Globale en specifieke relaties tussen executieve functies en motorische vaardigheden bij kinderen met en zonder een Autisme Spectrum Stoornis

Global and specific relationships between executive functions and motor skills in children with and without an Autism Spectrum Disorder

Marlie Vos (S3672212)
Masterthesis Pedagogische Wetenschappen (track: Orthopedagogiek)
Faculteit der Gedrags- en Maatschappijwetenschappen, Rijksuniversiteit Groningen
Thesisbegeleider: Dr. Suzanne Houwen
Tweede beoordelaar: Prof. dr. Anna Lichtwark-Aschoff
Februari 2022
Aantal woorden: 10060

Samenvatting

Naast beperkingen in executieve functies (EFs) wordt een Autisme Spectrum Stoornis (ASS) regelmatig geassocieerd met motorische problemen. Vermoedelijk bestaat er een samenhang tussen EFs en motorische vaardigheden bij kinderen met ASS, maar er is nog weinig onderzoek naar deze relatie gedaan bij kinderen met ASS. Het doel van het huidige onderzoek was daarom om inzicht te krijgen in (1) de globale relatie tussen het executief functioneren (EF) en motorische vaardigheden en (2) de specifieke relaties tussen verschillende EFs en motorische vaardigheden bij kinderen met en zonder ASS. De onderzoekspopulatie bestond uit 65 kinderen met ASS (53 jongens, 81.5%; $M_{leeftijd}$ = 13;7 jaar, $SD_{leeftijd}$ = 1;1 jaar) en 67 kinderen zonder ASS (54 jongens, 80.6%; $M_{leeftijd}$ =12;11 jaar, $SD_{leeftijd}$ = 1;1 jaar) in de leeftijd van 10 tot 15 jaar. EF is gemeten met de oudervragenlijst Behaviour Rating Inventory of Executive Function en de motorische vaardigheden zijn gemeten met de Movement Assessment Battery for Children - Second Edition. Uit de resultaten is gebleken dat kinderen met ASS significant slechter scoren op alle EFs en motorische vaardigheden dan kinderen zonder ASS, met uitzondering van handvaardigheid. Verder leek er bij zowel kinderen met ASS als kinderen zonder ASS geen sprake te zijn van een globale relatie tussen EF en motorische vaardigheden dan wel van specifieke relaties tussen verschillende EFs en motorische vaardigheden. Voor vervolgonderzoek wordt aanbevolen om zowel prestatiegerichte testen als een vragenlijst te hanteren om het EF in kaart te brengen en beide te relateren aan motorische vaardigheden. Verder wordt er aanbevolen om de psychometrische kwaliteit van de MABC-2 bij kinderen met ASS te onderzoeken en meer meisjes in de steekproef te betrekken.

Trefwoorden: executieve functies; motorische vaardigheden; Autisme Spectrum Stoornis; kinderen; jongeren

Abstract

In addition to problems with executive functions (EFs), an Autism Spectrum Disorder (ASD) is regularly associated with motor problems. Presumably, there is an association between EFs and motor skills in children with ASD, but little research has been done with regard to this relationship in children with ASD. Therefore, the aim of the present study was to gain insight into (1) the global relationship between executive functioning (EF) and motor skills and (2) the specific relationships between different EFs and motor skills in 10- to 15-year-old children with and without ASD. The study sample consisted of 65 children with ASD (53 boys, 81.5%; M_{age} = 13;7 years, SD_{age} = 1;1 years) and 67 children without ASD (54 boys, 80.6%; M_{age} =12;11 years, SD_{age} = 1;1 years). EF was measured with the parental version of the Behavior Rating Inventory of Executive Function and motor skills were measured with the Movement Assessment Battery for Children - Second Edition. The results showed that children with ASD performed significantly worse on all EFs and motor skills than children without ASD, except for manual dexterity. In addition, there seemed to be no global relationship between EF and motor skills nor specific relationships between different components of EF and motor skills in both children with ASD and children without ASD. For further research, it is recommended to use both performance-based tests and a questionnaire to measure EF and relate both to motor skills. In addition, it is recommended to investigate the psychometric properties of the MABC-2 in children with ASD and to include more girls in the sample.

Keywords: executive functions; motor skills; Autism Spectrum Disorder; children; youth

Globale en specifieke relaties tussen executieve functies en motorische vaardigheden bij kinderen met en zonder een Autisme Spectrum Stoornis

In de DSM-5 (Diagnostic Statistical Manual of Mental Disorders, 5e editie) staat een Autisme Spectrum Stoornis (ASS) beschreven als een stoornis waarbij er blijvende tekortkomingen zijn in de sociale communicatie en interactie. Verder is er sprake van beperkte interesses en repetitieve gedragingen. De symptomen zijn vanaf de vroegste kindertijd te herkennen en kunnen tot significante tekortkomingen in het sociale of beroepsmatige functioneren leiden (American Psychiatric Association, 2013). Naast de hiervoor genoemde kenmerken wordt ASS regelmatig geassocieerd met motorische problemen (bijv. Fournier et al., 2010; Fuentes, 2010) en beperkingen in het executief functioneren (EF)[1] (Demetriou et al., 2018; Mason et al., 2020). Eerdere onderzoeken hebben bijvoorbeeld aangetoond dat kinderen met ASS een verminderde evenwicht en handvaardigheid hebben en meer moeilijkheden ervaren met werpen en vangen van objecten dan hun leeftijdsgenoten (Ament et al., 2015; Liu & Breslin, 2013; Whyatt & Craig, 2012, 2013). Verder hebben onderzoeken laten zien dat kinderen met ASS vaker problemen hebben met de executieve functies (EFs) cognitieve flexibiliteit (McCrimmon et al., 2011; Russo et al., 2007), planning (McCrimmon et al., 2011, Pennington & Ozonoff, 1996), inhibitie (Tsai et al., 2011) en werkgeheugen (Russo et al., 2007) dan hun leeftijdsgenoten. Vermoedelijk bestaat er een samenhang tussen EFs en motorische vaardigheden bij kinderen met ASS omdat verschillende ontwikkelingsdomeinen sterk samenhangen bij kinderen met een atypische ontwikkeling (Dyck et al., 2006; Martin et al., 2010). Er is echter nog weinig onderzoek naar deze relatie gedaan bij kinderen met ASS. Het doel van het huidige onderzoek is daarom om inzicht te krijgen in de globale relatie tussen EF en motorische vaardigheden en specifieke relaties tussen verschillende EFs en motorische vaardigheden bij kinderen met en zonder ASS tussen de 10 en 15 jaar.

De samenhang tussen EF en motorische vaardigheden wordt op verschillende manieren ondersteund in de literatuur. Embodied cognition is een verzameling van theorieën die deze relatie verklaart (Barsalou, 1999; Koziol et al., 2012). Volgens dit theoretisch perspectief vindt de cognitieve ontwikkeling, waaronder EF, plaats in de context van de

[1] In de literatuur bestaat geen universele definitie van EF, maar de meeste onderzoekers zijn het erover eens dat EF een verzameling van onderling samenhangende hogere-orde cognitieve processen is die nodig zijn voor probleemoplossend denken en doelgericht handelen, zoals bijvoorbeeld werkgeheugen, cognitieve flexibiliteit, inhibitie en planning (Koziol & Barker, 2013; Carlson et al., 2013; Grob et al., 2018).

lichamelijke interactie van het individu met diens sociale en fysieke omgeving (Loeffler, et al., 2016; Smith & Gasser, 2005). Als kinderen een nieuwe motorische vaardigheid, zoals bijvoorbeeld springen, aanleren dan ontwikkelen kinderen nieuwe manieren om met de omgeving om te gaan en op die manier kunnen kinderen over/van de omgeving om hun heen leren. Verder worden EFs gerelateerd aan motorische vaardigheden omdat verschillende gebieden van het brein, zoals de prefrontale cortex en het cerebellum, bij zowel motorische- als EF-taken worden geactiveerd (Diamond, 2000; Koziol et al., 2012). Daarnaast is het bekend dat kinderen met motorische problemen, zoals Development Coordination Disorder (DCD), ook problemen ervaren met EF (Leonard, et al., 2015; Molitor, et al., 2015). Andersom geldt hetzelfde, kinderen met problemen in EF hebben vaak moeilijkheden met motorische vaardigheden (Diamond, 2000), zoals kinderen met ASS (St. John et al., 2016) of kinderen met ADHD (Brossard-Racine et al., 2011).

Zoals eerder vermeld zijn er weinig studies gedaan naar de relatie tussen EF en motorische vaardigheden bij kinderen met ASS en daarom is er nog weinig bekend over het wel of niet bestaan van een globale relatie tussen EF en motorische vaardigheden bij kinderen met ASS (Hilton et al., 2014). Hilton en collega's (2014) hebben als een van de weinigen onderzoek gedaan naar deze relatie bij kinderen met ASS in de leeftijd van 6 tot 14 jaar en vonden geen significante globale relatie tussen EF en motorische vaardigheden. De kleine steekproefomvang van 7 kinderen is echter een beperking voor de generaliseerbaarheid (Agresti & Finlay, 2009) en daarom is verder onderzoek naar deze relatie in een grotere steekproef van belang.

