijk om te leren rekenen in de eerste groepen van de basisschool (Griffin, Case, & Siegler, 1994). Op basis van bovenstaande bewering kan worden aangenomen dat een hogere mate van getalbegrip de schoolprestaties op het gebied van rekenen in de eerste groepen van de basisschool bevordert. In dit onderzoek zal worden gekeken naar welke samenhang IQ en executieve functies hebben met getalbegrip. De uitkomsten van dit onderzoek kunnen basisscholen meer informatie geven over welke cognitieve eigenschappen belangrijk zijn in relatie tot getalbegrip, waardoor zij bijvoorbeeld beter zouden kunnen inspelen op rekenproblemen bij leerlingen.

IQ

Het IQ is een ander construct dat invloed heeft op schoolprestaties (Bartels, Rietveld, van Baal, & Boomsma, 2002; Deary, Strand, Smith, & Fernandes, 2005). Een hoger IQ leidt over het algemeen tot betere schoolprestaties. De correlaties tussen IQ en schoolprestaties die gevonden zijn door Bartels en collega’s (2002) variëren hierbij in verschillende leeftijdsgroepen tussen 0,4 en 0,63. Het IQ wordt veelal opgesplitst in verbaal IQ (VIQ) en performaal IQ (PIQ). Als we dit verband verder onderzoeken, zien we dat IQ en rekenvaardigheid in verschillende bronnen aan elkaar gekoppeld worden (Aarnhoudse-Moens, Weisglas-Kuperus, Duivenvoorden, van Goudoever, & Oosterlaan, 2013; Gullick, Sprute, & Temple, 2011). Gilmore, McCarthy en Spelke (2010) hebben in hun onderzoek aangetoond dat VIQ significant samenhangt met symbolische nummerkennis en rekenvaardigheden van kinderen in de kleuterklas. Een belangrijke constatering is dat er veelal onderzoek is gedaan naar de kennis van getallen en rekenvaardigheid en de samenhang met IQ, maar nog weinig tot geen onderzoek is verricht naar het begrip van getallen en hoe dit samenhangt met IQ. In dit onderzoek zal de samenhang tussen IQ en getalbegrip worden onderzocht.

Executieve functies

Naast IQ hebben ook de executieve functies invloed op het ontwikkelen van rekenvaardigheid (Passolunghi, Vercelloni, & Schadee, 2007). Executieve functies zijn onderdeel van het werkgeheugen, en met executieve functies worden vaardigheden bedoeld die helpen bij het doelgericht oplossen van een moeilijke taak (Welsh, 2002). Executieve functies worden onderverdeeld in shifting, inhibitie en updating.

Onder shifting wordt het schakelen tussen verschillende taken en handelingen verstaan (Monsell, 1996). Shifting lijkt geen sterke voorspeller te zijn van de ontwikkeling van rekenvaardigheid volgens het onderzoek van Espy en collega's (2004). Aan de andere kant wordt in dit onderzoek genoemd dat deze bevinding tegenstrijdig is met bevindingen uit de onderzoeken van Bull en Scerif (2001) en van McLean en Hitch (1999), waarin shifting en rekenvaardigheid wél samenhangen. Inhibitie wordt beschreven als het vermogen om een dominante, automatische respons te kunnen onderdrukken (Stroop, 1992). Ook inhibitie hangt samen met schoolse vaardigheden, waaronder rekenvaardigheid (Espy et al., 2004). Onder updating wordt het monitoren en coderen van nieuwe informatie verstaan, waarbij oude, niet relevante informatie in het werkgeheugen vervangen wordt door nieuwe, relevantere informatie (Morris & Jones, 1990). Updating kan worden onderverdeeld in verbale updating (VU) en visuospatiële updating (VSU), waarbij met VU de vernieuwing van opslag van talige informatie bedoeld wordt en met VSU de vernieuwing van opslag van ruimtelijke informatie en objectidentificatie bedoeld wordt (Oberauer, Süß, Wilhelm, & Wittman, 2003; Repovs & Baddeley, 2006). Bij beide vormen van updating is er een verband met rekenvaardigheid, maar de verbale component blijkt het sterkst te correleren met rekenprestaties (Friso-van den Bos, Van der Ven, Kroesbergen, & Van Luit, 2013; St. Clair-Thompson & Gathercole, 2006; Navarro et al., 2011).

Van de drie componenten die worden onderscheiden binnen de executieve functies, lijkt updating het sterkst gerelateerd aan rekenvaardigheid (Passolunghi, Mammarella, & Altoè, 2008). Aan de andere kant geven Bull en Scerif (2001) aan dat shifting, inhibitie en werkgeheugen elk een uniek deel van de variantie op zich nemen bij rekenvaardigheid. Er zijn in de literatuur voor elk deel van de executieve functies aanwijzingen te vinden dat deze samenhangen met rekenvaardigheid, maar een eenduidige conclusie over welk deel de beste voorspeller is van rekenvaardigheid is er niet.

