

Motorische vaardigheden en executief functioneren

Is er een verband tussen de motorische vaardigheden en het executief functioneren van kinderen met en zonder ADHD problematiek, binnen het speciaal basisonderwijs?

Student: C. Berkhof (s2790106)

Begeleiders:

Dr. R. Mombarg

Dr. L.D. Jelsma

Tweede beoordelaar: Prof. Dr. H.T.A. Amsing

Rijksuniversiteit Groningen

Faculteit der Gedrags- en Maatschappijwetenschappen

Masterthesis Orthopedagogiek

Oktober 2023

Abstract

This study explored the connection between motor skills and executive functioning in children with ADHD in special education. Poor motor performance in children with ADHD can result in negative outcomes like decreased self-esteem, emotional issues, and increased vulnerability to bullying. The study focused on attention, response inhibition, and switching in executive functions, as well as balance, ball, and movement skills in motor skills. It is hypothesized that the lowered executive functions will result in lowered motor skills. Data were collected from children in special education using standardized measures such as M-ABC 2, PERF-FIT, KITAP, and SDQT.

The study did not find support for the expected connections between executive functioning and motor skills, aligning with previous research suggesting a complex relationship between these domains. While the anticipated relationships between executive functions and motor skills were not significant, a significant positive association was observed between task switching ability and ball skills, indicating potential overlapping cognitive processes in both domains. These findings highlight the need for further research to understand the underlying mechanisms for all children in special education and to find additional factors influencing the relationship between executive functions and motor skills.

The findings of this study confirm that the relationship between motor skills and executive functioning is complex, and that we do not yet have a full understanding of this relationship.

Inleiding

In Nederland wordt de prevalentie van Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) bij kinderen onder de 18 jaar geschat op 2,9% (Tuithof et al., 2010). Van de groep kinderen met Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) hebben 30-50% een zwakke motorische vaardigheid of Developmental Coordination Disorder (DCD) (Fliers et al., 2008). Een zwakke motorische vaardigheid of DCD komt bij 30-50% voor in de groep kinderen met ADHD terwijl men vermoedt dat het in de reguliere populatie slechts 5% tot 6% is (APA, 2013). Ook als er geen sprake is van DCD laten kinderen met ADHD zwakke motorische prestaties zien (Schoemaker et al., 2005). Dit betekent dat het werkelijke aantal ADHD kinderen met motorische problemen waarschijnlijk nog hoger ligt. Er zijn 3.311.222 kinderen in Nederland onder de 18 jaar, waarvan ongeveer 45.000 kinderen in Nederland een combinatie van ADHD en motorische achterstanden hebben.

Het is van belang dat problemen in motorische vaardigheden bij kinderen met ADHD wordt onderzocht, aangezien deze problemen tot diverse negatieve gevolgen kunnen leiden. Onder motorische vaardigheden worden alle willekeurige of reflexmatige uitvoeringen van bewegingsactiviteiten verstaan (Netelenbos, 1998). Kinderen met een verminderde motorische ontwikkeling worden vaker gepest, hebben een lager zelfbeeld en ervaren meer emotionele problemen (Emck et al., 2009; Piek et al., 2005). Hierdoor nemen zij minder vaak deel aan sociale activiteiten, wat mogelijk kan leiden tot isolatie en inactieve leefstijl. Dit resulteert in een negatieve spiraal, aangezien de kans om motorische vaardigheden te oefenen en te leren wordt verkleind en het risico op verslechtering van lichamelijke en psychosociale gezondheid wordt vergroot (Skinner & Piek, 2001). Fysiek bezig zijn is voor alle kinderen met een zwakke motorische vaardigheid belangrijk, echter is de groep kinderen met een combinatie van ADHD en slechte motorische vaardigheid extra benadeeld (Fliers et al., 2011). Kinderen met ADHD zijn vaak minder populair onder leeftijdsgenoten vanwege het drukke gedrag en impulsiviteit (Mrug et al., 2009) en net als matig presteren in motorische vaardigheden is ADHD een negatieve voorspeller van populariteit onder kinderen (Cairney et al., 2010). Kortom, kinderen met ADHD in combinatie met een motorische achterstand zijn dubbel benadeeld.

Naar motorische vaardigheid bij ADHD is tot nu toe weinig onderzoek gedaan. Bovendien is motorische vaardigheid in de dagelijkse praktijk onderbelicht tijdens diagnostiek en behandeling van

ADHD en ligt de focus vaak op behandeling door psychologen en psychiaters en te weinig op behandeling door somatisch georiënteerde professionals (Fliers et al., 2011). Hierdoor wordt de motorische achterstand genegeerd en blijft de verminderde deelname in stand. Dit onderzoek richt zich daarom op de motorisch vaardigheden van kinderen met ADHD, waarbij er gefocust is op de balans-, bal- en verplaatsingsvaardigheden .

De vraag is wat de verklaring is voor het grote aantal kinderen met ADHD en motorische problemen. Een mogelijk antwoord op deze vraag is te vinden in het executief functioneren van kinderen met ADHD (Martinussen et al., 2005). Voorgaand onderzoek suggereert dat er een verband bestaat tussen aspecten van motorische vaardigheid en resultaten van executief functioneren (Barkley, 2015). Gezien voorgenoemd verband, is het mogelijk dat kinderen met ADHD naast problemen in motorische vaardigheden eveneens problemen in executief functioneren ervaren. De executieve functies betreffen de regelfuncties van de hersenen, waardoor een persoon in staat is om zijn eigen gedrag te regelen en te sturen. Het gaat om drie functies die afwijkend lijken te werken, namelijk aandacht, responsinhibitie en schakelen (Barkley, 2015). Hoewel er al veel bekend is over het executief functioneren bij kinderen met ADHD blijft de relatie met motorische problematiek onderbelicht, terwijl de combinatie van beperkingen grote gevolgen heeft voor deelname aan de (sport)maatschappij. De executieve functies hebben elk hun eigen relatie met de verschillende motorische vaardigheden. In dit onderzoek wordt gebruik gemaakt van de veelgebruikte indeling in balans-, bal- en verplaatsingsvaardigheden. Hieronder wordt de mogelijke koppeling tussen drie executieve functies en de drie motorische vaardigheden toegelicht.

Allereerst zal in dit onderzoek de focus liggen op het verband tussen aandacht en motorische vaardigheid. Aandacht is afwijkend bij kinderen met ADHD. Aandacht werkt nauw samen met het werkgeheugen, aangezien het werkgeheugen vasthoudt waar onze aandacht op gericht is. Aandacht is een complex en dynamisch proces van het selecteren, verbinden en herkennen van belangrijke informatie (Brown, 2005). Wanneer een kind meer handelingen moet uitvoeren en meer informatie hierbij dient te onthouden, ontstaat er meer belasting voor het werkgeheugen en dus kans op vermindering van de aandacht. Daarnaast wordt aandacht ook in verband gebracht met houdingsreflexen, zoals het evenwicht en controle over onafhankelijke bewegingen van de ledematen

(Carlson, 2012). Kortom, kinderen met aandachtsproblemen laten afwijkingen zien in hun motorische vaardigheden waarbij hoge mate van aandacht nodig is, zoals balansvaardigheid.

Ten tweede zal in dit onderzoek de focus liggen op het verband tussen responsinhibitie en motorische vaardigheid. Responsinhibitie verwijst naar de executieve vaardigheid om een in gang gezette actie plotseling te onderdrukken. Kinderen met ADHD laten afwijkingen zien in de responsinhibitie (Pennington & Ozonoff, 1996). Zij zijn vaak niet in staat om de actie af te breken (Overtoom et al., 2002). De neurale mechanismen die ten grondslag liggen aan dit verband bevestigen dit. Het motorische systeem bestaat uit directe routes tussen de motorische delen van de cortex waar de executieve functies zijn gelegen, om via het ruggenmerg uit te komen bij de spieren (Piek, 2006). Deze neurale verbinding is belangrijk voor de motorische controle. Het wordt geassocieerd met functies als timing, motorisch leren en reguleren van spierspanning die belangrijk zijn voor soepele en gecoördineerde bewegingen (Piek, 2006). Een afwijkende responsinhibitie uit zich in het niet kunnen stil zitten, impulsieve bewegingen en daarnaast wordt het ook in verband gebracht met motorische overactiviteit (Malone & Swanson, 1993). Vooral kortdurende motorische vaardigheden, waarbij spieren ‘aan’ en ‘uitgezet’ moeten worden leveren problemen op. Deze uitdaging wordt onder andere zichtbaar bij taken die verband houden met balvaardigheden. Samenvattend laten kinderen met ADHD problemen in responsinhibitie zien die mogelijk verband houden met problemen in motorische controle.