Naast meer inzicht in de globale relatie tussen EF en motorische vaardigheden, is het relevant om te onderzoeken of er ook sprake is van relaties tussen specifieke EFs en specifieke motorische vaardigheden bij kinderen met ASS. Hilton en collega's (2014) hebben naast de globale relatie tussen EF en motorische vaardigheden ook specifieke relaties tussen verschillende componenten van EFs (inhibitie, flexibiliteit, emotieregulatie, initiatief nemen, werkgeheugen, plannen en organiseren, ordelijkheid en netheid en gedragsevaluatie) en motorische vaardigheden (fijne en grove motorische vaardigheden) bij 7 kinderen met ASS in de leeftijd van 6 tot 14 jaar onderzocht. Zij vonden wel een significant sterke negatieve correlatie tussen metacognitie (bestaande uit de EFs initiatief nemen, werkgeheugen, plannen en organiseren, ordelijkheid en netheid en gedragsevaluatie) en de algehele motorische vaardigheden, waaruit blijkt dat wanneer de scores op metacognitie slechter waren, de motorische vaardigheden ook slechter waren, en niet tussen gedragsregulatie (bestaande uit

de EFs inhibitie, flexibiliteit en emotieregulatie) en de algehele motorische vaardigheden. Verder hebben Carvalho en collega's (2020) onderzoek gedaan naar deze relatie bij 18 kinderen met ASS in de leeftijd van 9 tot 13 jaar. Zij hebben EF in termen van cognitieve flexibiliteit en selectieve en afwisselende aandachtprestaties in kaart gebracht en de motorische vaardigheden in termen van handvaardigheid, mikken en vangen en balans. In dit onderzoek was sprake van significante, sterke tot zeer sterke, positieve correlaties tussen alle gemeten EFs en motorische vaardigheden, waaruit blijkt dat wanneer de scores op de EFs beter waren, de motorische vaardigheden ook beter waren. Schurink en collega's (2012) hebben de relatie tussen EF en motorische vaardigheden bij 28 kinderen met een Pervasieve Ontwikkelingsstoornis Niet Anderszins Omschreven (PDD-NOS) met een leeftijd tussen de 7 en 12 jaar onderzocht en zij vonden ook specifieke relaties. Echter hebben zij hebben slechts één component van EF, namelijk het planningsvermogen, onderzocht. De motorische vaardigheden hebben zij in termen van handvaardigheid, mikken en vangen en balans in kaart gebracht. In dit onderzoek werden wel significante matig tot sterke negatieve correlaties tussen handvaardigheid en planningsvermogen en balans en planningsvermogen gevonden, maar er werd geen significante correlatie gevonden tussen mikken en vangen en het planningsvermogen.

De hiervoor beschreven literatuur suggereert het bestaan van specifieke relaties tussen verschillende EFs en motorische vaardigheden bij kinderen met ASS. Omdat er nog maar weinig studies naar de relaties tussen EFs en motorische vaardigheden bij kinderen met ASS zijn gedaan, de bestaande onderzoeken slechts enkele componenten van EF in kaart hebben gebracht en de generaliseerbaarheid van de resultaten beperkt is vanwege de kleine steekproeven is verder onderzoek nodig (Schurink et al., 2012; Hilton et al., 2014; Carvalho et al., 2020). In het huidige onderzoek worden daarom zowel globale als specifieke relaties onderzocht bij kinderen met ASS in een grotere steekproef waarbij verschillende aspecten van EF en motorische vaardigheden mee worden genomen. Het onderzoeken of er een globale relatie bestaat en welke specifieke relaties er zijn tussen verschillende EFs en motorische vaardigheden bij kinderen met en zonder ASS is belangrijk omdat dit gevolgen kan hebben voor motorische- en EF-trainingen en interventieprogramma's voor kinderen en jeugd. Indien er relaties tussen specifieke componenten van EF en motorische vaardigheden bestaan, kunnen passende interventieprogramma's ontwikkeld worden om zowel EFs als motorische vaardigheden bij kinderen te bevorderen (Van der Fels et al., 2015). Ook kan er

doelgerichter vorm worden gegeven aan deze cognitief-motorische interventieprogramma's en dit kan mogelijk bijdragen aan de effectiviteit daarvan (Stöckel & Hughes, 2016).

Het is verder relevant om de sterkte van de relaties tussen EFs en motorische vaardigheden bij kinderen met en zonder ASS te vergelijken, omdat dit in toekomstige onderzoeken informatie kan bieden bij het in kaart brengen van onderliggende processen (Gandotra, et al., 2021). Er zijn meerdere onderzoeken gedaan naar de relatie tussen EFs en motorische vaardigheden bij kinderen zonder ASS. Gandotra en collega's (2021) hebben recent een meta-analyse uitgevoerd bij kinderen zonder ASS in de leeftijd van 3 tot 12 jaar om de globale relatie en specifieke relaties tussen verschillende componenten van EFs (inhibitie, werkgeheugen en cognitieve flexibiliteit) en motorische vaardigheden (balans, handvaardigheid, verplaatsvaardigheden en balvaardigheden) te onderzoeken. De meta-analyse omvatte gegevens van 4.866 kinderen, afkomstig uit 32 onderzoeken. Deze resultaten lieten een significante zwak positieve globale relatie tussen EF en motorische vaardigheden zien. Verder werden er significant zwakke correlaties tussen handvaardigheid en de drie EF-componenten, tussen balans en de drie EF-componenten en tussen verplaatsvaardigheden en het werkgeheugen gevonden. Er werden geen significante correlaties tussen verplaatsvaardigheden en zowel inhibitie als cognitieve flexibiliteit en tussen balvaardigheden en zowel inhibitie, als werkgeheugen als cognitieve flexibiliteit gevonden. Deze relaties tussen EFs en motorische vaardigheden zouden sterker kunnen zijn bij kinderen met een atypische ontwikkeling, vanwege sterkere afhankelijkheden tussen neurocognitieve processen door een verminderde neurologische rijping en neurologische afwijkingen (Dyck et al., 2006; Martin et al., 2010). Zo blijkt dat kinderen met ASS een verminderde activiteit hebben in de frontale, temporale en cerebellaire regio's (Belmonte et al., 2004, Courchesne, 2004) en met name in neuronale circuits die deze hersenregio's verenigen en die belangrijk zijn voor de uitvoering van fijne motoriek. Ook zijn beperkingen in het cerebellum en de basale ganglia kenmerkend voor problemen in de motorische controle en voor ASS (Damasio et al., 1987; Schmahmann, 1994; Beversdorf et al., 2001; Allen et al., 2004; Mostofsky et al., 2009; Qiu et al., 2010). Verder is gesuggereerd dat neurologische rijping een factor kan zijn die bijdraagt aan de relatie tussen EF en de motorische vaardigheden van kinderen (Dyck et al., 2009; Roebers et al., 2014). De relatie tussen EF en de motorische vaardigheden bij kinderen met ASS kan dus mogelijk het gevolg zijn van variaties in neurologische rijping of neurologische afwijkingen. Ondersteuning voor dit idee komt van onderzoek bij kinderen met neurologische ontwikkelingsstoornissen zoals ontwikkelingscoördinatiestoornis (DCD) en

ASS, waaruit blijkt dat er een aanzienlijke comorbiditeit bestaat tussen beperkingen in EF en beperkingen in de motorische vaardigheden (Diamond, 2000; Hill, 2001). Martin en collega's (2010) hebben gesuggereerd dat een relatie tussen complexe bewegingen en cognitieve processen gevonden kan worden bij zowel kinderen met een atypische ontwikkeling als kinderen met een leeftijdsadequate ontwikkeling vanwege gedeelde neurale substraten voor complexe bewegingen en cognitieve processen, maar dat een relatie tussen simpelere bewegingen en cognitieve processen alleen gevonden zal worden bij kinderen met een atypische ontwikkeling, gebaseerd op onderliggende beperkingen in de neurologische ontwikkeling**.** Simpele bewegingen zijn namelijk grotendeels automatisch geworden bij kinderen met een leeftijdsadequate ontwikkeling en vereisen daarom minimale cognitieve input van een hoger niveau, terwijl kinderen met een atypische ontwikkeling bij simpele bewegingen nog wel cognitieve input van een hoger niveau nodig hebben (Martin et al., 2010).