Over de samenhang tussen executieve functies en getalbegrip is meer literatuur te vinden. Kroesbergen, Van Luit, Van Lieshout, Van Loosbroek en Van de Rijt (2009) concludeerden in hun onderzoek dat alle drie de executieve functies een significante voorspeller waren van getalbegrip, waarbij updating de hoogste correlatie met getalbegrip had. Er wordt in dit onderzoek echter geen onderscheid gemaakt tussen verbaal updating en visuospatiële updating. Het onderscheid tussen verbale en visuospatiële vaardigheden wordt wel gemaakt in het onderzoek van Kyttälä, Aunio, Lehto, Van Luit en Hautamäki (2003). Zij vonden dat zowel verbale als visuospatiële vaardigheden een relatie hebben met getalbegrip

waarbij visuospatiële vaardigheden meer gerelateerd leken te zijn aan tellen, terwijl verbale vaardigheden meer gelinkt leken te zijn aan relationele taken.

IQ en executieve functies, welke is de beste voorspeller?

Onderzoek van Kroesbergen en collega's (2009) wijst uit dat zowel intelligentie als executieve functies invloed hebben op getalbegrip bij jonge kinderen, maar dat de invloed van executieve functies hierbij groter is. In bovenstaand onderzoek is het PIQ onderzocht, gezien dit deel van het IQ meer verband lijkt te hebben met executieve functies (Friedman et al., 2006). Dit terwijl er in het deel van de executieve functies dat het sterkst gerelateerd wordt aan rekenvaardigheid, namelijk updating, wel degelijk een verbale component zit. Verbaal updating heeft daarbij een sterkere relatie met rekenprestaties dan visuospatiële updating (Friso-van den Bos et al., 2013). Gezien getalbegrip en verbale vaardigheden volgens Kyttälä en collega's (2003) een relatie hebben, is de vraag welk construct nu de beste voorspeller is van getalbegrip. Is dit het IQ of de executieve functies? En welk deel van het IQ en welk deel van de executieve functies is de beste voorspeller?

In het huidige onderzoek zal dus aandacht worden besteed aan de vraag welk construct de beste voorspeller is van getalbegrip; IQ of executieve functies. Hierbij is de verwachting dat executieve functies een betere voorspeller zijn, gezien deze in de literatuur specifiek gekoppeld worden aan getalbegrip, terwijl IQ in de literatuur enkel aan rekenvaardigheden wordt gekoppeld. Bovendien wordt IQ voornamelijk in het algemeen gekoppeld aan schoolprestaties, terwijl executieve functies vaker specifiek aan rekenprestaties worden gerelateerd. Er wordt verder gekeken naar welk deel van de executieve functies, en welk deel van het IQ de beste voorspeller is van getalbegrip. Tenslotte wordt er gecontroleerd voor leeftijd. Gezien er kinderen van verschillende leeftijden worden onderzocht, is het belangrijk om uit te sluiten dat de leeftijd van het kind een rol speelt in de samenhang tussen getalbegrip en IQ en executieve functies.

Van de executieve functies is de verwachting dat updating de grootste correlatie met getalbegrip heeft. In eerdere onderzoeken is namelijk aangetoond dat shifting geen goede voorspeller is van rekenprestaties (Espy et al., 2004). Daarnaast bleek uit het onderzoek van Kroesbergen en collega's (2009) dat updating de beste voorspeller was van getalbegrip. Bij het IQ is de verwachting dat het VIQ een betere voorspeller is van getalbegrip dan het PIQ. Gathercole, Alloway, Willis en Adams (2006) vonden namelijk een correlatie tussen rekenvaardigheden en zowel verbaal als performaal IQ, maar de correlatie tussen verbaal IQ en rekenvaardigheden was in hun onderzoek groter.

Deze vragen worden onderzocht om inzicht te krijgen in het verband tussen IQ, executieve functies en getalbegrip. Wanneer er na dit onderzoek meer duidelijkheid is de voorspellende waarde van IQ en executieve functies voor getalbegrip, en welke componenten hierbij de grootste rol spelen, dan kan hiermee rekening worden gehouden bij rekenproblemen van basisschoolkinderen. Er kan sneller een oorzaak gevonden worden van de rekenproblemen, en zo ook sneller een passende interventie plaatsvinden. Dit leidt hopelijk tot een betere en passendere ondersteuning van leerlingen met rekenproblemen in het basisonderwijs. Hieronder worden de hoofd –en deelvragen met bijbehorende hypotheses nogmaals stapsgewijs geformuleerd.

Hoofdvraag: Wat is de beste voorspeller van getalbegrip; het IQ of de executieve functies?