Ten derde wordt de samenhang tussen de executieve functie schakelen en problemen in motorische vaardigheden onderzocht. Schakelen is een executieve functie die bestaat uit het heen en weer bewegen tussen taken, waarbij er een beroep gedaan wordt op het afwisselen van hoge en lage niveaus van mentale verwerking. Dit schakelen maakt het mogelijk om gedrag en handelen aan te kunnen passen in veranderingen van situaties en contexten (Deák & Narasimham, 2003). Kinderen met zwakkere motorische vaardigheden ervaren grotere problemen in de motorische coördinatie, wanneer deze taken complexer zijn (Piek & Coleman-Carman, 1995), gepaard gaan met hogere eisen van snelheid of nauwkeurigheid (Vaessen & Kalverboer, 1990) of juist vertraging van motoriek (Dwyer & McKenzie, 1994). De groep kinderen met zwakke motorische vaardigheden hebben moeite met het anticiperen op aspecten van een taak en vooruit plannen (Rösblad & von Hofsten, 1994). Bij veel verplaatsingsvaardigheden is schakelen nodig. Zo vereist hinkelen snelheid en planning. Deze taak

vraagt om het plannen van de afwisselende bewegingen en snel schakelen tussen de inzet van het linker- en rechterbeen. In het kort ervaren kinderen met ADHD problemen in motorische vaardigheden die mogelijk verband houden met problemen in schakelen.

Het doel van dit onderzoek is zicht krijgen op de samenhang tussen het executief functioneren en de motorische vaardigheden bij kinderen met ADHD in het speciaal basisonderwijs in Nederland. De verbanden in verhouding tot elkaar zijn samengevat in tabel 1. Hieruit zijn de volgende onderzoeksvragen naar voren gekomen:

- *In hoeverre scoren kinderen met ADHD lager op motorische vaardigheid dan kinderen zonder ADHD? In hoeverre scoren kinderen met ADHD lager op executief functioneren dan kinderen zonder ADHD?*
- *In hoeverre heeft het executief functioneren een voorspellende waarde voor de motorische vaardigheid bij kinderen met ADHD?*

We verwachten dat kinderen met ADHD lager scoren op executief functioneren (gemeten middels taken gericht op aandacht, responsinhibitie en schakelen) dan kinderen zonder ADHD. Ook op motorisch gebied (gemeten middels balansvaardigheden, responsinhibitie en schaken) verwachten we eveneens een lagere score bij kinderen met ADHD, dan bij kinderen zonder ADHD. Daarnaast verwachten we dat een lage score op executief functioneren samenhangt met een lage score op motorische vaardigheden (Tabel 1).

Tabel 1 verbanden tussen motorische vaardigheden en executief functioneren

Motorische vaardigheden	Executieve functies
Balansvaardigheden	Aandacht
Balvaardigheden	Responsinhibitie
Verplaatsingsvaardigheden	Schakelen

Methode

In dit onderzoek is er sprake van een kwantitatief, relationeel onderzoeksdesign. Er werd gekeken naar de samenhang tussen de (verschillende) variabelen van executief functioneren en van motorische vaardigheden. Voor het onderzoek zijn twee basisscholen van het speciaal basisonderwijs in Groningen benaderd, aangezien de groep kinderen met ADHD hier groot is. Om ongewenste contextinvloeden te beperken en het onderzoek haalbaar te houden is gekozen voor twee scholen. Meer scholen zijn benaderd om deze invloeden nog verder te beperken, maar hebben deelname afgeslagen vanwege de risico's in tijden van COVID. De kinderen zonder ADHD vormen dan de controlegroep. De proefpersonen namen deel aan een test om de verschillende executieve functies van de kinderen te meten, namelijk de KITAP, de Movement Assessment Battery for Children-2 en de PERF-FIT test om een inzicht te krijgen in hun motorisch functioneren.

Participanten

De doelpopulatie bestond uit leerlingen met ADHD van het speciaal basisonderwijs tussen de 8 en 10 jaar oud. Als controle/vergelijkingsgroep zijn kinderen zonder ADHD gedrag, van dezelfde leeftijd uit het speciaal basisonderwijs geïnccludeerd. Als inclusiecriteria gold voor de kinderen uit het speciaal basisonderwijs dat voorafgaande aan het onderzoek toestemming gevraagd moest worden aan de ouders door middel van een toestemmingsformulier. Alleen de kinderen met toestemming hebben deelgenomen aan het onderzoek. De uiteindelijke steekproef voor het onderzoek bestond uit 37 kinderen. Op basis van de resultaten van de Strengths and Difficulties Questionnaire Teachers (SDQT) zijn er 17 kinderen met ADHD-problematiek gevonden en 20 kinderen zonder ADHD problematiek. De methodologie voor het afleiden van deze resultaten middels de SDQT wordt later in de tekst nader toegelicht.

Instrumenten

Executief functioneren bestaat uit aandacht, responsinhibitie en schakelen. Motorische vaardigheden bestaan uit balansvaardigheden, balvaardigheden en verplaatsingsvaardigheden. Er is gebruik gemaakt van vier verschillende instrumenten om deze executieve functies en motorische vaardigheden te meten (zie Tabel 2 en 3 voor een overzicht).

Allereerst de Movement Assessment Battery for Children-2 (M-ABC 2) waarmee gekeken is

naar het motorische functioneren van een kind. De test M-ABC 2 bestaat uit acht items gegroepeerd in drie vaardigheden. De M-ABC 2 kent drie varianten voor 3-6 jaar, 7-10 jaar en 11-16 jaar. Voor dit onderzoek is gebruik gemaakt van de versie voor 7 tot 10 jarigen. Er zijn drie subtesten waarvan er twee zijn meegenomen namelijk de testen voor balvaardigheid en de testen voor statisch en dynamisch evenwicht (meten balansvaardigheid; zie tabel 3). De motorische scores worden bepaald met behulp van scoreformulieren ingevuld door de testleider. De prestaties leveren ruwe scores en worden omgezet in fouten, aantal goede scores en seconden. De ruwe scores worden omgezet in leeftijd gerelateerde Item Standaard Score. Deze resultaten die per onderdeel behaald zijn, leiden opgeteld tot een Component Score voor onder andere de balvaardigheid en worden omgezet tot een Percentielscore. Op deze manier kan per kind de prestaties vergeleken worden met leeftijdsgenoten. Bij de M-ABC 2 is gekeken naar scores beneden het vijfde percentiel en het grensgebied tussen het vijfde en vijftiende percentiel. Een prestatie onder het vijfde percentiel duidt op een motorische ontwikkelingsachterstand en beneden het vijftiende percentiel op een risico voor motorische ontwikkelingsachterstand. Boven het vijftiende percentiel is leeftijdsadequaat. Aan de hand van deze percentielscores is gekeken of de respondenten daadwerkelijk een motorische achterstand hebben of niet.

Volgens het onderzoek van Smits-Engelsman et al. (2019) heeft de M-ABC 2 een hoge betrouwbaarheid. De intra- en interbeoordelaarsbetrouwbaarheid van de test is hoog (intraclasscorrelatiecoëfficiënt (ICC) 0,94–0,96 (Smits-Engelsman & Niemeijer, 2010). met hoge interne consistentie en test-hertestbetrouwbaarheid, en goede interbeoordelaarsbetrouwbaarheid. Ook de constructvaliditeit is aangetoond door vergelijking met andere motorische tests en de ontwikkeling van motorische vaardigheden over tijd.

De PERF-FIT test is gebruikt om het onderdeel wendbaarheid van het motorisch functioneren van kinderen in het dagelijks leven te meten. De test richt zich op de vaardigheid gerelateerde fysieke fitheid van kinderen in de leeftijd van 7-12 jaar en maakt onderscheid tussen twee componenten: motorische prestaties en wendbaarheid/kracht. Motorische prestaties werden beoordeeld aan de hand van vijf items, waaronder springen, hinkelen, stuiteren en opvangen, gooien en vangen, en evenwichtsoefeningen. Wendbaarheid en kracht werden beoordeeld aan de hand van vijf items, waaronder rennen, stappen, zijspringen, verspringen en vergooien. Deze scores werden omgezet tot

componentscores voor de balans- en verplaatsingsvaardigheid. Scoreformulieren werden gebruikt om de prestaties bij te houden, waarbij de beste scores werden meegenomen. Scores werden omgezet in Percentielscores en vergeleken met een normgroep.