In de meeste studies die onderzoek hebben gedaan naar de relatie tussen EFs en motorische vaardigheden is er gebruik gemaakt van prestatiegerichte EF testen, waarbij onder gestandaardiseerde procedures taken bij kinderen worden afgenomen (Brown & Lalor, 2009; Toplak, et al., 2013). EF kan echter ook gemeten worden met vragenlijsten, zoals bijvoorbeeld de Behavior Rating Inventory of Executive Function (Huizinga & Kamp; Smidts, 2012), waarbij de ouders/verzorgers informatie geven over de moeilijkheden die een kind ondervindt bij het uitvoeren van dagelijkse taken waarbij EF gebruikt wordt. Prestatietesten en vragenlijsten meten elk een ander construct van EF (Toplak et al., 2013; Ten Eycke & Dewey, 2015). Prestatie-gerelateerde EF testen meten vaak hoe snel en nauwkeurig een kind een EF-taak uitvoert, terwijl vragenlijsten het behalen van doelen in het dagelijks leven waar EF bij wordt gebruikt inzichtelijk maken en dus een grotere ecologische validiteit hebben (Schoemaker et al., 2007; Toplak et al., 2013). Het is dus mogelijk dat de manier van meten van EF de relatie tussen EF en motorische vaardigheden beïnvloedt, omdat beide typen metingen verschillende niveaus van onderliggende mentale constructen meten (Toplak et al., 2013; Ten Eycke & Dewey, 2015). Aangezien de meeste onderzoeken die de relatie tussen EF en motorische vaardigheden hebben onderzocht bij kinderen met ASS, voornamelijk gebaseerd zijn op prestatiegerelateerde testen (bijv. Carvalho, et al., 2020; Schurink et al., 2012) is er nog weinig bekend of en hoe motorische vaardigheden gerelateerd kunnen zijn aan EF in het dagelijks leven. Het aanpakken van dit probleem is met name relevant bij kinderen met een atypische ontwikkeling, zoals ASS, waar de beoordeling van

EF door prestatie-gerelateerde testen een uitdaging is, aangezien variabelen zoals een beperkte aandacht en motivatie de resultaten kunnen beïnvloeden (Nilsen, et al., 2016). In dit onderzoek wordt daarom gebruik gemaakt van een vragenlijst om EF in kaart te brengen.

Het doel van het huidige onderzoek is om inzicht te krijgen in de globale relatie en de specifieke relaties tussen verschillende EFs (inhibitie, flexibiliteit, emotieregulatie, initiatief nemen, werkgeheugen, plannen en organiseren, ordelijkheid en netheid en gedragsevaluatie) en motorische vaardigheden (handvaardigheid, mikken en vangen en balans) bij kinderen met en zonder ASS in de leeftijdsgroep van 10 en 15 jaar. Daarnaast worden groepsverschillen tussen kinderen met en zonder ASS in scores op EF en motorische vaardigheden onderzocht voordat de bovengenoemde onderlinge relaties worden onderzocht, om de eerdere onderzoeksbevindingen met betrekking tot beperkingen in EF en motorische vaardigheden bij kinderen met ASS in de huidige onderzoeksgroep te repliceren en de relaties te kunnen duiden. In dit onderzoek worden kinderen tussen de 10 en 15 jaar meegenomen, omdat er nog weinig onderzoek is gedaan naar de relatie tussen EFs en motorische vaardigheden in deze leeftijdscategorie, terwijl zowel EF als motorische vaardigheden zich door ontwikkelen tot in de adolescentie/jong volwassenheid (Van der Fels et al., 2015; Anderson et al., 2001; Diamond, 2000). De volgende onderzoeksvragen volgen hieruit: (1) Wat is het verschil in scores op EF bij kinderen met en zonder ASS? (2) Wat is het verschil in prestaties in motorische vaardigheden bij kinderen met en zonder ASS? (3) Wat is de globale relatie tussen EF en motorische vaardigheden bij kinderen met en zonder ASS? (4) Wat is het verschil in sterkte van de globale relatie tussen EF en motorische vaardigheden bij kinderen met en zonder ASS? (5) Wat zijn de specifieke relaties tussen verschillende EFs en motorische vaardigheden bij kinderen met en zonder ASS? (6) Wat is het verschil in sterkte van de specifieke relaties tussen verschillende EFs en motorische vaardigheden bij kinderen met en zonder ASS?

Gezien de resultaten uit eerdere onderzoeken wordt er verwacht dat kinderen met ASS slechter presteren op EFs en motorische vaardigheden in vergelijking met kinderen zonder ASS. Daarnaast wordt er op basis van de theoretische en neurologische literatuur (Barsalou, 1999; Koziol et al., 2012; Diamond, 2000) verwacht dat er een globale samenhang bestaat tussen EF en motorische vaardigheden. Verder wordt er verwacht dat er specifieke relaties bestaan tussen de verschillende componenten van EF en motorische vaardigheden bij kinderen met ASS, maar de precieze aard van deze relaties, dus welke EFs en motorische vaardigheden het sterkste met elkaar samenhangen, is nog moeilijk te voorspellen gezien de

beperkte en wisselende resultaten uit eerder onderzoek. Om deze reden worden er geen specifieke hypothesen gevormd en kent het onderzoek hier een exploratief karakter. Tot slot worden er sterkere relaties verwacht bij kinderen met ASS vergeleken met kinderen zonder ASS, vanwege sterkere afhankelijkheden tussen neurocognitieve processen voor EFs en motorische vaardigheden bij kinderen met een atypische ontwikkeling (Dyck et al., 2006; Martin et al., 2010).

Methode

Design

Binnen het huidige cross-sectionele kwantitatieve onderzoek is er gebruik gemaakt van de reeds verzamelde data van een groter internationaal cross-sectioneel onderzoek genaamd de 'Handwriting Study' dat in 2019 is uitgevoerd door onderzoekers van de Faculteit Sociaal Welzijn en Gezondheidswetenschappen van de Universiteit van Haifa (Israël) in samenwerking met de basiseenheid Orthopedagogiek: Leren en Ontwikkelen en het Centrum voor Bewegingswetenschappen van de Rijksuniversiteit Groningen (Van den Bos et al., 2021). Het doel van de Handwriting study was om te onderzoeken welke motorische, sensorische of cognitieve factoren samenhangen met handschriftproblemen bij kinderen met ASS in vergelijking tot kinderen zonder ASS. Binnen de huidige studie is de focus gelegd op de globale relatie tussen EF en motorische vaardigheden en de specifieke relaties tussen EFs en motorische vaardigheden bij kinderen met en zonder ASS.

Steekproef

De oorspronkelijke steekproef van de Handwriting Study bestond uit 134 kinderen. De uiteindelijke steekproef voor het huidige onderzoek bestond uit 132 kinderen, omdat voor twee kinderen de EF-gegevens niet gebruikt konden worden. Er waren 65 kinderen met ASS (53 jongens; 81.5%) en 67 kinderen zonder ASS (54 jongens; 80.6%). De groep kinderen met ASS hadden een gemiddelde leeftijd van 13 jaar en 7 maanden (SD=1 jaar en 1 maanden) en de kinderen zonder ASS hadden een gemiddelde leeftijd van 12 jaar en 11 maanden (SD=1 jaar en 1 maanden). Verder hadden alle kinderen een IQ van boven de 80. Het IQ was gebaseerd op de resultaten van de verkorte Nederlandse Intelligentietest voor Onderwijsniveau (NIO; van Dijk, 2018).

De groep kinderen met ASS zijn gediagnostiseerd met een ASS-diagnose volgens de DSM-V of zijn gediagnostiseerd met een autisme, Pervasieve Ontwikkelingsstoornis Niet

Anderszins Omschreven (PDD-NOS) of Asperger diagnose volgens de DSM-IV. In de huidige studie hadden 24 kinderen een ASS-diagnose volgens de DSM-V. Verder hadden zeven kinderen de diagnose autisme, 27 kinderen PDD- NOS en zeven kinderen Asperger volgens de DSM-IV. In de huidige studie zijn kinderen bij wie sprake is van comorbide stoornissen ook meegenomen; echter moest ASS wel de hoofddiagnose zijn bij deze kinderen. Hier is voor gekozen omdat dit voor een representatief beeld zorgt van de hele populatie van kinderen met ASS. In de algehele populatie van kinderen met ASS komen namelijk veel bijkomende gedragsstoornissen voor (Brookman-Frazee, et al., 2018). In dit onderzoek was er bij 24 kinderen met ASS sprake van een comorbide stoornis, waarvan 16 kinderen met ADHD, twee kinderen met Developmental Coordination Disorder (DCD), twee kinderen met een hechtingsstoornis, één kind met Gilles de La Tourette, één moeilijk lerend kind (MLK), één kind met dyslexie en één kind met een kloof tussen verbaal- en performale intelligentie. Bij de groep kinderen zonder ASS kwam ook comorbiditeit voor, namelijk zeven kinderen met ADHD, één kind met ADD, één kind met dyslexie.