Deelvragen:

1. Welk deel van het IQ (verbaal of performaal) is de beste voorspeller van getalbegrip bij kinderen van 6 tot 10 jaar? De verwachting is dat het VIQ een betere voorspeller is van getalbegrip dan het PIQ. Gathercole en collega's (2006) vonden een grotere correlatie tussen VIQ en rekenvaardigheden dan tussen PIQ en rekenvaardigheden. Daarnaast vonden Gilmore, McCarthy en Spelke (2010) ook enkel een verband tussen VIQ en symbolische nummerkennis en rekenvaardigheden.
2. Welk deel van de executieve functies (inhibitie, shifting en updating) is de beste voorspeller van getalbegrip bij kinderen van 6 tot 10 jaar? De verwachting is dat verbaal updating de beste voorspeller is van getalbegrip. Kroesbergen en collega's (2009) toonden aan in hun onderzoek dat updating de beste voorspeller is van getalbegrip. Daarnaast vonden Friso-van den Bos en collega's (2013) een sterkere relatie tussen verbaal updating en rekenprestaties dan tussen visuospatiële updating en rekenprestaties.
3. Wat is de beste voorspeller van getalbegrip bij kinderen van 6 tot 10 jaar; het IQ of de executieve functies? De verwachting is dat executieve functies een betere voorspeller zijn van getalbegrip dan het IQ. Executieve functies worden in de literatuur al vaak gekoppeld aan getalbegrip (Kroesbergen et al., 2009; Kyttälä et al., 2003). IQ wordt vaker genoemd in algemene schoolse prestaties, zoals in de onderzoeken van Aarnhoudse-Moens (2013) en Gullick, Sprute en Temple (2011).

Methode

Participanten

Het onderzoek is uitgevoerd door zes studenten van de Universiteit Utrecht op verschillende basisscholen. In totaal waren er 177 participanten in het onderzoek. Van deze 177 participanten waren er uiteindelijk 40 die alle benodigde tests hebben uitgevoerd. Deze 40 participanten zijn meegenomen in het verdere onderzoek. De reden dat er slechts 40 participanten meegenomen konden worden, was dat bij slechts 40 participanten de Raven-CPM is afgenomen. Dit is gedaan omdat er sprake was van tijdgebrek in de periode van dataverzameling. De participanten waren op het moment van de dataverzameling tussen 6 en 10 jaar oud en volgden regulier basisonderwijs.

De gemiddelde leeftijd lag op het moment van de dataverzameling op 8,51 jaar met een standaardafwijking van 9,41 maanden. Van de 40 participanten waren er 20 jongens en 20 meisjes. Er volgden 20 kinderen onderwijs in groep 4, 16 kinderen zaten in groep 5 en 4 kinderen in groep 6.

Dutch Assessment Battery for Number Sense

Getalbegrip werd in dit onderzoek gemeten met de testbatterij Dutch Assessment Battery for Number Sense (DANS) en een Child Number Sense Task (CNST), die ontwikkeld is door zes studenten van de Universiteit Utrecht. De DANS bestond uit drie onderdelen: een symbolische vergelijkingstaak, een non-symbolische vergelijkingstaak en een getallenlijntaak.

Bij de symbolische vergelijkingstaak moest de participant telkens zo snel mogelijk van twee nummers die verschenen op de computer het hoogste nummer aanklikken. De participant kreeg eerst een aantal oefenvragen, waar na elk gekozen antwoord in het scherm verscheen of het gegeven antwoord correct was of niet. Na de oefenvragen begon de test, waarbij de participant geen feedback meer kreeg over of het antwoord goed of fout was. Elk goed antwoord leverde een punt op. Daarnaast werd de reactietijd geregistreerd.

De non-symbolische vergelijkingstaak gaf twee afbeeldingen met stippenwolken, waaruit zo snel mogelijk de afbeelding met de meeste stippen geselecteerd moest worden door de participant. Ook hierbij was er eerst een aantal oefenvragen met feedback over het antwoord, waarna de test pas echt gestart werd. Ook hier leverde elk goed antwoord een punt op, en werd de reactietijd geregistreerd.

Bij de getallenlijntaak moest de participant op een getallenlijn van 0 tot 100 zo secuur mogelijk de plaats van een willekeurig getal in deze range aanwijzen. De onderzoeker zette daarop de aanwijzer precies op de door de participant aangewezen plek. Bij deze taak kreeg de participant twee oefenopdrachten, waarbij het getal 0 en het getal 100 op de goede plek van de getallenlijn geplaatst moesten worden. Het totale percentage verklaarde variantie werd meegenomen als score.

Child Number Sense Task

De CNST bestond uit 20 items, waarin er betekenis moest worden gegeven aan een getal. Het getal werd opgenoemd door de testleider, waarna er drie antwoordmogelijkheden opgelezen werden. Daarvan was één antwoord juist. Het gegeven antwoord moest onderbouwd worden. De onderbouwing is verder niet meegenomen in dit onderzoek. Omdat dit een voor dit onderzoek nieuw ontwikkelde taak was, waren er nog geen psychometrische kwaliteiten bekend.

Wechsler Intelligence Scale for Children-III, Nederlandse Vertaling (WISC-III-NL)

Het VIQ werd vastgesteld door twee verbale subtests van de Nederlandse versie van de Wechsler Intelligence Scale for Children-III **(**Kort, et al., 2005) af te nemen. Dit waren de subtests woordkennis en begrijpen. In de subtest begrijpen moest het kind een aantal geschetste situaties op de juiste wijze interpreteren. Er werd bijvoorbeeld de vraag gesteld: “wat moet je doen als je in je vinger hebt gesneden?” In het antwoord moesten hierbij kernpunten naar voren komen, die een score van één (1) of twee (2) punten op konden leveren. In het genoemde voorbeeld moest de participant aangeven dat er een pleister geplakt moest worden. Deze subtest zei iets over het verbaal begrip.