Verschillende studies, waaronder die van Kuznetsov et al. (2018) en Ortega et al. (2016), hebben de validiteit van de PERF-FIT test bevestigd als een betrouwbare maatstaf voor inspanningsintensiteit en motorische vaardigheden. De interbeoordelaarsbetrouwbaarheid is zeer hoog (ICC, 0.99) en ook de test-hertestbetrouwbaarheid is goed tot uitstekend (ICC, ≥ 0.80) (Smits- Engelsman et al., 2021).

Daarnaast werd de Strengths and Difficulties Questionnaire Teachers (SDQT) gebruikt om de sociaal-emotionele gezondheid van kinderen te meten en problemen op dit gebied te evalueren. Hoewel de resultaten niet kunnen worden gebruikt voor een formele diagnose van ADHD, suggereren ze wel moeilijkheden op dezelfde gebieden. Daarom werden kinderen met een matig verhoogde score opgenomen in de groep respondenten met ADHD-problematiek. Leraren vulden een vragenlijst in met 25 vragen, gescoord op een driepuntsschaal. De vragen werden gegroepeerd in schalen zoals Emotionele Symptomen, Gedragsproblemen, Hyperactiviteit-Aandachtstekort, Problemen met leeftijdsgenoten en Prosociaal Gedrag. De schalen (behalve Prosociaal Gedrag) werden gecombineerd in een totaalscore genaamd Totaal Problemen. Scores werden geïnterpreteerd aan de hand van vastgestelde normaalscores. Voor dit onderzoek werd alleen de schaal Hyperactiviteit-Aandachtstekort gebruikt om de mate van ADHD-problematiek bij kinderen in te schatten. Scores van 0-5 werden beschouwd als normaal, 6 als matig verhoogd en 7-10 als verhoogd.

De SDQT is een gestandaardiseerd en betrouwbaar instrument voor het beoordelen van de psychische gezondheid en het gedrag van kinderen, met een goede interne consistentie (Oseland et al., 2019). De SDQT heeft een goede interne consistentie (Cronbach's alfa $>.70$) (Theunissen et al., 2019). Goodman en Scott (1999) hebben de convergente validiteit van de SDQT onderzocht en geconcludeerd dat de vragenlijst een hoge correlatie vertoont met andere instrumenten voor het beoordelen van psychische gezondheid en gedrag bij kinderen.

De KITAP (Test of Attentional Performance for Children) meet verschillende aspecten van het executief functioneren, waaronder aandacht, responsinhibitie en schakelen. Bij alle drie de subtesten zijn omissies (niet behaalde scores), fouten, correcte scores en reactietijden in seconden gemeten.

De aandachtsubtest meet de aandacht door proefpersonen te vragen op een knop te drukken wanneer een doelstimulus op het scherm verschijnt, terwijl ze afleiders moeten negeren die kort ervoor verschijnen. De proefpersonen "vrolijke" treurige spoken op door op de knop te drukken, waardoor ze veranderen in vrolijke spoken. De afleiders worden afgebeeld als verschillende soorten monsters. Deze subtest meet de intensiteit van de aandacht van het kind.

Bij de responsinhibitie-subtest moeten proefpersonen op de knop drukken wanneer de doelstimulus (een vleermuis) verschijnt. Ze moeten de niet-doelstimulus (de kat) negeren en dus ook de impuls om te drukken bij de afleider. Dit is een test om de aandacht selectiviteit en gefocuste aandacht te meten, waarbij responsinhibitie belangrijk is.

De laatste subtest meet het schakelvermogen van de proefpersonen. Hierbij worden zowel visuele als auditieve prikkels gebruikt. Proefpersonen luisteren tegelijkertijd naar een reeks hoge en lage uilengeluiden en moeten letten op de visuele doelstimulus (uil met gesloten ogen). Ze drukken wanneer ze tweemaal achter elkaar een van de twee soorten geluiden horen of wanneer de doelstimulus verschijnt. Deze test vereist dat de proefpersoon zich kan focussen op twee taken tegelijkertijd en meet ook de mate van selectieve aandacht en cognitieve flexibiliteit of mentale schakelvaardigheid.

De betrouwbaarheid van de KITAP-test wordt doorgaans beoordeeld als hoog tot zeer hoog. Dit werd bevestigd door Gudmundsson et al. (2015), die een aanzienlijke interne consistentie rapporteerden. Het exacte cijfer met betrekking tot de betrouwbaarheidscoëfficiënt wordt echter niet gespecificeerd in het gepresenteerde onderzoek.

Procedure

Nadat ouders en school toestemming hadden gegeven vonden de metingen plaats in de gymzaal van de school. In deze ruimte waren twee computers aanwezig om de KITAP uit te voeren per twee deelnemers en de attributen behorend bij de motorische testen. De testen werden begeleid, uitgelegd en geobserveerd door drie studenten en een kinderfysiotherapeut/onderzoekbegeleider. Per deelnemer waren er dus twee observatoren. Alle testen zijn verdeeld uitgevoerd in twee dagen per deelnemer, zodat overprikkeling voorkomen kon worden. Op deze manier duurden de testdagen per duo kinderen tussen de 50-60 minuten, waarbij er ongeveer 20 minuten werden besteed aan de KITAP en 20-40 minuten aan de M-ABC 2 of PERFFIT test. Deelnemers werden in tweetallen getest tijdens de

motorische testen. Het verzamelen van de data heeft plaatsgevonden in een periode van twee maanden. De SDQT vragenlijst is ingevuld door de docenten van de deelnemers en heeft per kind ongeveer 5 minuten gekost.

Statistische analyse

Allereerst is middels beschrijvende statistiek, de variabelen en de steekproef van het onderzoek beschreven. Met behulp van Statistical Program for Social Sciences, versie 26.0 (SPSS) zijn de gegevens ingevoerd en geanalyseerd. Voorafgaand aan de statistische analyses zijn de bijbehorende assumpties getoetst. Er zijn aan de hand van de verkregen data van de M-ABC 2 en de PERFFIT test, drie componentscores geconstrueerd voor de balans-, bal- en verplaatsingsvaardigheid. Hetzelfde is gedaan aan de hand van de resultaten van de KITAP voor de drie executieve functies aandacht, responsinhibitie en schakelen. Met behulp van eenzijdige t-toetsen zijn de eerste twee onderzoeksvragen onderzocht. Er is gebruik gemaakt van de gemiddelde scores, om zo de resultaten van de groep kinderen met en zonder ADHD met elkaar te vergelijken. Daarnaast is er gebruik gemaakt van de normwaarden voor de M-ABC 2, PERFFIT test en KITAP, om zo de resultaten van de gehele groep kinderen in het speciaal basisonderwijs te kunnen analyseren.

Om de derde onderzoeksvraag te beantwoorden, zijn de resultaten van de KITAP, evenals de resultaten van bepaalde onderdelen van de M-ABC 2 en de PERFFIT-test, geanalyseerd. De KITAP meet executieve functies die gerelateerd zijn aan diverse motorische vaardigheden, zoals weergegeven in tabel 2 en 3. Er zijn drie totaalscores geconstrueerd voor balansvaardigheid, verplaatsingsvaardigheid en balvaardigheid. Dit is op basis van de gemiddelde percentielscores gebeurd en aan de hand daarvan zijn er drie meervoudige regressieanalyses uitgevoerd met de percentielscores voor de executieve functies: aandacht, responsinhibitie en schakelen.