Meetinstrumenten

De volgende instrumenten zijn gebruikt om het EF en de motorische vaardigheden in kaart te brengen

Behavior Rating Inventory of Executive Function (BRIEF)

Voor het in kaart brengen van het EF heeft één ouder/verzorger de Behavior Rating Inventory of Executive Function (BRIEF; Gioia, et al., 2000) online ingevuld via Qualtrics. Deze vragenlijst bestaat uit 75 stellingen over uiteenlopende gedragingen van het kind ten aanzien van het EF. De stellingen werden door de ouder/verzorger beantwoord met 1 (‘nooit’), 2 (‘soms’) of 3 (‘vaak’). De behaalde scores op de BRIEF items zijn gecategoriseerd in acht subschalen, namelijk: ‘Inhibitie’, ‘Flexibiliteit’, ‘Emotieregulatie’, ‘Initiatief nemen’, ‘Werkgeheugen’, ‘Plannen en organiseren’, ‘Ordelijkheid en netheid’ en ‘Gedragsevaluatie’ (Gioia et al., 2000). Tabel 1 toont voorbeelden van stellingen per subschaal. De ruwe scores van elke subschaal zijn omgezet in leeftijds- en geslachtsgenormeerde T-scores (M = 50, SD = 1,5). Daarnaast kon er een totaalscore verkregen worden die gebaseerd is op de acht subschalen en bruikbaar is als een algemene indicatie voor EF (Gioia et al., 2000). Een lage totaalscore betekent een betere score op EF. Een score lager dan 60 kan gezien worden als *normaal* (in vergelijking met kinderen met

dezelfde leeftijd en hetzelfde geslacht). Een score tussen 60 en 64 betekent *verhoogd/subklinisch* en een score van 65 of hoger betekent *afwijkend/klinisch.*

De BRIEF heeft twee validiteitschalen: Negativiteit en Inconsistentie. De schaal Negativiteit bevat 9 items (Smidts & Huizinga, 2009) en duidt aan of er een opvallend patroon van negatief beantwoorde vragen bestaat (Smidts & Huizinga, 2009). Voor 9 items wordt het aantal items met de score 3 ('vaak') bij elkaar opgeteld. Bij een score van 4 of hoger kan het zijn dat de ouder/verzorger de problemen mogelijk heeft overdreven. In de huidige studie is echter geen gebruik gemaakt van de validiteitschaal Negativiteit, omdat een hoge score op deze schaal ook kan betekenen dat een kind ernstige problemen heeft met EFs. Binnen de huidige steekproef zouden kinderen ernstige problemen kunnen hebben met EFs en daarom zijn ook de vragenlijsten met hoge negativiteitscores (n=12) meegenomen in het onderzoek. De schaal Inconsistentie bestaat uit 10 itemparen. De ruwe scores van 10 items worden met 10 andere items vergeleken die inhoudelijk op elkaar lijken (Gioia et al., 2002) en geeft weer of de ouder/verzorger op een onserieuze manier de vragenlijst heeft ingevuld (Smidts & Huizinga, 2009). De score op de Inconsistentieschaal werd berekend door het verschil tussen de scores op de 10 itemparen te berekenen en de verschillen tussen de itemparen bij elkaar op te tellen. Een score van 8 of hoger kan betekenen dat de uitslag twijfelachtig is. Dit duidt mogelijk aan dat de ouder/verzorger de vragen onsamenhangend heeft beantwoord. In dit onderzoek was er bij twee kinderen sprake van een score van 8 of hoger en daarom zijn deze kinderen niet meegenomen in het onderzoek.

In het huidige onderzoek is gebleken dat de BRIEF een betrouwbare vragenlijst is (75 items; α = .977) en de betrouwbaarheid van de acht subschalen is ook goed bevonden (α =.815 tot α =.929). Uit onderzoek van Gioia en collega's (2000) blijkt ook dat de vragenlijst betrouwbaar is (α =.80 tot α =.98). Daarnaast beoordeelde de COTAN de betrouwbaarheid van de BRIEF als voldoende (NJI, z.d.). De vragenlijst heeft een test-hertest betrouwbaarheid tussen de .61 en .95 (Smidts & Huizinga, 2009), wat betekent dat de vragenlijst een betrouwbaar instrument is. De validiteit is ook voldoende bevonden (Smidts & Huizinga, 2009). De inhoud- en constructvaliditeit voor deze vragenlijst zijn goed (Gioia et al., 2000). Smidts en Huizinga (2009) geven daarnaast aan dat alle subschalen een goede interne consistentie, een hoog tot zeer hoge test-hertest betrouwbaarheid en een goede constructvaliditeit hebben. Ook uit andere onderzoeken blijkt dat de oudervragenlijst betrouwbaar is. Uit onderzoek van Akyurek en Bumin (2018) is namelijk gebleken dat er bewijs was voor een goede interne consistentie (α =. 89), een hoge test-hertest

betrouwbaarheid (r = .78, p =.001) en een goede discriminante validiteit (r = .74, p = .001). In het onderzoek van Qian en Wang (2007) kwam naar voren dat de vragenlijst een test-hertest betrouwbaarheid tussen de .68 en .89 heeft en dat de betrouwbaarheid van de totaalscore en de subschalen goed zijn (α =.74 tot α =.96).

Tabel 1

Voorbeelditems uit de BRIEF

Schaal	Voorbeelditems
Inhibitie	Doet te wild of is onhandelbaar
Flexibiliteit	Raakt van streek als plannen gewijzigd worden
Emotieregulatie	Raakt erg snel overstuur
Initiatief nemen	Begint niet uit zichzelf
Werkgeheugen	Vergeet wat hij/zij aan het doen was
Plannen en organiseren	Onderschat de tijd die nodig is om taken af te krijgen
Ordelijkheid en netheid	Laat troep achter die anderen op moeten ruimen
Gedragsevaluatie	Kent eigen sterke en zwakke punten niet goed

Movement Assessment Battery for Children (Movement-ABC 2)

Voor het in kaart brengen van de motorische vaardigheden is er gebruik gemaakt van de Movement Assessment Battery for Children -2 (MABC-2; Henderson et al., 2007, 2010). Deze test bestaat uit drie subtesten, namelijk ‘handvaardigheid’, ‘mikken en vangen’ en ‘balans’. Voor deze test bestaan drie leeftijdsbanden (3-6 jaar, 7-10 jaar en 11 tot 16 jaar). Voor de kinderen van 10 jaar (n = 4) is er gebruik gemaakt van de testen van leeftijdsband 2 (7-10 jaar) en voor de kinderen van 11 tot en met 15 jaar (n = 128) is er gebruikt gemaakt van de testen van leeftijdsband 3 (11-16 jaar). Voor leeftijdsband 2 bestaat handvaardigheid uit drie items: plaatsen van pinnetjes, een veter rijgen en een schrijfspoor maken; mikken en vangen bestaat uit twee items: een pittenzak met twee handen vangen en een pittenzak op de mat gooien; en balans bestaat uit drie items: balanceren op een plankje, een

koorddansersgang maken en hinkelen op matten. Voor leeftijdsband 3 bestaat handvaardigheid uit drie items: plaatsen van draaipennen, maken van een driehoek met draad en maken van een fietspadspoor; mikken en vangen bestaat uit twee items: het vangen van een pittenzak met een hand en het mikken op een schijf; en balans bestaat uit drie items: balanceren op twee plankjes, een achterwaartse koorddansersgang en zig-zag hinkelen. Voor elk item kreeg het kind een paar oefenpogingen en voor de meeste onderdelen werd de dominante- en de niet-dominante been en hand getest.

Per subtest zijn er scores berekend en er is een totaalscore berekend (gebaseerd op de drie subtesten). De totaalscore kan gebruikt worden als maat voor de algehele motorische vaardigheden, waarbij een hogere score staat voor een betere motoriek. De drie subtesten en de totaalscore zijn omgezet naar leeftijds-genormeerde standaardscores (range 1-19, M = 10, SD = 3) en percentielscores. Een percentielscore score duidt aan hoe een kind in vergelijking met kinderen met dezelfde leeftijd scoort. Een standaardscore van 8 of hoger betekent een percentielscore van 25 of hoger en dat betekent dat er geen problemen zijn. Een standaardscore van 6 of 7 betekent respectievelijk een percentielscore van 9 en 16 en duidt aan dat er een risico voor motorische problemen bestaat. Een standaardscore van 5 of lager betekent een percentielscore van 5 of lager en betekent dat er daadwerkelijke motorische problemen bestaan.

De betrouwbaarheid en de validiteit van dit meetinstrument zijn voldoende voor de totaalscore en de drie subtesten (Henderson et al., 2010). De test-hertest betrouwbaarheid van de MABC-2 is uitgedrukt in een Pearson correlatie van r = .80, wat betekent dat de MABC-2 een voldoende betrouwbaar instrument is (Henderson et al., 2007; Brown & Lalor, 2009; Schoemaker et al., 2012). Onderzoek heeft daarnaast aangetoond dat de MABC-2 (leeftijdsband 2 en 3) betrouwbaar en valide is (Wagner et al., 2011; Valentini et al., 2014). De MABC-2 heeft een goede inter-beoordelaarsbetrouwbaarheid, een goede constructvaliditeit en een goede interne consistentie ($\alpha \geq$ 0,78) (Valentini et al., 2014). In de huidige studie is de betrouwbaarheid van de MABC-2-totaalscore en de subtest mikken en vangen echter twijfelachtig (respectievelijk 8 items; α = .629, 2 items; α = .603). De betrouwbaarheid van de subtesten handvaardigheid en balans is onacceptabel (respectievelijk 3 items; α = .428, 3 items; α = .458). Het verwijderen van een item leidde niet tot een hogere interne consistentie.