In de subtest woordkennis moest de participant de betekenis van een aantal woorden geven. Bijvoorbeeld “Wat is een paraplu?” In het antwoord moesten kernpunten naar voren komen die punten opleverden. Zo leverde op de voorbeeldvraag een antwoord één punt op als hierin naar voren kwam dat een paraplu beschermt tegen de regen. Deze subtest zei iets over de woordenschat, alsmede verbaal begrip. Op basis van het afnemen van deze twee subtests kon het verbale IQ niet volledig vastgesteld worden, maar het gaf wel een goede indicatie. De totaalscore was het aantal goede antwoorden dat gegeven was. Er is voor de WISC-III-NL gekozen vanwege de betrouwbaarheid en begripsvaliditeit, die door de COTAN allebei voldoende worden beoordeeld. De instructie en afname van deze twee subtests nam in totaal zo’n 15 minuten in beslag.

Raven Coloured Progressive Matrices (Raven-CPM)

Het PIQ werd vastgesteld door afname van de Raven Coloured Progressive Matrices (Raven, Court & Raven, 1986). Deze test is gekozen vanuit praktische overwegingen. De test was beschikbaar en bestond uit 36 items die klassikaal in 20 tot 30 minuten kon worden afgenomen. In deze test kreeg de participant via het digibord in de klas een afbeelding met een gekleurd patroon te zien, waaruit een stukje ontbrak. De participant moest uit zes afgebeelde antwoordmogelijkheden het juiste ontbrekende stukje kiezen. Omdat de normen

van deze test verouderd waren, werd het totaal aantal goede antwoorden meegenomen in de analyses. De ruwe scores werden bij de analyse gecorrigeerd voor leeftijd.

Tests voor executieve functies

De executieve functies werden getest door afname van de Word Recall Backwards, Odd One Out en de Flankertaak.

Inhibitie werd gemeten met de Flankertaak. Hierbij moest de participant van een rij afgebeelde vissen op een laptop de zwemrichting van de middelste vis aangeven, door op het pijltje naar links of naar rechts te drukken. De betrouwbaarheid van deze taak is goed, over de validiteit is echter geen uitspraak te doen (Rueda et al., 2004).

Shifting werd gemeten door de Dimensional Change Card Sorting Test (DCCST), een onderdeel van de Flankertaak. Bij deze taak moest de participant bij een afbeelding van vissenvoer boven in beeld op de middelste van vijf afgebeelde vissen letten en de goede zwemrichting aangeven. Bij een afbeelding van waterplanten boven in beeld moest de participant op de omringende vissen letten en hun zwemrichting aangeven. De omringende vissen zwommen telkens in tegengestelde richting van de middelste vis. Zowel het aantal goede antwoorden als de reactietijd werd geregistreerd. Deze taak is ontworpen door Zelazo (Frye, Zelazo, & Palfai, 1995).

Updating werd gemeten door middel van de Odd One Out (visuospatiëel) en Word Recall Backwards (verbaal). Bij de Odd One Out kreeg de participant drie afbeeldingen naast elkaar te zien, waarvan er twee identiek waren. De afwijkende afbeelding moest door de participant aangewezen worden. Daarna verdwenen de afbeeldingen, waarna de participant moest aangeven of de aangewezen afbeelding links, midden of rechts stond. Naarmate de test vorderde, kreeg de participant meer sets van drie afbeeldingen te zien, waardoor de participant de plekken van de aangewezen afbeeldingen moest onthouden. De testleider scoorde de gegeven antwoorden goed of fout door een muisklik. Het aantal goede antwoorden werd meegenomen als score.

Bij de Word Recall Backwards moest de participant een reeks van drie door de laptop opgelezen woorden omgekeerd herhalen. Bij een aantal goede antwoorden breidde de test de reeks woorden langzaam uit naar vier, vijf of zes woorden. De test brak af bij twee opeenvolgende foute antwoorden. Het aantal goede antwoorden werd meegenomen als score. Er is voor deze tests gekozen vanwege de goede betrouwbaarheid (Pickering & Gathercole, 2001).

Procedure

Dit onderzoek was onderdeel van een groter onderzoek. Daarom waren er nog meer testen afgenomen dan enkel de testen genoemd in deze methode. De testen werden zowel klassikaal als in een één-op-één setting afgenomen. Naast de eerder genoemde testen worden ook de Creatieve Rekentaak en de Word Recall afgenomen. De Raven-CPM is klassikaal afgenomen, de rest van de taken is in een één-op-één setting afgenomen in een stille ruimte binnen de school. De sessies werden begeleid door een getrainde onderzoeksleider met behulp van gestandaardiseerde instructies.. Dit werd bewerkstelligd in twee sessies van 30 minuten. Naast deze tests zijn ook de individuele resultaten van de Cito LVS-toetsen van Rekenen-Wiskunde opgevraagd bij de school waar de tests worden afgenomen.