Executieve functies	Kitap	Meetniveau
Aandacht	Distractibility	<ul style="list-style-type: none"> - Reactietijd met afleiding in seconden - Aantal omissies met afleiding - Aantal fouten met afleiding - Aantal correcte scores met afleiding - Reactietijd zonder afleiding in seconden - Aantal omissies zonder afleiding - Aantal fouten zonder afleiding - Aantal correcte scores zonder afleiding - Aantal totale omissies - Aantal totale fouten - Aantal totale correcte scores
Responsinhibitie	Go/No go	<ul style="list-style-type: none"> - Reactietijd in seconden - Aantal omissies - Aantal fouten - Aantal correcte scores
Schakelen	Divided attention	<ul style="list-style-type: none"> - Auditieve reactietijd in seconden - Aantal auditieve omissies - Aantal auditieve fouten - Aantal auditieve correcte scores - Visuele reactietijd in seconden - Aantal visuele omissies - Aantal visuele fouten - Aantal visuele correcte scores - Aantal totale omissies - Aantal totale fouten - Aantal totale correcte scores
Totaal:	Executief functioneren	Ruwe scores en percentielscores

Tabel 2: onderdelen van het executief functioneren meetbaar m.b.v. de KITAP

Motorisch functioneren	M-ABC 2	Meetniveau	PERF-FIT test	Meetniveau
<i>Balansvaardigheid</i>			Statisch en dynamisch evenwicht	Punten (0-8) en seconden (0-15)
<i>Balvaardigheid</i>	Gooien en vangen	Punten (0-20)		
<i>Verplaatsingsvaardigheid</i>			Ladderlopen en rennen Springen en hinkelen	Seconden (n.v.t.) en Punten (n.v.t.) Punten (0-8)
Totaal	Motorische functioneren	Ruwe scores Percentielscores	Motorische functioneren	Ruwe scores Percentielscores

Tabel 3: onderdelen van het motorisch functioneren meetbaar m.b.v. de M-ABC 2 en de PERFFIT-test.

Resultaten

	Motorische vaardigheden									Executieve functies		
	Balansvaardigheid		Balvaardigheid		Verplaatsingsvaardigheid					Aandacht	Schakelen	Responsinhibitie
	Statische balans	Dynamische balans	Gooien en vangen	Ladderlopen	Ladderrennen	Hinkelen (links)	Hinkelen (rechts)	Springen	Zijspringen			
Kinderen met ADHD	N=16 51,26 (17,34)	N=16 21,75 (6,19)	N=6 14,17 (5,35)	N=16 13,98 (3,09)	N=16 7,24 (1,48)	N=16 8,41 (5,55)	N=16 11,88 (4,80)	N=16 15,19 (0,89)	N=16 23,31 (8,48)	N=17 37,18 (5,26)	N=17 34,76 (4,86)	N=17 19,12 (2,71)
Kinderen zonder ADHD	N=17 43,63 (19,48)	N=17 18,47 (8,48)	N=11 15,18 (6,75)	N=17 13,68 (2,87)	N=17 7,34 (1,65)	N=17 8,71 (5,50)	N=17 8,91 (4,67)	N=17 13,80 (2,62)	N=17 19,30 (6,39)	N=20 34,65 (5,21)	N=19 30,21 (5,88)	N=19 18,74 (1,73)

Tabel 4: Deelnemers (N), Gemiddelde scores (punten), standaardafwijking (SD) voor motorische vaardigheden en executieve functioneren voor kinderen met en zonder

In totaal zijn er 37 respondenten meegenomen, waarvan 17 respondenten aan de hand van de scores op de SDQT ADHD-problematiek laten zien en 20 respondenten niet. Met behulp van tabel 4 is te zien dat kinderen met ADHD-problematiek een hogere gemiddelde score laten zien voor de onderdelen balans, hinkelen met rechts, springen en zijspringen van de motorische vaardigheden. Ook op alle executieve functies (aandacht, schakelen en responsinhibitie) laten kinderen met ADHD gemiddeld hogere scores zien dan kinderen zonder ADHD-problematiek in het SBO. Daarnaast is ook in tabel 4 te zien dat de standaarddeviaties vooral groot zijn voor de onderdelen hinkelen, zijspringen, statische- en dynamische balans.

In hoeverre scoren kinderen met ADHD lager op executief functioneren dan kinderen zonder ADHD?

Aandacht. Er zijn geen significante verschillen gevonden voor aandacht tussen kinderen met ($M=37.18$, $SD=5.26$) en zonder ADHD ($M=34.65$ $SD=5.21$). Op subscores zijn wel verschillen gevonden. Het verschil in gemiddelde reactietijd voor aandacht met afleiding tussen kinderen met ADHD ($M=581.06$; $SD=126.91$) en kinderen zonder ADHD ($M=707.20$; $SD=278.45$) is wel significant ($t(35)=1.72$; $p=0.04$). Ook het verschil in gemiddelde reactietijd voor aandacht zonder afleiding voor kinderen met ADHD ($M=591.47$; $SD=132.25$) en kinderen zonder ADHD ($M=632.15$; $SD=245.76$) is significant ($t(35)=0.61$; $p=0.05$). Het verschil in de totaal gemiddelde reactietijd voor aandacht tussen kinderen met ADHD

($M=586.71$; $SD=109.29$) en kinderen zonder ADHD ($M=677.85$; $SD=217.77$) is significant ($t(35)=1.56$; $p<0.05$).

Responsinhibitie. Er zijn geen significante verschillen gevonden voor aandacht tussen kinderen met ($M=19.12$, $SD=2.71$) en zonder ADHD ($M=18.74$, $SD=1.73$). Op subscores zijn wel verschillen gevonden. Alleen het verschil tussen het gemiddelde aantal omissies op responsinhibitie voor kinderen met ADHD ($M=0.29$; $SD=0.77$) en kinderen zonder ADHD ($M=1.21$; $SD=1.75$) is significant ($t(34)=1.99$; $p<0.05$).

Schakelen. Er zijn geen significante verschillen gevonden voor aandacht tussen kinderen met ($M=34.76$, $SD=4.86$) en zonder ADHD ($M=30.21$, $SD=5.88$). Op subscores zijn wel verschillen gevonden. Het verschil in de totaal gemiddelde reactietijden voor schakelen tussen kinderen met ADHD ($M=726.88$; $SD=74.58$) en kinderen zonder ADHD ($M=811.89$; $SD=117.20$) is significant ($t(34)=2.56$; $p=0.01$). Het verschil tussen het gemiddelde aantal correcte scores op het visueel schakelen voor kinderen met ADHD ($M=19.25$; $SD=0.70$) en kinderen zonder ADHD ($M=16.63$; $SD=3.89$) is significant ($t(34)=-2.84$; $p<0.001$). Ook het verschil voor het gemiddelde aantal omissies op het visueel schakelen tussen kinderen met ADHD ($M=0.65$; $SD=0.70$) en kinderen zonder ADHD ($M=3.21$; $SD=3.75$) bleek significant ($t(34)=2.77$; $p<0.001$).

2. In hoeverre scoren kinderen met ADHD lager op motorische vaardigheid dan kinderen zonder ADHD?

Balansvaardigheden. Het verschil in score op dynamische evenwicht voor kinderen met ADHD ($M=14.19$; $SD=2.32$) en kinderen zonder ADHD ($M=12.71$; $SD=3.87$) is significant ($t(31)=-1.32$; $p=0.03$). Er zijn geen significante verschillen gevonden voor statische evenwicht tussen kinderen met en zonder ADHD.

Balvaardigheden. Er is geen significant verschil gevonden voor balvaardigheden tussen kinderen met en zonder ADHD.

Verplaatsingsvaardigheden. Het verschil in score op springen voor kinderen met ADHD ($M=19.13$; $SD=0.89$) en kinderen zonder ADHD ($M=17.59$; $SD=2.76$) is significant ($t(31) = -2.12$; $p=0.04$). Voor de overige onderdelen van verplaatsingsvaardigheden zijn geen significante verschillen gevonden tussen kinderen met en zonder ADHD.

Ook lieten de totaalresultaten in motorische vaardigheden middels de M-ABC2 geen significante verschillen zien tussen kinderen met en zonder ADHD.

3. Is er een samenhang tussen het executief functioneren en de motorische vaardigheden van de groep kinderen binnen het speciaal basisonderwijs?

Meervoudige regressieanalyse Balansvaardigheid. Bij het uitvoeren van de meervoudige regressieanalyses is aan de assumpties voldaan. Een meervoudige regressieanalyse is uitgevoerd om de totale balansvaardigheid te voorspellen aan de hand van aandacht, responsinhibitie en schakelen. Deze variabelen blijken geen significante voorspellers op basis van dit onderzoek voor de totale balansvaardigheid ($R^2 = 0.02$; $F(3,3) = 1,22$; $p=0.32$).

Meervoudige regressieanalyse Balvaardigheid. Een meervoudige regressieanalyse is uitgevoerd om de totale balvaardigheid te voorspellen aan de hand van aandacht, responsinhibitie en schakelen. Deze variabelen blijken significante voorspellers op basis van dit onderzoek voor de totale balvaardigheid ($R^2 = 0.36$ $F(3,13) = 4.01$; $p=0.03$). Vanuit de resultaten blijkt dat de voorspelde toename in score op de totale balvaardigheid, 22,82 is per percentielscore op schakelen ($\beta = 0.54$; $t(13) = 2,29$; $p = 0.04$). Responsinhibitie daarentegen blijkt geen significante voorspelde toename te hebben op de totale balvaardigheid ($\beta = 0.22$; $t(13) = 0,93$; $p = 0.37$).