Procedure

Door de Ethische commissies van de Faculteit Sociaal Welzijn en Gezondheidswetenschappen van de Universiteit van Haifa en van de afdeling Pedagogische Wetenschappen en Onderwijswetenschappen van de Rijksuniversiteit van Groningen is voorafgaand aan de studie goedkeuring verleend. Ten tijde van het onderzoek in 2019 heeft de hoofdonderzoeker van de Handwriting Study aan verschillende scholen door heel Nederland gevraagd of zij wilden deelnemen aan het onderzoek. De scholen die mee wilden doen aan het onderzoek, hebben ouders schriftelijk geïnformeerd over het onderzoek en gevraagd of ouders het goed vonden dat hun kinderen aan het onderzoek mee gingen doen. Daarna hebben ouders/verzorgers informatiebrieven en toestemmingsformulieren gekregen. Kinderen mochten deelnemen wanneer beide ouders toestemming hadden gegeven.

De ouders/verzorgers hebben de BRIEF ingevuld via Qualtrics. Het invullen van deze vragenlijst kostte ongeveer 10-15 minuten. Daarnaast zijn alle kinderen door getrainde beoordelaars onder schooltijd en in hun eigen schoolomgeving individueel getest op de MABC-2. Verder is er bij alle kinderen in de klas ongeveer een halfuur lang een intelligentieonderzoek, de verkorte Nederlandse Intelligentietest voor Onderwijsniveau (NIO; van Dijk, 2018), afgenomen. Voor het groter overkoepelende onderzoek (Handwriting study) hebben de kinderen naast de MABC-2 ook nog andere testen afgelegd op het gebied van schrijftaken, knijpkracht en visueel-motorische integratie. De afnames van alle testen bij elkaar duurden ongeveer anderhalf uur. Voor de huidige studie is de focus op de BRIEF en de MABC-2 gelegd.

Data-analyse

De scores op de BRIEF en de MABC-2 zijn geanalyseerd met behulp van SPSS-versie 25.0. Voor zowel de kinderen met ASS als de kinderen zonder ASS zijn aan de hand van de beschrijvende statistiek de gemiddelden, standaarddeviaties en maximum en minimum van de scores op de verschillende meetinstrumenten in kaart gebracht. Er is gebruik gemaakt van meerdere onafhankelijke t-toetsen om het verschil in de scores op EF en de motorische vaardigheden tussen beide groepen statistisch te toetsen. De assumpties die gelden bij onafhankelijke t-toetsen, namelijk continue variabelen, onafhankelijke steekproeven en gelijke varianties in beide groepen, zijn gecontroleerd. Wanneer de assumptie van gelijke varianties werd geschonden, werd de rest van de tabel achter "Equal variances not assumed" geïnterpreteerd. De standaardtotaalscore en de standaardscores op de subschalen van de BRIEF en de MABC-2 waren de numerieke onafhankelijke variabelen en het wel of niet hebben van ASS was de categorische onafhankelijke variabele. Er zijn gestandaardiseerde effectgroottes berekend (Cohen's d; Cohen, 1988). De vuistregel van Cohen (2013) is gebruikt om de effectgroottes te interpreteren: $d = .2$ is klein, $d = .5$ is medium en $d \geq .8$ is groot. Het significatieniveau in dit onderzoek was $\alpha = .05$.

Vervolgens zijn door middel van Pearson-correlaties de sterktes van de globale relatie en specifieke relaties tussen alle variabelen berekend, apart voor de groep kinderen met ASS en zonder ASS. De assumpties die gelden bij Pearson correlaties, namelijk lineairiteit, normaliteit, continue variabelen en geen uitbijters, zijn gecontroleerd en niet geschonden (zie Bijlage A en B). Volgens de centrale limietstelling is er aan normaliteit voldaan. De steekproefverdeling van het gemiddelde gaat meer op een normale verdeling lijken, wanneer de steekproefomvang groter wordt (vanaf $n = 30$) (Kwak & Kim, 2017). Er kan dus gesteld worden dat er volgens de centrale limietstelling aan normaliteit is voldaan, omdat er 65 kinderen met ASS en 67 kinderen zonder ASS waren. De Fisher r to z transformatie (Hedges & Olkin, 1985) is gebruikt om te testen of de waargenomen verschillen tussen de resulterende correlatiecoëfficiënten significant waren in het geval van significante correlaties in beide groepen (http://vassarstats.net/rdiff.html). De categorisering van Cohen (1988) is gebruikt om de sterkte van de correlatiecoëfficiënten te interpreteren: $r < .3$ is zwak, $r < .5$ is matig en $r \geq .5$ is sterk. De statistische significantie is vastgesteld op $p < .05$.

Resultaten

Beschrijvende statistiek en groepsverschillen

In Tabel 2 zijn de gemiddelden (*M*), de standaarddeviaties (*SD*) en de range weergeven voor de BRIEF totaalscore, de subschalen van de BRIEF, de MABC-2 totaalscore en de subschalen van de MABC-2, voor de kinderen met en zonder ASS.

Wat betreft de scores op de BRIEF van de groep kinderen met ASS zijn de totaalscores en de scores op de subschalen volgens de normen van de handleiding (Smidts & Huizinga, 2009) verhoogd/subklinisch, met uitzondering van de scores op de subschalen Plannen en organiseren, Ordelijkheid en netheid en Gedragsevaluatie. Deze scores kunnen geïnterpreteerd worden als ‘normaal’. De totaalscores en de scores op de subschalen van de BRIEF van de groep kinderen zonder ASS kunnen geïnterpreteerd worden als ‘normaal’. De resultaten van de onafhankelijke t-toetsen laten zien dat de kinderen met ASS een significant hogere (dat betekent slechtere) totaalscore en significant hogere scores op alle subschalen van de BRIEF behaalden dan de kinderen zonder ASS. De effectgroottes wezen op grote effecten (d = .88 tot d = 1.77), met uitzondering op de subschaal Ordelijkheid en netheid. Hier werd namelijk een klein effect gevonden (d = .38).

Wat betreft de scores op de MABC-2 van de groep kinderen met ASS, kunnen de MABC-2 totaalscore (M = 7.57) en de standaardscore op de subschaal Handvaardigheid (M = 6.37) volgens de normen uit de handleiding (Henderson et al., 2010) geïnterpreteerd worden als ‘risico op motorische problemen’. De standaardscores op de subschalen Mikken en vangen (M = 8.55) en Balans (M = 9.73) kunnen volgens de normen geïnterpreteerd worden als ‘geen problemen’. Wat betreft de scores van de groep kinderen zonder ASS, kunnen de MABC-2 totaalscore (M = 8.96) en de standaardscores op de subschalen Mikken en vangen (M = 10.31) en Balans (M = 11.24) geïnterpreteerd worden als ‘geen problemen’. De standaardscore op de subschaal Handvaardigheid (M = 7.19) kan geïnterpreteerd worden als ‘risico op motorische problemen’. De resultaten van de onafhankelijke t-toetsen laten zien dat kinderen met ASS een significant lagere (dat betekent minder goede prestaties) totaalscore en significante lagere scores op de subschalen van de MABC-2 behaalden dan de kinderen zonder ASS. Er werden medium effecten gevonden (d = -.56 tot d = -.59), met uitzondering van Handvaardigheid. Het verschil in de gemiddelde score voor Handvaardigheid voor kinderen met ASS (M = 6.37; SD = 2.30) en kinderen zonder ASS (M = 7.19; SD = 2.47) was namelijk niet significant t (128) = -1.79, p = .075, d = -.32.