Resultaten

Om de constructen getalbegrip en VIQ zo volledig mogelijk te kunnen analyseren, is er voor deze constructen een aantal variabelen samengevoegd tot één variabele. De CNST, symbolische vergelijkingstaak en getallenlijn trachten alle drie het construct getalbegrip te meten. Allereerst is gekeken of dit daadwerkelijk het geval is, door een factoranalyse uit te voeren. Een principale componenten analyse (PCA) geeft aan dat de drie variabelen samen een eendimensionale schaal vormen: alleen een factoroplossing met één component heeft een eigenwaarde boven de 1 (eigenwaarde is 1,63). Dit betekent dat de scores samengevoegd konden worden tot één variabele. Om dat kunnen realiseren, zijn de scores van de CNST en de symbolische vergelijkingstaak omgezet in een percentage. De score op de getallenlijn werd reeds uitgedrukt in een percentage verklaarde variantie. Het gemiddelde percentage van deze drie percentages is per participant meegenomen als de uiteindelijke score op getalbegrip.

Bij het construct VIQ zijn de ruwe scores op de subtest woordkennis en de subtest begrijpen bij elkaar opgeteld tot een totaalscore. Deze score is meegenomen als de uiteindelijke score op VIQ.

Bij het selecteren van de variabelen voor inhibitie en shifting is er gekozen voor de gemiddelde reactietijd in plaats van het aantal goede antwoorden. Deze keuze is gemaakt omdat de gemiddelde reactietijd, in tegenstelling tot het aantal goede antwoorden, normaal verdeeld was. Dit was één van de voorwaarden voor het uitvoeren van een hiërarchische multipele regressie. Voor VSU en VU is het aantal goede antwoorden meegenomen. Tabel 1 geeft het minimum, maximum, gemiddelde (M) en standaarddeviatie (SD) van de variabelen weer.

Tabel 1

Correlaties en Beschrijvende Statistiek van de Variabelen Getalbegrip, VIQ, PIQ, Inhibitie, Shifting, VSU, VU en Leeftijd

Variabele	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
1. Getalbegrip	-							
2. VIQ	.45**	-						
3. PIQ	.24	.24	-					
4. Inhibitie	-.03	-.31	-.24	-				
5. Shifting	-.38*	-.40*	-.16	.50**	-			
6. VSU	.16	.23	.35*	-.07	-.09	-		
7. VU	.09	.37*	.04	-.48**	-.39*	.13	-	
8. Leeftijd	.41**	.57**	.02	-.11	-.42**	.29	.33*	-
N	40	40	40	40	40	40	40	40
M	86.31	39.20	30.83	1128.84	2252.23	14.08	7.53	8.51
SD	7.87	12.57	3.15	235.67	625.02	2.99	2.57	0.78

*$p < .05$. **$p < .01$.

De data en variabelen zijn onderzocht op de voorwaarden die bij het uitvoeren van een regressie-analyse horen. Er is gecontroleerd voor multicollineariteit, homoscedasticiteit, lineariteit, kwantitativiteit van onafhankelijke en afhankelijke variabelen, en normaalverdeling en onafhankelijkheid van de residuen. Er zijn hierbij geen bijzonderheden geconstateerd, waarmee voldaan is aan alle voorwaarden.

Tabel 2

Meervoudige Regressie met als Afhankelijke Variabele Getalbegrip en Verbaal en Performaal IQ als Voorspellers (N = 40)

			Model 1		
Variabele	*B*	*β*	*SE*	*t*	*p*
VIQ (WISC)	0.26	0.42	0.09	2.82	.01
PIQ (Raven-CPM)	0.33	0.13	0.38	0.90	.37
R^2	.222				

In de eerste regressieanalyse is gekeken welk deel van het IQ een betere voorspeller is van getalbegrip, waarbij nog geen controle is uitgevoerd voor leeftijd. Het blijkt dat VIQ in Model 1 een significante invloed heeft op getalbegrip, wanneer er niet gecorrigeerd wordt voor leeftijd. Een toename van de VIQ-score met 1 punt heeft een positief effect van 0.263 procentpunt op de score van getalbegrip. Dit effect is significant op een 95% betrouwbaarheidsinterval. Wanneer er wel gecorrigeerd wordt voor leeftijd in Model 2, heeft VIQ geen significante invloed op getalbegrip. PIQ heeft in zowel Model 1 als Model 2 geen significante invloed op de afhankelijke variabele getalbegrip. Hypothese 1 wordt verworpen.

De R^2 is 0.222 voor 40 observaties in Model 1. In Model 2 bedraagt de R^2 0.266 voor 40 observaties. Dit betekent dat de gekozen onafhankelijke variabelen VIQ en PIQ 22,2 tot 26,6 procent van de variantie van de afhankelijke variabele getalbegrip verklaren.