Meervoudige regressieanalyse Verplaatsingsvaardigheid. Een meervoudige regressieanalyse is uitgevoerd om de totale verplaatsingsvaardigheid te voorspellen aan de hand van aandacht, responsinhibitie en schakelen. Deze variabelen blijken geen significante voorspellers op basis van dit onderzoek voor de totale verplaatsingsvaardigheid ($R^2 = -0.04$; $F(3,29) = 0,64$; $p=0.60$).

Regressieanalyse MABC 2. Een meervoudige regressieanalyse is uitgevoerd om de totale percentielscore op de MABC 2 te voorspellen aan de hand van aandacht, responsinhibitie en schakelen. Deze variabelen blijken geen significante voorspellers op basis van dit onderzoek voor de totale percentielscore op de MABC 2 ($R^2 = 0.06$; $F(3,13) = 1,32$; $p=0.311$).

Is er een samenhang tussen het executief functioneren en de motorische vaardigheden voor kinderen met ADHD problematiek?

Meervoudige regressieanalyse Balansvaardigheid. Een meervoudige regressieanalyse is uitgevoerd om de totale balansvaardigheid bij kinderen met ADHD-problematiek te voorspellen aan de hand van aandacht, responsinhibitie en schakelen. Deze variabelen blijken geen significante voorspellers op basis van dit onderzoek voor de totale balansvaardigheid ($R^2 = 0.30$; $F(3,12) = 1,71$; $p=0.22$).

Meervoudige regressieanalyse Balvaardigheid. Een meervoudige regressieanalyse is uitgevoerd om de totale balvaardigheid voor kinderen met ADHD-problematiek te voorspellen aan de hand van aandacht, responsinhibitie en schakelen. Deze variabelen blijken geen significante voorspellers op basis van dit onderzoek voor de totale balvaardigheid ($R^2 = 0.54$; $F(2,3) = 3.90$; $p=0.15$).

Meervoudige regressieanalyse Verplaatsingsvaardigheid. Een meervoudige regressieanalyse is uitgevoerd om de totale verplaatsingsvaardigheid voor kinderen met ADHD-problematiek te voorspellen aan de hand van aandacht, responsinhibitie en schakelen. Deze variabelen blijken geen significante voorspellers op basis van dit onderzoek voor de totale verplaatsingsvaardigheid ($R^2=0.15$; $F(3,12) = 1.90$; $p=0.18$).

Regressieanalyse MABC 2. Een meervoudige regressieanalyse is uitgevoerd om de totale percentielscore op de MABC 2 voor kinderen met ADHD-problematiek te voorspellen aan de hand van aandacht, responsinhibitie en schakelen. Deze variabelen blijken geen significante voorspellers op basis van dit onderzoek voor de totale percentielscore op de MABC 2 ($R^2 = -0.11$; $F(2,3) = 0.76$; $p=0.54$).

Discussie

Dit onderzoek is een van de eerste studies die heeft gekeken naar de samenhang tussen het executief functioneren en de motorische vaardigheden bij kinderen met ADHD in het speciaal basisonderwijs in Nederland. In tegenstelling tot onze hypothese bleek uit de resultaten dat kinderen met ADHD hogere scores behaalden op de onderdelen aandacht, responsinhibitie en schakelen (executief functioneren) in vergelijking met kinderen zonder ADHD. Hoewel we hogere scores hebben gevonden bij kinderen met ADHD dan bij kinderen zonder ADHD, waren deze gemiddelde verschillen niet significant. Wat betreft motorische vaardigheden vertoonden kinderen met ADHD significant hogere scores op de onderdelen dynamische evenwicht (balansvaardigheden) en springen (verplaatsingsvaardigheden) in vergelijking met kinderen zonder ADHD. Er werden voor de kinderen met ADHD geen significante relaties gevonden tussen de executieve en motorische vaardigheden. Voor kinderen zonder ADHD werd er een significante relatie gevonden tussen schakelen en balvaardigheid.

In hoeverre scoren kinderen met ADHD lager op executief functioneren dan kinderen zonder ADHD?

Dit onderzoek vond geen significant bewijs dat kinderen met ADHD slechter functioneren op het gebied van aandacht in vergelijking met kinderen zonder ADHD. Dit resultaat is verrassend gezien de letterlijke vertaling van de naam ADHD als 'aandachtstekortstoornis met hyperactiviteit'. Een mogelijke verklaring voor het resultaat kan worden gevonden in de theorieën van Brown (2013) en Barkley (1997), die aangetoond hebben dat symptomen van ADHD, zoals aandachtsstoornissen, verband houden met onderliggende problemen in de regulatie van gedrag, emoties en motivatie. Volgens deze theorieën is het dus niet zozeer een kwestie van aandachtstekort, maar eerder een regulatiestoornis, waardoor de symptomen verschillend kunnen worden geuit en niet altijd tot een daadwerkelijk aandachtstekort leiden. Dit zou een verklaring kunnen zijn voor het ontbreken van de samenhang tussen aandacht en motorische vaardigheden zoals balans.

Een ander verklaring voor de hoge scores op aandacht voor kinderen met ADHD komt mogelijk door de eenvoudige testen. Onze studie liet namelijk zien dat kinderen met ADHD een

kortere gemiddelde reactietijd hebben dan kinderen zonder ADHD bij het testen voor aandacht. Dit betekent dat kinderen met ADHD sneller reageren op een stimulus gedurende de test. Dit resultaat komt overeen met de verwachtingen vanuit eerder onderzoek, waaruit bleek dat kinderen met ADHD moeite hebben met impulsregulatie en vaker impulsief handelen (Chamberlain & Sahakian, 2007). Deze impulsiviteit vergroot weliswaar de kans op fouten, maar levert over het algemeen een verkorte reactietijd op. Dit geeft voordelen bij eenvoudige taken.

De resultaten van dit onderzoek tonen ook aan dat kinderen met ADHD gelijk of beter presteren op executief functioneren in vergelijking met kinderen zonder ADHD. Deze bevinding staat echter haaks op de bevindingen in de literatuur. Een mogelijke verklaring hiervoor is de afwijkende referentiegroep. De kinderen zonder ADHD behoren ook tot het speciaal basisonderwijs en kunnen bijvoorbeeld kinderen met een autismespectrumstoornis (ASS) omvatten, die eveneens beperkingen vertonen in executief functioneren (Blijd-Hoogewys et al., 2014). Wanneer we naar onze steekproef kinderen in het speciaal basisonderwijs kijken in vergelijking met de normscores, zien we dat alle kinderen in het speciaal basisonderwijs lager scoren dan de normscores. Deze bevindingen zijn belangrijk, omdat ze aangeven dat er mogelijk een bias zit in onze resultaten doordat de steekproef heterogeen is. Een aanzienlijk deel van de kinderen in het speciaal basisonderwijs vertoont namelijk al zwak functioneren op het gebied van aandacht en schakelen. We hebben hierdoor niet goed een onderscheid kunnen maken tussen twee verschillende groepen aangezien dezelfde symptomen passend bij ADHD evengoed onder een andere diagnose konden vallen die ook gekenmerkt werd door o.a. aandacht en schakelen

Een mogelijke verklaring voor de hogere scores op executief functioneren voor kinderen met ADHD kan worden gevonden in de invloed van factoren zoals interesse, inspanning en motivatie. Het is bekend dat kinderen met ADHD hogere niveaus van corticale stimulatie nodig hebben voor succesvolle cognitieve prestaties (Slusarek et al., 2001). Het is zeer waarschijnlijk dat de computerspellen die tijdens dit onderzoek werden gebruikt, meer motivatie, inspanning en opwinding stimuleren. Hierdoor is het mogelijk dat deelnemers met ADHD betere prestaties hebben laten zien tijdens het onderzoek. Mensen met ADHD zijn in staat om specifieke executieve vaardigheden adequaat te laten functioneren, vooral wanneer het gaat om activiteiten waarin ze geïnteresseerd zijn (Brown, 1999). De 'poor orchestration'-theorie van Brown kan een verklaring bieden voor de gevonden

resultaten, waarbij mensen met ADHD zelfstandig en gemotiveerd in staat zijn om op competente wijze deel te nemen aan elke executieve vaardigheid, zoals responsinhibitie. Geconcludeerd kan worden dat de (niet significant) hogere scores op executief functioneren bij kinderen met ADHD in dit onderzoek, mogelijk kunnen worden verklaard door de eenvoudige testen of een hogere motivatie en inspanning vanwege interesse in de computerspellen tijdens de testen. Echter, dit kan niet met zekerheid geconcludeerd worden en dient verder onderzocht te worden.