Tabel 2

Centrum- en Spreidingsmaten van de onderzoeksvariabelen van kinderen met en zonder ASS (N=132)

	Kinderen met ASS (*n* = 65)			Kinderen zonder ASS (*n* = 67)			*t-toets*	*p-waarde*	*Effectgrootte d*
	M	SD	Range	M	SD	Range			
EF									
BRIEF totaalscore	62.20	9.80	36-80	48.21	10.7	32-80	8.09***	<0.001	1.41
Inhibitie	60.83	9.63	35-76	51.15	10.7	35-75	5.61***	<0.001	.98
Flexibiliteit	64.29	7.91	41-80	47.85	10.3	32-80	10.22***	<0.001	1.77
Emotieregulatie	61.95	9.53	37-80	49.42	9.95	34-80	7.39***	<0.001	1.29
Initiatief nemen	60.88	9.59	38-78	46.66	9.89	27-80	8.38***	<0.001	1.46
Werkgeheugen	60.77	9.65	41-80	50.37	9.86	31-76	6.12***	<0.001	1.07
Plannen en organiseren	58.49	10.67	34-80	49.55	9.70	32-72	5.04***	<0.001	.88
Ordelijkheid en netheid	51.86	9.27	32-68	48.36	9.43	31-68	2.15*	.033	.38
Gedragsevaluatie	58.51	9.43	34-75	49.01	8.39	31-68	6.12***	<0.001	1.07
Motorische vaardigheden									
MABC-2 totaalscore	7.57	2.60	2-16	8.96	2.05	4-14	-3.81***	<0.001	-.59
Handvaardigheid	6.37	2.30	2-13	7.19	2.47	2-15	-1.79	.075	-.32
Mikken en vangen	8.55	3.53	1-16	10.31	2.58	3-18	-3.14**	.002	-.56
Balans	9.73	2.91	2-14	11.24	2.44	7-15	-3.21**	.002	-.56

Noot. BRIEF = Behavior Rating Inventory of Executive Function; MABC-2 = Movement Assessment Battery for Children-2
*$p<0.05$
** $p<0.01$
***$p<0.001$

Correlaties

Bij kinderen met ASS is er sprake van een niet-significante zeer zwakke negatieve (r = -.005, p = .967) correlatie tussen de totaalscore op de BRIEF en de totaalscore op de MABC-2. Bij kinderen zonder ASS geldt een niet-significante zwakke (r = -.131, p = .291) correlatie tussen de totaalscore op de BRIEF en de totaalscore op de MABC-2. Tabel 3 en 4 geven de correlaties tussen specifieke EFs en motorische vaardigheden bij kinderen met en zonder ASS weer. Bij beide groepen kinderen is sprake van niet-significante zwakke correlaties. De Fisher r to z transformatie is niet uitgevoerd, omdat er alleen niet-significante correlaties zijn gevonden voor beide groepen.

Tabel 3

Pearson correlaties tussen EFs en motorische vaardigheden en bij kinderen met ASS

	BRIEF: Inhibitie	BRIEF: Flexibiliteit	BRIEF: Emotieregulatie	BRIEF: Initiatief nemen	BRIEF: Werkgeheugen	BRIEF: Plannen en organiseren	BRIEF: Ordelijkheid en netheid	BRIEF: Gedragsevaluatie
MABC-2: Handvaardigheid	.125	.116	.076	-.083	-.071	-.007	-.075	-.020
MABC-2: Mikken en vangen	.055	.105	-.016	-.166	-.123	-.130	.025	-.112
MABC-2: Balans	.027	.155	.059	.068	-.054	.109	-.096	-.017

Noot. BRIEF = Behavior Rating Inventory of Executive Function; MABC-2 = Movement Assessment Battery for Children -2

Tabel 4

Pearson correlaties tussen EFs en motorische vaardigheden bij kinderen zonder ASS

	BRIEF: Inhibitie	BRIEF: Flexibiliteit	BRIEF: Emotieregulatie	BRIEF: Initiatief nemen	BRIEF: Werkgeheugen	BRIEF: Plannen en organiseren	BRIEF: Ordelijkheid en netheid	BRIEF: Gedragsevaluatie
MABC-2: Handvaardigheid	-.027	-.155	-.160	-.175	-.137	-.215	-.095	-.152
MABC-2: Mikken en vangen	.066	-.208	.039	-.153	-.070	-.050	-.084	.075
MABC-2: Balans	-.018	-.015	.038	-.073	-.031	.007	-.118	.078

Noot. BRIEF = Behavior Rating Inventory of Executive Function; MABC-2 = Movement Assessment Battery for Children -2

Discussie

Bevindingen

Het doel van het huidige onderzoek was om inzicht te krijgen in de globale relatie tussen EF en motorische vaardigheden en de specifieke relaties tussen verschillende EFs en motorische vaardigheden bij kinderen met en zonder ASS in de leeftijdsgroep van 10 en 15 jaar. Daarnaast zijn groepsverschillen tussen kinderen met en zonder ASS in scores op EF en motorische vaardigheden onderzocht voordat de bovengenoemde onderlinge relaties werden onderzocht. De resultaten van het huidige onderzoek lieten zien dat kinderen met ASS significant slechtere EFs en motorische vaardigheden hebben in vergelijking met kinderen zonder ASS, met uitzondering voor handvaardigheid. Uit de resultaten is verder gebleken dat bij zowel kinderen met ASS als kinderen zonder ASS geen sprake was van een globale relatie tussen EF en motorische vaardigheden, dan wel specifieke relaties tussen verschillende EFs en motorische vaardigheden.

Het vinden van significant slechtere scores op EFs bij kinderen met ASS vergeleken met kinderen zonder ASS bevestigen de uitkomsten uit eerder onderzoek in dezelfde leeftijdscategorie die ook door middel van de BRIEF aantoonden dat kinderen met ASS meer problemen hebben met EFs dan hun leeftijdsgenoten (Tschida & Yerys, 2021; Granader et al., 2014). Een mogelijke verklaring voor de slechtere scores op EFs is dat EFs vaak meer verstoord zijn bij personen met tekorten in de frontale cortex, zoals kinderen met ASS (Happé et al., 2006; Hill, 2004; Hill & Frith, 2003; Verté et al., 2005). Verder is de executieve disfunctietheorie één van de meest invloedrijke cognitieve verklaringen voor ASS. Deze theorie stelt dat de cognitieve en sociale beperkingen van kinderen met ASS zouden kunnen ontstaan door problemen in het EF (Happé et al., 2006; Hill, 2004; Kenworthy et al., 2005).

Het resultaat dat kinderen met ASS significant slechter presteren op mikken en vangen en balans vergeleken met kinderen zonder ASS bevestigen de eerdere resultaten uit onderzoeken met de MABC-2 bij dezelfde doelgroep. Deze onderzoeken hebben namelijk ook aangetoond dat kinderen met ASS slechter presteren op mikken en vangen en balans dan kinderen zonder ASS (Ament et al., 2015; Liu & Breslin, 2013; Whyatt & Craig, 2012, 2013). Een mogelijke verklaring hiervoor is dat kinderen met ASS een verminderde connectiviteit hebben tussen de inferieure pariëtale kwab, een gebied dat betrokken is bij hand-oogcoördinatie, en het cerebellum, dat helpt bij het begeleiden en corrigeren van bewegingen (Stoodly et al., 2017; Qiu et al., 2010). Verder zijn beperkingen in de basale ganglia kenmerkend voor problemen in de motorische controle en voor ASS (Allen et al., 2004; Mostofsky et al., 2009; Qiu et al., 2010).

Uit de resultaten van het huidige onderzoek is verder gebleken dat kinderen met ASS volgens de normwaarden een risicio op motorische problemen hebben met betrekking tot handvaardigheid. Dit is in overeenstemming met onderzoeken waarin reeds beschreven staat dat kinderen met ASS problemen hebben in de fijne motoriek (Liu & Breslin, 2013; Whyatt & Craig, 2012, 2013). Interessant was dat kinderen met en zonder ASS niet significant verschilden op handvaardigheid. In de huidige studie hadden kinderen zonder ASS een opvallend lage score op handvaardigheid (M = 7.19) die, net zoals de score van kinderen met ASS (M = 6.37), geïnterpreteerd kan worden als risico op motorische problemen. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat de huidige steekproef grotendeels uit jongens bestond (81.1%). Uit onderzoek is gebleken dat jongens doorgaans minder bekwaam zijn op het gebied van fijne motoriek dan meisjes (Van Mier, 2006; Lung et al., 2009; Lung et al., 2011; Kohnstamm, 2009). Verder vindt de ontwikkeling van fijn motorische vaardigheden onder andere plaats door oefening en herhaling (Florquin & Bertrands, 2017; Thelen & Smith, 1994). Door de digitalisering, het ICT-gebruik in het onderwijs en de opvoeding, wordt er veel minder tijd besteed aan het bevorderen van de fijn motorische vaardigheden van kinderen en daardoor komen kinderen minder in aanraking met fijn motorische vaardigheden (Hill, 2018; Lauricella et al., 2015; Rideout et al., 2010; Vandewater et al., 2007) met als mogelijk gevolg dat de fijn motorische vaardigheden van kinderen en adolescenten onder het verwachte niveau zakt (Gaul & Issartel, 2016; Bardid et al., 2015). Als de fijn motorische vaardigheden minder gestimuleerd worden, ontwikkelen ze zich namelijk steeds minder goed, waardoor een risico op motorische problemen ontstaat (Spitzer, 2013, 2016; Schweitzer et al., 2017).

Het niet vinden van een globale relatie tussen EF en motorische vaardigheden bij kinderen met ASS komt overeen met de resultaten uit eerder onderzoek van Hilton en collega’s (2014). Deze onderzoekers vonden namelijk geen significante globale relatie tussen EF en motorische vaardigheden bij kinderen met ASS in de leeftijd van 6 tot 14 jaar. Het niet vinden van een globale relatie tussen EF en motorische vaardigheden bij kinderen zonder ASS komt echter niet overeen met de resultaten uit eerder onderzoek. Gandotra en collega’s (2021) vonden namelijk wel een significante zwak positieve globale relatie tussen EF en motorische vaardigheden in hun meta-analyse bij kinderen zonder ASS in de leeftijd van 3 en 12 jaar.