Tabel 3

Hiërarchische Multipele Regressie-analyse met als Afhankelijke Variabele Getalbegrip en Verbaal en Performaal IQ als Voorspellers, Gecontroleerd voor Leeftijd (N = 40)

			Model 2		
Variabele	*B*	*β*	*SE*	*t*	*p*
Stap 1					
Controlevariabele leeftijd	4.16	.41	1.48	2.80	.008
Stap 2					
Controlevariabele leeftijd	2.60	0.26	1.76	1.47	.15
Verbaal IQ (WISC)	0.17	0.27	0.11	1.47	.15
Performaal IQ (Raven-CPM)	0.41	0.17	0.37	1.11	.27
R^2	.171	.266			
ΔR^2	.095				

Tabel 4

Meervoudige Regressie met als Afhankelijke Variabele Getalbegrip en Inhibitie, Shifting, Visuospatieel Updating en Verbaal Updating als Voorspellers (N = 40)

			Model 3		
Variabele	*B*	*β*	*SE*	*t*	*p*
Inhibitie (Flanker)	0.01	0.21	0.01	1.11	.28
Shifting (Flanker)	-0.01	-0.48	0.00	-2.67	.01
VSU (OOO)	0.35	0.13	0.40	0.87	.39
VU (WRB)	-0.02	-0.08	0.54	-0.04	.97
R^2	.195				

In de tweede regressieanalyse is gekeken welk deel van de executieve functies de beste voorspeller is voor getalbegrip. Het blijkt dat shifting in Model 3 een significante invloed heeft op getalbegrip, wanneer er niet gecorrigeerd wordt voor leeftijd. Een toename van 1 milliseconde op Flanker Shifting heeft een negatieve invloed van 0,006 procentpunt op de score op getalbegrip tot gevolg. Dit effect is significant op een 95% betrouwbaarheidsinterval. Wanneer er wel gecorrigeerd wordt voor leeftijd in Model 4, blijkt dat shifting geen

significante invloed heeft op getalbegrip. Inhibitie, visuospatieel updating en verbaal updating hebben zowel in Model 3 als in Model 4 geen significante invloed op getalbegrip.

De R^2 is .195 voor 40 observaties in Model 1. In Model 2 bedraagt de R^2 .255 voor 40 observaties. Dit betekent dat de gekozen onafhankelijke variabelen inhibitie, shifting en updating 19,5 tot 25,5 procent van de variantie van de afhankelijke variabele getalbegrip verklaren.

Tabel 5

Hiërarchische Multipele Regressie-analyse met als Afhankelijke Variabele Getalbegrip en Inhibtie, Shifting, Visuospatieel Updating en Verbaal Updating als Voorspellers, Gecontroleerd voor Leeftijd (N = 40)

			Model 4		
Variabele	*B*	*β*	*SE*	*t*	*p*
Stap 1					
Controlevariabele leeftijd	4.16	0.41	1.48	2.80	.008
Stap 2					
Controlevariabele leeftijd	2.89	0.29	1.74	1.66	.11
Inhibitie (Flanker)	0.01	0.14	0.01	-0.76	.45
Shifting (Flanker)	-0.00	-0.35	0.00	-1.87	.07
Visuospatieel updating (OOO)	0.22	0.08	0.40	0.54	.59
Verbaal updating (WRB)	-0.24	-0.08	0.55	-0.44	.66
R^2	.171	.255			
ΔR^2	.084				

Het blijkt dat zowel IQ als executieve functies geen significante invloed hebben op getalbegrip, wanneer er een controle uitgevoerd wordt voor de leeftijd. Leeftijd heeft bij de controle een significante invloed op getalbegrip ($p<.05$).

Discussie en conclusie

In dit onderzoek is gekeken naar de samenhang tussen IQ en executieve functies met getalbegrip. Daarnaast is de invloed van leeftijd op deze samenhang opgenomen. Er werd verwacht dat verbaal IQ een grotere samenhang zou hebben met getalbegrip dan performaal IQ. Daarnaast werd er verwacht dat updating een grotere samenhang zou hebben met getalbegrip dan shifting en inhibitie.

Uit de resultaten is gebleken dat leeftijd een belangrijke rol speelt in de samenhang tussen zowel IQ als executieve functies met getalbegrip. Zonder controle voor leeftijd hangt het VIQ significant samen met getalbegrip. Dit is in overeenstemming met de eerder gestelde hypothese. Na controle voor leeftijd is deze samenhang niet meer significant.

Bij de executieve functies hangt alleen shifting zonder controle op leeftijd significant samen met getalbegrip. Verwacht werd dat niet shifting, maar juist updating een grotere samenhang zou hebben met getalbegrip (Kroesbergen et al., 2009). Na controle op leeftijd is de samenhang met getalbegrip voor geen van de drie componenten van de executieve functies meer significant. Kijkend naar de correlaties tussen variabelen, valt op dat leeftijd significant correleert met zowel getalbegrip, VIQ als met shifting. Dit heeft een grote invloed op de significantie van de samenhang tussen VIQ en getalbegrip en shifting en getalbegrip. Aan de andere kant zorgt deze correlatie er ook voor dat de significante samenhang tussen leeftijd en getalbegrip bij de tweede stap in de hiërarchische multipele regressie niet meer aanwezig is. Het blijkt dat in de praktijk variabelen vaker wel dan niet met elkaar correleren (Kraha, Turner, Nimon, Zientek, & Henson, 2012).