In hoeverre scoren kinderen met ADHD lager op motorische vaardigheid dan kinderen zonder ADHD?

In dit onderzoek vertonen kinderen met ADHD gemiddeld betere scores op dynamisch evenwicht dan kinderen zonder ADHD. Dynamisch evenwicht is het behouden van balans tijdens het uitvoeren van bewegingen, waarbij statisch evenwicht het behouden van balans is in stilstand. Er is ook een klein verschil gevonden in gemiddelde scores voor het springen (onderdeel van verplaatsingsvaardigheid; zie tabel 3) tussen beide groepen. Er zijn echter geen significante verschillen gevonden tussen de groepen en de totaalscores laten evenmin verschillen zien tussen kinderen met en zonder ADHD. Een mogelijke verklaring hiervoor ligt in de resultaten van de steekproef in vergelijking met de normen. Uit deze resultaten blijkt dat meer dan zeventig procent van onze steekproef problematische balansvaardigheden heeft in het behouden van dynamisch evenwicht, en meer dan de helft heeft ook problemen met het behouden van statisch evenwicht. Daarnaast vertoont minder dan veertig procent problematische vaardigheden bij het uitvoeren van bewegingen. Wat betreft verplaatsingsvaardigheden laten meer dan tachtig procent van onze steekproef problematische motorische vaardigheden zien tijdens het hinkelen en springen. Voor het zijspringen is dit aantal lager, namelijk ongeveer dertig procent, en ook bij het ladderrennen presteert onze steekproef beter, waarbij ongeveer twintig procent problematische motorische vaardigheden vertoont. Binnen de steekproef bevinden zich ook kinderen met Developmental Coordination Disorder (DCD), wat een achterstand in motorische ontwikkeling met zich meebrengt. Bovendien beïnvloeden kinderen met Autism Spectrum Disorder (ASS) de resultaten,

aangezien deze stoornis vaak gepaard gaat met motorische afwijkingen (Ming et al., 2007). Er zijn geen verschillen gevonden tussen deze groepen wat betreft balvaardigheden.

Tegenstrijdig met de voorgaande resultaten zijn de totale prestaties op de andere motorische test (M-ABC2), waarbij de groep kinderen met ernstige motorische vaardigheden kleiner blijkt namelijk 25 procent. 75 procent van de kinderen laat geen motorische problemen zien volgens deze test. De verklaring hiervan ligt mogelijk in het verschil in complexiteit van de opdrachten binnen de beide motorische testen. De PERFFIT test blijkt over het algemeen moeilijker en complexer te zijn voor kinderen met ADHD dan de opdrachten van de M-ABC2. Een verklaring hiervoor kan gevonden worden in de 'Cognitive load theory' van John Sweller (1988). Bij het uitvoeren van taken worden geheugenfuncties belast, met name het werkgeheugen. Wanneer deze te veel informatie of te complexe taken in korte tijd krijgt aangeleverd, kan dit leiden tot cognitieve overbelasting. Hierdoor is het een grotere uitdaging om informatie efficiënt te verwerken en taken uit te voeren.

Is er een samenhang tussen het executief functioneren en de motorische vaardigheden voor kinderen met ADHD problematiek?

Een mogelijke verklaring voor het ontbreken van een verband tussen de voorgenoemde executieve functies en motorische vaardigheden, d.w.z. aandacht en balansvaardigheid, responsinhibitie en balvaardigheid en schakelen en verplaatsingsvaardigheid, is de manier van identificatie en rekruteren van onze steekproef. De groep kinderen met ADHD-problematiek is geïdentificeerd aan de hand van de SDQT, daarnaast zaten alle deelnemers op het speciaal basisonderwijs. Mogelijk heeft dit voor bias gezorgd aangezien binnen de steekproef waarin alle kinderen op het speciaal basisonderwijs zitten en hier veelal sprake is van comorbide gedragsproblemen en gedragsstoornissen. Hierdoor ontstond de vraag of er daadwerkelijk sprake is geweest van een controlegroep. De co-morbiditeit kan de verschillende resultaten tussen beide groepen verhuld hebben. Zo blijken kinderen met ADHD en kinderen met autisme een grote overlap te vertonen in executief functioneren (Bühler et al., 2011). Ondanks dat de analyses tussen de totale steekproef en de normwaarden voor executief functioneren en motorische vaardigheden (bijlage 1), niet van tevoren zijn vastgelegd en dus ook niet vanuit het

theoretisch kader te herleiden zijn en we voorzichtig en terughoudend moeten zijn met onze interpretaties, zijn de resultaten wel interessant. Vanuit deze resultaten lijkt zichtbaar te worden dat meer kinderen in het speciaal basisonderwijs problemen ervaren bij het executief functioneren en motorische vaardigheden, dan alleen de kinderen met ADHD. Echter, dit onderzoek biedt geen definitieve bewijzen hiervoor en verder onderzoek is vereist om deze stelling te onderzoeken.

Een onverwachts significant verband werd gevonden tussen schakelen en balvaardigheid. Een mogelijke verklaring zou kunnen zijn dat schakelen en balvaardigheid elkaar kunnen beïnvloeden in bijvoorbeeld activiteiten waarbij snel denken en snelle bewegingen vereist zijn, zoals bij balspelen. De verschillende afstanden en spelers vragen om een voortdurende shift van aandacht. Een interventie (Westendorp et al., 2014) gericht op het versterken van de cognitieve flexibiliteit met behulp van balvaardigheden leverde echter beperkt resultaat op. De verklaring voor de verbanden blijft dus uiterst speculatief.

Limitaties

Dit onderzoek kent enkele beperkingen door de motivatie van kinderen, de lage reactietijden, de COVID invloed en de keuze van de controlegroep. Hieronder volgt een korte toelichting:

Tijdens de testafname werd opgemerkt dat een aantal kinderen aangaf geen zin te hebben in het uitvoeren van de tests, zowel op het gebied van motorische vaardigheden als executief functioneren. Deze tegenzin leek vaak samen te gaan met lagere prestaties in beide domeinen. Dit betrof niet alleen kinderen met ADHD-problematiek. Het is belangrijk om te onderzoeken of dit voortkwam uit frustratie en onbekwaamheid bij het uitvoeren van de taken, of dat het puur te wijten was aan tegenzin. In het laatste geval zou dit een nadeel zijn, aangezien het slechts een momentopname betreft. De testmomenten duurden gemiddeld 60 minuten, wat zeer intensief is voor kinderen, vooral die binnen het speciaal basisonderwijs met ADHD-problematiek. Dit maakt herhaling van de tests moeilijk uitvoerbaar. Om negatieve invloed op de resultaten van deze groep kinderen zo veel mogelijk te beperken en de nauwkeurigheid van de uitkomsten te waarborgen, is bij een aantal gevallen gekozen voor een nieuw testmoment of kortere testmomenten.

Een ander opvallend aspect dat naar voren kwam bij de analyse van de resultaten was het aantal kinderen met lage gemiddelde reactietijden in combinatie met een hoog aantal fouten bij het executief functioneren. Deze groep kinderen vertoonde snelle reactietijden, maar maakte te veel fouten, wat resulteerde in lagere scores. Het is de vraag of dit te wijten was aan de moeilijkheidsgraad van de test, waarbij de kinderen de taken als te complex hebben ervaren, of dat het opnieuw een uiting was van frustratie en gebrek aan focus en concentratie binnen deze groep. De resultaten bieden hierover geen duidelijkheid, maar tijdens de testobservaties ontstond wel twijfel hieromtrent. Aangezien er drie verschillende testafnemers waren betrokken bij de testmomenten voor elke twee kinderen, werden dit soort observaties opgemerkt en vastgelegd, wat heeft geleid tot het identificeren van dit twijfelpunt binnen het onderzoek en het openen van mogelijkheden voor reflectie en een mogelijk aandachtspunt voor toekomstig onderzoek.