Verder komt het niet vinden van specifieke relaties tussen verschillende EFs en motorische vaardigheden ook niet overeen met de resultaten uit eerdere onderzoeken bij kinderen met en zonder ASS (Carvalho et al., 2020; Schurink et al., 2012; Gandotra et al.,

2021). Carvalho en collega's (2020) vonden namelijk wel significante, sterke tot zeer sterke, positieve correlaties tussen alle gemeten EFs (cognitieve flexibiliteit en selectieve en afwisselende aandachtprestaties) en motorische vaardigheden (handvaardigheid, mikken en vangen en balans) bij kinderen met ASS in de leeftijd van 9 tot 13 jaar. In het onderzoek van Schurink en collega's (2012) bij kinderen met PDD-NOS in de leeftijdsgroep van 7 en 12 jaar hing planningsvermogen samen met handvaardigheid en balans, maar niet met mikken en vangen. Gandotra en collega's (2021) vonden bij kinderen zonder ASS significant zwakke correlaties tussen handvaardigheid en zowel inhibitie als werkgeheugen als cognitieve flexibiliteit, balans en zowel inhibitie als werkgeheugen als cognitieve flexibiliteit en verplaatsvaardigheden en het werkgeheugen, maar er werden geen significante correlaties gevonden tussen verplaatsvaardigheden en zowel inhibitie als cognitieve flexibiliteit en tussen balvaardigheden en zowel inhibitie, als werkgeheugen als cognitieve flexibiliteit.

Het verschil in resultaten tussen de voorgaande onderzoeken en het huidige onderzoek kan mogelijk verklaard worden doordat de voorgaande onderzoeken EF gemeten hebben aan de hand van prestatiegerichte testen, terwijl EF binnen het huidige onderzoek is gemeten door middel van een vragenlijst. Bij het vergelijken van het gebruik van gestandaardiseerde prestatiegerichte EF testen die afgenomen worden door getrainde onderzoekers en het gebruik van vragenlijsten die ingevuld worden door ouders/verzorgers, kwam naar voren dat de scores op beide meetinstrumenten over het algemeen zwak samenhangen en dus verschillende aspecten van EF lijken te meten (Toplak, et al., 2013). Prestatiegerichte meetinstrumenten zijn ontwikkeld om de specifieke cognitieve processen te beoordelen die betrokken zijn bij EF (d.w.z. de cognitieve component van EF), terwijl vragenlijsten weergeven hoe deze processen zich afspelen in echte natuurlijke omgevingen (d.w.z. de gedragscomponent van EF; Mahone et al., 2009; Toplak et al., 2013). Mogelijk hangen motorische vaardigheden sterker samen met de cognitieve component van EF, zoals gemeten met prestatietesten, dan met het gedragscompontent van EF, zoals gemeten met een vragenlijst. Uit onderzoek bij kinderen zonder ASS in de leeftijd van 5 tot 18 jaar is namelijk gebleken dat de twee meetinstrumenten verschillend geassocieerd zijn met motorische vaardigheden; er bleek alleen een significante relatie tussen EF en motorische vaardigheden te bestaan wanneer beide gemeten waren met prestatiegerichte testen (Ten Eycke & Dewey, 2015). De resultaten van het huidige onderzoek sluiten dus niet uit dat er een relatie bestaat tussen EF en motorische vaardigheden bij kinderen met en zonder ASS, wanneer EF gemeten wordt door prestatiegerichte testen. De mogelijke verklaring dat motorische vaardigheden sterker samenhangen met de cognitieve

component van EF, zoals gemeten met prestatiegerichte testen, is de betrokkenheid van de functie van het cerebellum in zowel EF-taken die gemeten worden met prestatietesten als snelle, gerichte bewegingen die gemeten worden met prestatie testen voor motorische vaardigheden (Koziol, et al., 2012; Ten Eycke en Dewey, 2015).

Echter zijn er ook onderzoeken die wel relaties vinden tussen een vragenlijst voor EFs en een prestatie-gerelateerde test voor motorische vaardigheden. Hilton en collega's (2014) vonden specifieke relaties tussen EFs en motorische vaardigheden bij kinderen met ASS in de leeftijd van 6 en 14 jaar, waarbij EFs gemeten werden met de BRIEF en de motorische vaardigheden gemeten werden met een prestatie-gerelateerde test. Deze onderzoekers vonden alleen een significant sterke negatieve correlatie tussen metacognitie (bestaande uit de EFs initiatief nemen, werkgeheugen, plannen en organiseren, ordelijkheid en netheid en gedragsevaluatie) en de algehele motorische vaardigheden en niet tussen gedragsregulatie (bestaande uit de EFs inhibitie, flexibiliteit en emotieregulatie) en de algehele motorische vaardigheden. Een mogelijke verklaring voor de tegenstelling zou kunnen zijn dat Hilton en collega's (2014) gebruik hebben gemaakt van EF-indexen, dat wil zeggen dat de scores van de subschalen bij elkaar zijn opgeteld en gecategoriseerd zijn in metacognitie en gedragsregulatie, wat in het huidige onderzoek niet is gedaan. Daarnaast hadden de deelnemers een lagere gemiddelde leeftijd (*M*=9;9 jaar) dan de groep kinderen met ASS in de huidige steekproef (*M*=13;7 jaar). In de volgende alinea wordt verder ingegaan op de reden waarom de sterkte van de relatie tussen EFs en motorische vaardigheden afneemt met de leeftijd. Verder hebben Hilton en collega's gebruik gemaakt van een andere prestatie-gerelateerde test voor motorische vaardigheden, namelijk de Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency (2e editie) (BOT-2; Bruininks & Bruininks, 2005), dan in het huidige onderzoek. Uit onderzoek van Lane en Brown (2015) bij kinderen zonder ASS van 7 tot 16 jaar is gebleken dat de MABC-2 en de BOT-2 veel vergelijkbare motorische vaardigheden lijken te meten bij kinderen van 11 tot 16 jaar, maar ook dat de MABC-2 subschaal handvaardigheid niet samenhing met de BOT-2 subschaal integratie van de fijne motoriek. Daarnaast hing de MABC-2 subschaal balans niet samen met de BOT-2 subschalen bilaterale coördinatie en balans. De BOT-2 voegt dus twee motorische componenten toe ten opzichte van de MABC-2, namelijk integratie van de fijne motoriek en bilaterale coördinatie, en de BOT-2 lijkt balans verschillend te meten in vergelijking met de MABC-2. Mogelijk kan de BOT-2 dus wel tot andere resultaten leiden dan de MABC-2. Het is echter niet bekend of de resultaten van het onderzoek van Lane en Brown (2015) ook gelden voor kinderen met ASS.

Het is daarom belangrijk dat er verder onderzoek wordt gedaan naar de convergente validiteit van de MABC-2 en de BOT-2 bij kinderen met ASS. Verder hebben Houwen en collega's (2017) in hun onderzoek bij 3- t/m 5-jarige kinderen zonder ASS specifieke relaties gevonden tussen de BRIEF en de MABC-2. Deze onderzoekers vonden alleen een significante relatie tussen het werkgeheugen en motorische vaardigheden (Houwen et al., 2017). Een mogelijke verklaring voor deze tegenstelling zou kunnen zijn dat er gebruik is gemaakt van een jongere onderzoekspopulatie dan het huidige onderzoek.

Het niet vinden van relaties tussen EFs en motorische vaardigheden bij kinderen met en zonder ASS in de leeftijdsgroep van 10 tot 15 jaar kan te maken hebben met een ontwikkelingsaspect (Anderson et al., 2001). Tijdens de eerste drie tot vijf levensjaren van een kind lijken motorische vaardigheden sterk samen te hangen met andere ontwikkelingsdomeinen, zoals EF, echter lijkt deze samenhang zwakker te worden of zelfs te verdwijnen wanneer kinderen ouder worden (Libertus & Hauf, 2017). Van der Fels en collega's (2015) vonden in hun reviewonderzoek een sterkere relatie tussen cognitieve vaardigheden, waaronder EF, en motorische vaardigheden bij prepuberale kinderen (4 tot 13 jaar) vergeleken met puberale kinderen (ouder dan 13 jaar). Dit resultaat komt overeen met de bewering van Anderson en collega's (2001) dat de EF en motorische vaardigheden zich meer afzonderlijk gaan ontwikkelen naarmate kinderen ouder worden. De ontwikkeling van motorische vaardigheden vindt onder andere plaats door oefening en herhaling (Florquin & Bertrands, 2017). Het oefenen van motorische vaardigheden leidt tot automatisering, wat betekent dat er minder cognitieve processen, waaronder EF, nodig zijn voor een succesvolle uitvoering (Floyer-Lea & Matthews, 2004; Davis et al., 2011). Als gevolg van meer automatisering van motorische vaardigheden bij oudere kinderen neemt de sterkte van de relatie tussen EFs en motorische vaardigheden af met de leeftijd (Ben-Sasson & Gill, 2014; Libertus & Hauf, 2017). Het is echter de vraag in hoeverre motorische vaardigheden minder geautomatiseerd zijn bij kinderen met ASS. In het huidige onderzoek presteren kinderen met ASS namelijk significant lager op mikken en vangen en balans dan kinderen zonder ASS, maar uit de resultaten is ook gebleken dat de scores op mikken en vangen en balans van de groep kinderen met ASS volgens de normwaarden wel aangeduid kunnen worden als 'geen problemen'. Ming en collega's (2007) hebben aangetoond dat de prevalentie van motorische problemen bij kinderen met ASS lager is bij oudere kinderen dan bij jongere kinderen. Motorische vaardigheden, met uitzondering van handvaardigheid, zijn misschien grotendeels automatisch geworden bij de kinderen in deze leeftijdsgroep en vereisen daarom minimale

cognitieve input van een hoger niveau. In het huidige onderzoek hadden kinderen met en zonder ASS voor handvaardigheid echter een score die volgens de normwaarden geïnterpreteerd kan worden als risico op motorische problemen en mogelijk is handvaardigheid bij deze kinderen dus minder geautomatiseerd. De reden dat er dan geen relatie is gevonden tussen EFs en handvaardigheid bij beide groepen kinderen is nog onduidelijk. Nader onderzoek is nodig om deze resultaten te kunnen duiden.