Een belangrijke beperking van dit onderzoek, is dat de onderzoeksgroep behoorlijk klein is. Dit is voornamelijk te wijten aan het lage aantal participanten waarbij de gekleurde versie van de Raven-CPM is afgenomen. Voorafgaand aan dit onderzoek was dit niet gepland, maar wegens tijdgebrek in de periode van de dataverzameling is de afname van deze subtest niet bij elke student consequent gebeurd. Door de kleine onderzoeksgroep is de beweeglijkheid van het model een stuk groter. Vervolgonderzoek zou zich moeten richten op een grotere onderzoeksgroep, waardoor de beweeglijkheid van het model minder groot wordt en er sterkere conclusies getrokken kunnen worden.

Daarnaast zijn de participanten uit de onderzoeksgroep hoofdzakelijk afkomstig van dezelfde school, verdeeld over twee locaties in een gemeenschappelijk dorp. Hierdoor kunnen overige variabelen waar geen rekening mee is gehouden in dit onderzoek een grotere rol spelen. Hierbij kan gedacht worden aan kwaliteit van het onderwijs of omgevingsfactoren (ligt de school in een rijke of juist een arme buurt?). Om deze factoren zoveel mogelijk uit te sluiten, moet vervolgonderzoek zich richten op een meer diverse dataverzameling, waarbij kinderen van verschillende scholen uit verschillende buurten participeren.

Een belangrijke factor, die in dit onderzoek ook een grote rol speelt, is het impurity problem (Van der Ven, Kroesbergen, Boom en Leseman, 2011). Zij stellen dat taken die de executieve functies proberen te meten per definitie onzuiver zijn, omdat ze ook andere

cognitieve processen meten. Voor dit onderzoek houdt dit in dat het meten van executieve functies overlap kan hebben met het meten van verbaal en performaal IQ.

Vervolgonderzoek zou zich moeten richten op het vergaren van een grotere onderzoeksgroep, waarbij grotere tests gebruikt worden om de constructen te meten. Huidig onderzoek is zeker een stap in de goede richting, waarbij is aangetoond dat leeftijd, IQ en executieve functies moeilijk los van elkaar te analyseren zijn. Door uitgebreider te testen, kunnen de constructen preciezer in kaart worden gebracht. Dan zal nauwkeuriger blijken in hoeverre de constructen met elkaar correleren en in hoeverre de constructen samenhangen met getalbegrip.

Referenties

Aarnoudse-Moens C.S.H., Weisglas-Kuperus N., Duivenvoorden H.J., van Goudoever J.B., & Oosterlaan J. (2013). Executive function and IQ predict mathematical and attention problems in very preterm children. *PLoS ONE 8*(2): e55994. doi:10.1371/journal.pone.0055994

Bartels, M., Rietveld, M. J. H., Van Baal, G. C. M., & Boomsma, D. I. (2002). Heritability of educational achievement in 12-year-olds and the overlap with cognitive ability. *Twin Research, 5*(6), 544–553. doi:10.1375/twin.5.6.544

Bull, R., & Scerif, G. (2001). Executive functioning as a predictor of children's mathematics ability: Inhibition, switching, and working memory. *Developmental Neuropsychology, 19*, 273–293. doi:10.1207/s15326942dn1903_3

Deary, I. J., Strand, S., Smith, P., & Fernandes, C. (2007). Intelligence and educational achievement. *Intelligence, 35*(1), 13–21. doi:10.1016/j.intell.2006.02.001

Espy, K., McDiarmid, M. M., Cwik, M. F., Meade Stalets, M., Hamby, A., & Senn, T. E. (2004). The contribution of executive functions to emergent mathematic skills in preschool children. *Developmental Neuropsychology, 26,* 465-486. doi:10.1207/s15326942dn2601_6

Friso-van den Bos, I., Van der Ven, S. H. G., Kroesbergen, E. H., & Van Luit, J. E. H. (2013). Working memory and mathematics in primary school children: A meta-analysis. *Educational Research Review, 10,* 29-44. doi:10.1016/j.edurev.2013.05.003

Friedman, N. P., Miyake, A., Corley, R. P., Young, S. E., DeFries, J. C., & Hewitt, J. K. (2006). Not all executive functions are related to intelligence. *Psychological Science, 17*, 172–179. doi:10.1111/j.1467-9280.2006.01681.x

Frye, D., Zelazo, P. D., & Palfai, T. (1995). Theory of mind and rule-based reasoning. *Cognitive Development, 10*, 483–527. doi:10.1016/0885-2014(95)90024-1

Gathercole, S.E., Alloway, T.P., Willis, C., & Adams, A. (2006). Working memory in children with reading disabilities. *Journal of Experimental Child Psychology, 93*, 265–281. doi:10.4135/9781446251348.n5

Gersten, R., & Chard, D. (1999). Number sense: rethinking arithmetic instruction for students with mathematical disabilities. *The Journal of Special Education, 33*(1), 18–28. doi:10.1177/002246699903300102

Gilmore, C. K., McCarthy, S. E., & Spelke, E. S. (2010). Non-symbolic arithmetic abilities and mathematics achievement in the first year of formal schooling. *Cognition, 115*, 394–406. doi:10.1016/j.cognition.2010.02.002

Griffin, S. A., Case, R., & Siegler, R. S. (1994). Rightstart: Providing the central conceptual prerequisites for first formal learning of arithmetic to students at risk for school failure. In K. McGilly (Ed.), *Classroom lessons: Integrating cognitive theory and classroom practice* (pp. 25-49). Cambridge, MA: MIT Press.