Bovendien vonden de tests plaats tijdens een periode waarin er risico was op COVID-19-besmettingen, wat resulteerde in extra beperkingen. Veel scholen weigerden deelname van kinderen tijdens de uitvoering van dit onderzoek. Hierdoor werden minder kinderen in het onderzoek opgenomen, wat resulteerde in een kleine steekproef. Bovendien werd de beschikbare testtijd verkort. Toekomstig onderzoek moet zich daarom richten op het verkrijgen van meer data binnen het speciaal basisonderwijs wanneer deze beperkingen niet langer aan de orde zijn.

Als laatste moet de beperking van de controlegroep worden benadrukt. In dit onderzoek werd de resterende groep kinderen binnen het speciaal basisonderwijs genomen als controlegroep voor kinderen met ADHD-problematiek. De kinderen in het speciaal basisonderwijs vertonen nog steeds diverse gedragsproblemen en verschillen daarin van kinderen in het reguliere basisonderwijs. Toekomstig onderzoek moet zich richten op het werven van een grotere steekproef van gediagnosticeerde kinderen met ADHD, evenals een grote steekproef van kinderen in het reguliere basisonderwijs. Het betrekken van kinderen uit het regulier basisonderwijs is van belang om de steekproefgrootte te vergroten en daarnaast een controlegroep te hebben met minder comorbide gedragsproblemen en gedragsstoornissen. Op deze wijze kan de bias beperkt worden die aan het begin van dit hoofdstuk besproken is. Het verminderen van bias is van belang om de geldigheid en betrouwbaarheid van onderzoeksresultaten te waarborgen.

Conclusie

Op basis van de resultaten uit deze studie kon niet aangetoond worden dat kinderen met ADHD een verminderde executieve - of motorische vaardigheid hadden. Op de onderdelen dynamisch evenwicht en springen scoorde de kinderen met ADHD zelfs hoger. Ook blijkt er geen significante relatie te bestaan tussen de executieve vaardigen en motorische vaardigheden.

Gezien de eerder beschreven limitaties van het huidige onderzoek en de beschreven resultaten is verder onderzoek nodig om de mechanismen achter deze interactie te begrijpen en om te bepalen welke factoren mogelijk een rol spelen in de relatie tussen executieve functies en motorische vaardigheden. Daarnaast is er in dit onderzoek voornamelijk geredeneerd vanuit de invloed van executief functioneren op motorische vaardigheden, gezien de inclusie van deelnemers met ADHD in de onderzoeksgroep. Desalniettemin bestaat er ook een mogelijke tegenovergestelde richting van de relatie. Toekomstig onderzoek zal zich ook mogelijk kunnen richten op het vaststellen van een mogelijk oorzakelijk verband door middel van interventiestudies die gericht zijn op motorische of executieve vaardigheden.

Referenties

- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed.). <https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425596>
- Barkley, R. A. (Ed.). (2015). *Attention-deficit hyperactivity disorder: A handbook for diagnosis and treatment* (4th ed.). The Guilford Press.
- Barkley R. A. (1997). Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological bulletin*, 121(1), 65–94. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.121.1.65>
- Best, J. R., Miller, P. H., & Naglieri, J. A. (2011). Relations between Executive Function and Academic Achievement from Ages 5 to 17 in a Large, Representative National Sample. *Learning and individual differences*, 21(4), 327–336. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2011.01.007>
- Blijd-Hoogewys, E. M. A., Bezemer, M. L., & Van Geert, P. L. C. (2014). Executive functioning in children with ASD: An analysis of the BRIEF. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 44, 3089-3100. DOI: 10.1007/s10803-014-2176-9
- Brown, T.E. (2013). *A New Understanding of ADHD in Children and Adults: Executive Function Impairments* (1st ed.). *Routledge*. <https://doi.org/10.4324/9780203067536>
- Brown, T. E. (2005). *Attention deficit disorder : the unfocused mind in children and adults* (Ser. Yale university press health & wellness). Yale University Press.
- Brown, T. E. (1999). Does ADHD diagnosis require impulsivity-hyperactivity? A response to Gordon & Barkley. *ADHD. Report*, 7(6), 1-8.
- Bühler, E., Bachmann, C., Goyert, H., Heinzl-Gutenbrunner, M., & Kamp-Becker, I. (2011). Differential diagnosis of autism spectrum disorder and attention deficit hyperactivity disorder by means of inhibitory control and ‘theory of mind’. *Journal of autism and developmental disorders*, 41, 1718-1726.

- Cairney, J., Veldhuizen, S., & Szatmari, P. (2010). Motor coordination and emotional-behavioral problems in children. *Current opinion in psychiatry*, 23(4), 324–329. <https://doi.org/10.1097/YCO.0b013e32833aa0aa>
- Carlson, N. R. (2012). *Physiology of Behaviour, plus MyPsychLab with Pearson EText*. Pearson/Education.
- Chamberlain, S. R., & Sahakian, B. J. (2007). The neuropsychiatry of impulsivity. *Current opinion in psychiatry*, 20(3), 255–261. <https://doi.org/10.1097/YCO.0b013e3280ba4989>
- Cook, C. J., Howard, S. J., Scerif, G., Twine, R., Kahn, K., Norris, S. A., & Draper, C. E. (2019). Associations of physical activity and gross motor skills with executive function in preschool children from lowincome South African settings. *Developmental Science*, 22(5), e12820. <https://doi.org/10.1111/desc.12820>
- Deák, G. O., & Narasimham, G. (2003). Is perseveration caused by inhibition failure? Evidence from preschool children's inferences about word meanings. *J. Exp. Child Psychol.*, 86, 194–222. doi: 10.1016/j.jecp.2003.08.001
- Diamond, A., & Ling, D. S. (2016). Conclusions about interventions, programs, and approaches for improving executive functions that appear justified and those that, despite much hype, do not. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 18, 34-48. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2015.11.005>
- Dwyer, C., & McKenzie, B. E. (1994). Impairment of visual memory in children who are clumsy. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 11, 179–189. <https://doi.org/10.1123/apaq.11.2.179>
- Emck C, Bosscher R, Beek P, Doreleijers T (2009). Gross motor performance and self-perceived motor competence in children with emotional, behavioural, and pervasive developmental disorder: a review. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 51(7): 501-517. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2009.03337.x>
- Fels, I. van der., Wierike, S., te., Hartman, E., Elferink-Gemser, M.T., Smith, J., & Visscher, C. (2015). The relationship between motor skills and cognitive skills in 4-16 year old typically developing children: A systematic review. *Journal of Science and Medicine in Sports* 18, 697-703.

- Fliers, E. A., Franke, B., & Buitelaar, J. K. (2011). Motorische problemen bij kinderen met ADHD. Onderbelicht in de klinische praktijk [Motor problems in children with ADHD receive too little attention in clinical practice]. *Nederlands tijdschrift voor geneeskunde*, *155*(50), A3559
- Fliers, E., Rommelse, N., Vermeulen, S. H. H. M., Altink, M., Buschgens, C. J. M., Faraone, S. V., Sergeant, J. A., Franke, B., & 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*(2), 211–220. <https://doi.org/10.1007/s00702-007-0827-0>
- Goodman, R. & Scott, S. (1999). Comparing the Strengths and Difficulties Questionnaire and the Child Behavior Checklist: Is small beautiful?. *Journal of abnormal child psychology*, *27*(1), 17-24. <https://doi.org/10.1023/a:1022658222914>
- Grün, T., Horn, R., Reiter, A., & Lischetzke, T. (2008). The Kids' Informal Attentional Performance Test (KITAP) as a measure of inattention and impulsivity in elementary school-age children. *Assessment*, *15*(4), 427-439.
- Kuznetsov, E., Vorobyev, A. N., Vorobyeva, E. M., & Kuznetsova, O. A. (2018). Validity and Reliability of the Perceived Exertion and Fitness Scale (PERF-FIT) for Monitoring Cardiorespiratory Fitness in Children. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *15*(2), 318.
- Malone, M. A., & Swanson, J. M. (1993). Effects of methylphenidate on impulsive responding in children with attention-deficit hyperactivity disorder. *Journal of Child Neurology*, *8*(2), 157–163. <https://doi.org/10.1177/088307389300800209>
- Martinussen, R., Hayden, J., Hogg-Johnson, S., & Tannock, R. (2005). A Meta-Analysis of Working Memory Impairments in Children With Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, *44*(4), 377–384. <https://doi.org/10.1097/01.chi.0000153228.72591.73>
- Michel, E., Molitor, S., & Schneider, W. (2018). Differential changes in the development of motor coordination and executive functions in children with motor coordination impairments. *Child*

Neuropsychology, 24(1), 20–45. <https://doi.org/10.1080/09297049.2016.1223282>

- Ming, X., Brimacombe, M., & Wagner, G. C. (2007). Prevalence of motor impairment in autism spectrum disorders. *Brain & development*, 29(9), 565–570. <https://doi.org/10.1016/j.braindev.2007.03.002>
- Mrug, S., Hoza, B., Gerdes, A. C., Hinshaw, S., Arnold, L. E., Hechtman, L., & Pelham, W. E. (2009). Discriminating between children with ADHD and classmates using peer variables. *Journal of attention disorders*, 12(4), 372–380. <https://doi.org/10.1177/1087054708314602>
- Netelenbos, J. B. (1998). *Motorische ontwikkeling van kinderen. Handboek 1: Introductie*. BOOM.
- Ortega, J. F., García-Pinillos, F., Mora-Rodríguez, R., & González-Ravé, J. M. (2016). An Assessment on the Validity and Reliability of the PerF-Fit Rating of Perceived Exertion Scale for Resistance Exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(11), 3219-3225.
- Oseland, L. M., Jensen-Doss, A., Jørgensen, H. A., Rønholt, S., Opheim, A., & Klest, S. K. (2019). Psychometric properties of the Strengths and Difficulties Questionnaire-teacher (SDQ-teacher) in a community sample of Norwegian school-aged children. *PloS one*, 14(2), e0210369.
- Overtoom, C. & Kenemans, J. & Verbaten, M. & Kemner, C. & van der Molen, Maurits & H, Engeland & Buitelaar, Jan & Koelega, H. (2003). Inhibition in children with Attention-deficit hyperactivity disorder: A psychophysiological study of the stop-task. *Journal of Personality and Social Psychology - PSP*.
- Pennington, B. F., & Ozonoff, S. (1996). Executive functions and developmental psychopathology. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, 37, 51-87. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1996.tb01380.x>
- Piek, J. P., & Coleman-Carman, R. (1995). Kinaesthetic sensitivity and motor performance of children with developmental co-ordination disorder. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 37(11), 976–984. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.1995.tb11952.x>

- Piek, J. P., Barrett, N. C., Allen, L. S., Jones, A., & Louise, M. (2005). The relationship between bullying and self-worth in children with movement coordination problems. *The British journal of educational psychology*, 75(Pt 3), 453–463. <https://doi.org/10.1348/000709904X24573>
- Piek, J. P. (2006). *Infant motor development* (Vol. 10). Human Kinetics.
- Rigoli, D., Piek, J. P., Kane, R., & Oosterlaan, J. (2017). An examination of the relationship between motor coordination and executive functions in adolescents. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 59(7), 725-731. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2012.04403.x>
- Rösblad, B., & von Hofsten, C. (1994). Repetitive goal-directed arm movements in children with developmental coordination disorders: Role of visual information. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 11, 190–202.
- Schoemaker, M. M., Ketelaars, C. E. J., van Zonneveld M., Minderaa, R. B., & Mulder T. (2005). Deficits in motor control processes involved in production of graphic movements of children with attention-deficit-hyperactivity disorder. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 47 (6), pp. 390-395. <https://doi.org/10.1017/s0012162205000769>
- Skinner, R. A., & Piek, J. P. (2001). Psychosocial implications of poor motor coordination in children and adolescents. *Human Movement Science*, 20, 73–94. [https://doi.org/10.1016/s0167-9457\(01\)00029-x](https://doi.org/10.1016/s0167-9457(01)00029-x)
- Slusarek, M., Velling, S., Bunk, D., & Eggers, C. (2001). Motivational effects on inhibitory control in children with ADHD. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 40(3), 355–363. <https://doi.org/10.1097/00004583-200103000-00016>
- Smits-Engelsman, B.C.M., Smit, E., Doe-Asinyo, R.X. et al. Inter-rater reliability and test-retest reliability of the Performance and Fitness (PERF-FIT) test battery for children: a test for motor skill related fitness. *BMC Pediatr*, 21, 119 (2021). <https://doi.org/10.1186/s12887-021-02589-0>
- Smits-Engelsman B. C. M., & Niemeijer, A. S. (2010). Movement assessment battery for children, tweede editie (Movement ABC-2). *Ned. Tijdschrift voor Kinderfysiotherapie*, 64, 9–13.

- Smits-Engelsman, B. C. M., Ross, J., Hill, E. L., & Van Der Linde, B. W. (2019). Internal consistency, test-retest reliability and construct validity of the Movement Assessment Battery for Children-2: Short Form (MABC-2 SF) in typically developing children. *Human movement science*, 65.
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257–285. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4
- Theunissen, M., de Wolff, M., Vugteveen, J., Timmerman, M. E., & de Bildt, A. (2019). *Handleiding voor het gebruik van de Strengths and Difficulties Questionnaire bij adolescenten (12-17 jaar) binnen de Jeugdgezondheidszorg: Vragenlijst voor het signaleren van psychosociale problemen*. TNO. <https://repository.tno.nl/islandora/object/uuid%3A1fb0f904-e2df-40e4-ba02-df57527a82b1>
- Tuithof, M., Have, M. ten, Dorselaer, S. van, & Graaf, R.de (2010). *ADHD, gedragsstoornissen en antisociale persoonlijkheidsstoornis. Vóórkomen en gevolgen in de algemene bevolking: resultaten van NEMESIS-2*. Utrecht: Trimbos-instituut.
- Vaessen, W., & Kalverboer, A. F. (1990). Clumsy children's performance on a double task. In A. F. Kalverboer (Ed.), *Developmental biopsychology: Experimental and observational studies in children at risk* (pp. 223–240). Ann Arbor, MI: University of Michigan Press.
- Westendorp, M., Houwen, S., Hartman, E., Mombarg, R., Smith, J., & Visscher, C. (2014). Effect of a ball skill intervention on children's ball skills and cognitive functions. *Med. Sci. Sports Exerc*, 46(2), 414

Bijlage 1

Hoe verhouden het executief functioneren en motorische vaardigheden zich bij kinderen op het speciaal basisonderwijs t.o.v. de normwaarden?

Aanvullend op de analyses voor aandacht, responsinhibitie en schakelen voor kinderen met en zonder ADHD problematiek, is gekeken of de gehele steekproef van kinderen binnen het speciaal basisonderwijs, aan de hand van de normwaarden van de test zwak of gemiddeld tot goed executief functioneren (tabel 6). Hetzelfde geldt voor de motorische vaardigheden balans-, bal- en verplaatsingsvaardigheid (tabel 7 en 8).

Executief functioneren (%)	Aandacht			Respons-	Schakelen
	Met afleiding	Zonder afleiding	Totaal	inhibitie	Totaal
Zwakke executief functioneren	46.2	48.7	48.7	13.2	41.0
Gemiddeld tot goed executief functioneren	53.8	51.3	51.3	84.2	56.4

Tabel 6: percentage van de steekproef kinderen op het speciaal onderwijs met zwakke en gemiddeld/goed executief functioneren volgens de normwaarden.

Motorische vaardigheden (%)	Balans vaardigheden		Balvaardigheden
	<i>Dynamische evenwicht</i>	<i>Statische evenwicht</i>	<i>Gooien en vangen</i>
Problematische motorische vaardigheden	71.8	56.4	38.9
Gemiddelde tot goede motorische vaardigheden	15.4	33.3	61.1

Tabel 7: percentage van de steekproef kinderen op het speciaal onderwijs met problematische en gemiddelde motorische vaardigheden in balansvaardigheden en balvaardigheden volgens de normwaarden.

Motorische vaardigheden (%)	Verplaatsings- vaardigheden					
	<i>Ladder- stappen</i>	<i>Ladder- rennen</i>	<i>Hinkelen (links)</i>	<i>Hinkelen (rechts)</i>	<i>Springen</i>	<i>Zijspringen</i>
Problematische motorische vaardigheden	5.1	20.5	84.6	82.1	89.7	30.8
Gemiddelde tot goede motorische vaardigheden	53.8	35.9	5.1	7.7	-	56.4

Tabel 8: percentage van de steekproef kinderen op het speciaal onderwijs met problematische en gemiddelde motorische vaardigheden in verplaatsingsvaardigheden volgens de normwaarden.

Totaal M-ABC2. 25.6% van de kinderen op het speciaal onderwijs die deelnamen, heeft ernstige problematische motorische vaardigheden of zelfs DCD problematiek. 74.4% laat geen motorische problemen zien volgens de M-ABC2.