Gullick, M. M., Sprute, L. A., & Temple, E. (2011). Individual differences in working memory, nonverbal IQ, and mathematics achievement and brain mechanisms associated with symbolic and nonsymbolic number processing. *Learning and Individual Differences, 21*, 644-654. doi:10.1016/j.lindif.2010.10.003

Kort, W., Schittekatte, M., Dekker, P. H., Verhaeghe, P., Compaan, E. L., Bosmans, M., & Vermeir, G. (2005). *WISC-III NL Wechsler Intelligence Scale for Children. Derde Editie NL. Handleiding en Verantwoording.* Amsterdam: Harcourt Test Publishers/Nederlands Instituut voor Psychologen.

Kraha, A., Turner, H., Nimon, K., Zientek, L. R., & Henson, R. K. (2012). Tools to support interpreting multiple regression in the face of multicollinearity. *Frontiers in Psychology*, 3. doi:10.3389/fpsyg.2012.00044

Kroesbergen, E. H., Van Luit, J. E. H., Van Lieshout, E. C. D. M., Van Loosbroek, E., & Van de Rijt, B. A. M. (2009). Individual differences in early numeracy: the role of executive functions and subitizing. *Journal of Psychoeducational Assessment, 27*, 226–236. doi:10.1177/0734282908330586

Kyttälä, M., Aunio, P., Lehto, J. E., Van Luit, J. E. H., & Hautamäki, J. (2003). Visuospatial working memory and early numeracy. *Educational and Child Psychology, 20*, 65–76.

McLean, J. F., & Hitch, G. J. (1999). Working memory impairments in children with specific arithmetic learning difficulties. *Journal of Experimental Child Psychology, 74*, 240–260. doi:10.1006/jecp.1999.2516

Monsell, S. (1996). Control of mental processes. In: St Clair-Thompson, H. L., & Gathercole, S. E. (2006). Executive functions and achievements in school: shifting, updating, inhibition, and working memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 59*, 745–759. doi:10.1080/17470210500162854

Morris, N., & Jones, D. M. (1990). Memory updating in working memory: the role of the central executive. *British Journal of Psychology, 81*, 111–121. doi:10.1111/j.2044-8295.1990.tb02349.x

Navarro, J. I., Aguilar, M., Alcalde, C., Ruiz, G., Marchena, E., & Menacho, I. (2011). Inhibitory processes, working memory, phonological awareness, naming speed, and early arithmetic achievement. *The Spanish Journal of Psychology, 14*, 580–588. doi:10.5209/rev_sjop.2011.v14.n2.6

Oberauer, K., Süß, H. M., Wilhelm, O., & Wittman, W. W. (2003). The multiple faces of working memory. *Intelligence, 31*, 167–193. doi:10.1016/s0160-2896(02)00115-0

Passolunghi, M. C., Mammarella, I. C., & Altoè, G. (2008). Cognitive abilities as precursors of the early acquisition of mathematical skills during first through second grades. *Developmental Neuropsychology, 33*, 229–250. doi:10.1080/87565640801982320

Passolunghi, M. C., Vercelloni, B., & Schadee, H. (2007). The precursors of mathematics learning: Working memory, phonological ability and numerical competence. *Cognitive Development, 22*, 165–184. doi:10.1016/j.cogdev.2006.09.001

Pickering, S. J., & Gathercole, S. E. (2001). *Working memory test battery for children.* London: Psychological Corporation. In: St Clair-Thompson, H. L., & Gathercole, S. E. (2006). Executive functions and achievements in school: Shifting, updating, inhibition, and working memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 59*, 745–759. doi:10.1080/17470210500162854

Raven, J.C., Court, J.H., & Raven, J. (1986). *Coloured Progressive Matrices*. London: H.K. Lewis.

Repovs, G., & Baddeley, A. (2006). The multi-component model of working memory: Explorations in experimental cognitive psychology. *Neuroscience, 139*(1), 5–21. doi:10.1016/j.neuroscience.2005.12.061

Rueda, M. R., Fan, J., McCandliss, B. D., Halparin, J. D., Gruber, D. B., Lercari, L. P., & Posner, M. I. (2004). Development of attentional networks in childhood. *Neuropsychologia, 42*, 1029-1040. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2003.12.012

St Clair-Thompson, H. L., & Gathercole, S. E. (2006). Executive functions and achievements in school: Shifting, updating, inhibition, and working memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 59*, 745–759. doi:10.1080/17470210500162854

Stroop, J. R. (1992). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology: General, 121*(1), 15–23. doi:10.1037/0096-3445.121.1.15

Van der Ven, S. H. G., Kroesbergen, E. H., Boom, J., & Leseman, P. P. M. (2011). The development of executive functions and early mathematics: A dynamic relationship. *British Journal of Educational Psychology, 82,* 100–119. doi:10.1111/j.2044-8279.2011.02035.x