Een andere mogelijke verklaring voor het niet vinden van relaties tussen EFs en motorische vaardigheden ligt in het perspectief van de Embodied Cognition (Houwen et al., 2019). Volgens dit theoretisch perspectief zijn relaties tussen EF en motorische vaardigheden namelijk niet algemeen, maar juist specifiek en gebaseerd op de unieke ervaringen die een kind in zijn/haar omgeving heeft. Kinderen zijn voortdurend in interactie met hun omgeving en ontwikkelen zich door ervaring en oefening (Loeffler, et al., 2016; Smith & Gasser, 2005; Florquin & Bertrands, 2017). Aangezien elk kind zich in een unieke omgeving ontwikkelt, kunnen deze unieke blootstellingen hun ontwikkeling beïnvloeden en is de ontwikkeling dus erg ervaringsafhankelijk (Oudgenoeg-Paz et al., 2016). Kinderen hebben veel verschillende ervaringen en daarom is het lastig om relaties te vinden op groepsniveau, maar mogelijk kunnen er wel relaties gevonden worden in bepaalde subgroepen van kinderen met bepaalde kenmerken (Houwen et al., 2019). Verder onderzoek naar relaties in subgroepen van kinderen met bepaalde kenmerken is nodig.

Sterke punten en beperkingen

Het huidige onderzoek kent een aantal sterke punten. Ten eerste is het huidige onderzoek een uitbreiding van eerdere onderzoeken naar de relatie tussen EF en motorische vaardigheden bij kinderen met ASS, omdat er in dit onderzoek verschillende aspecten van zowel EF als motorische vaardigheden in kaart zijn gebracht in plaats van enkele aspecten (Schurink et al., 2012; Carvalho et al., 2020). Verder is dit onderzoek gedaan bij kinderen in de leeftijdsgroep van 10 tot 15 jaar, waar andere onderzoeken vaak gebruik maken van een jongere leeftijdsgroep (bijv. Houwen et al., 2016; Dyck et al., 2006; Martin et al., 2010; Oberer et al., 2017; Roebers et al., 2014; Stockel & Hughes, 2016). De leeftijd tussen 10 en 15 jaar is een cruciale periode van snelle ontwikkeling en cognitieve verandering (Siegel, 2013; Van der Fels et al., 2015; Anderson et al., 2001; Diamond, 2000) en daarom is onderzoek in deze leeftijdscategorie ook van belang.

Het onderzoek kent ook enkele beperkingen. De MABC-2 is een veelgebruikt meetinstrument onder klinische groepen, zoals ASS en ADHD (Ament et al., 2015), maar de psychometrische kwaliteit van de MABC-2 is nog niet specifiek onderzocht voor kinderen met ASS (Wilson et al., 2018). In de huidige studie was de betrouwbaarheid van de MABC-2-totaalscore en de subschaal mikken en vangen twijfelachtig (respectievelijk 8 items; $\alpha = .629$, 2 items; $\alpha = .603$) en de betrouwbaarheid van de subschalen handvaardigheid en balans was zelfs onacceptabel (respectievelijk 3 items; $\alpha = .428$, 3 items; $\alpha = .458$). Daarom moeten de resultaten met voorzichtigheid geïnterpreteerd worden. Interne consistentie beschrijft de mate waarin alle items hetzelfde construct meten en is dus verbonden met de onderlinge samenhang van de items binnen de test (Tavakol & Dennick, 2011). Een mogelijke consequentie van een lage interne consistentie is dus dat de items het begrip motorische vaardigheden niet goed hebben gemeten. De MABC-2 geeft mogelijk een te weinig gedetailleerd beeld van de gemeten motorische vaardigheden van kinderen, omdat de volledige test slechts uit 8 items bestaat en de verschillende motorische vaardigheden gemeten zijn aan de hand van twee of drie onderdelen per vaardigheid. De alfa wordt beïnvloed door de lengte van de test. Als de testlengte te kort is, wordt de waarde van alfa verlaagd (Nunnally et al., 1994; Streiner, 2003).

Daarnaast is er enige voorzichtigheid geboden bij het generaliseren van de resultaten naar meisjes, omdat de steekproef van kinderen met en zonder ASS grotendeels uit jongens (respectievelijk 81.5%, 80.6%) bestond. Hoewel dit niet opvallend is, omdat de prevalentie van ASS bij jongens nu eenmaal groter is in de algehele populatie dan bij meisjes (CDC, 2013; Newschaffer et al., 2007) en er geen geslachtsverschillen worden vastgesteld in de MABC-2-beoordeling (Henderson et al., 2007), kan dit wel van invloed zijn geweest op de resultaten van de motorische vaardigheden, aangezien verschillende onderzoeken wel geslachtsverschillen waarnemen in motorische vaardigheden bij kinderen. Jongens zouden namelijk over het algemeen beter zijn in grove motorische vaardigheden en slechter zijn in fijne motorische vaardigheden dan meisjes (Van Mier, 2006; Lung et al., 2009; Lung e.a. 2011; Kohnstamm, 2009; Barnett et al., 2009; Blakemore et al., 2009). In het huidige onderzoek kon geen rekening gehouden worden met de invloed van geslacht op de resultaten van de motorische vaardigheden, omdat de verdeling van jongens en meisjes heel scheef verdeeld was. Er wordt niet verwacht dat de scheve verdeling van jongens en meisjes de resultaten van EF heel sterk heeft beïnvloed, omdat de BRIEF wel geslacht aangepaste

normen biedt die controleren op seksevooroordelen (Smidts & Huizinga, 2009). Als gevolg hiervan waren deze sekseverschillen niet aanwezig bij het analyseren van de standaardscores.

Ten slotte is er geen rekening gehouden met de rol van comorbide stoornissen. In de algehele populatie van kinderen met ASS komt veel co-morbiditeit voor (Brookman-Frazee, et al., 2018). In een onderzoek van Brookman-Frazee en collega's bij 201 kinderen met ASS was er bij ongeveer 92% van de kinderen sprake van een comorbide stoornis (78% aandachtstekortstoornis met hyperactiviteit (ADHD), 58% oppositioneel opstandige stoornis (ODD), 56% angst, 30% stemmingsstoornis). In het huidige onderzoek was er bij 24 (36.9%) kinderen met ASS sprake van co-morbiditeit met een andere stoornis. Bij de groep kinderen zonder ASS was er bij zeven kinderen sprake van co-morbide stoornissen. De meest voorkomende comorbide stoornis bij beide groepen kinderen was ADHD. Mogelijk heeft het hebben van een co-morbide ontwikkelingsstoornis effect gehad op de resultaten en zouden er andere uitkomsten gevonden worden wanneer kinderen met bijkomende ontwikkelingsstoornissen worden uitgesloten. De aanwezigheid van comorbiditeiten zoals ADHD verhoogt namelijk het risico op EF-problemen (Craig et al., 2016; Dajani et al., 2016; Ames et al., 2011) en motorische problemen (Murray 2010). Kinderen met zowel een ASS- en ADHD-diagnose hebben er dus wellicht voor gezorgd dat de scores slechter zijn uitgevallen dan wanneer er alleen kinderen met een ASS-diagnose waren geïncludeerd. Het uitsluiten van kinderen met bijkomende gedragsstoornissen binnen deze studie zou echter een onrealistisch beeld van de praktijk kunnen geven, omdat er in de algehele populatie van kinderen met ASS veel sprake is van comorbiditeit (Brookman-Frazee, et al., 2018).

Aanbevelingen voor vervolgonderzoek

Voor vervolgonderzoek wordt aangeraden om vanuit verschillende invalshoeken naar het EF te kijken in relatie tot motorische vaardigheden. Gezien uit eerder onderzoek is gebleken dat vragenlijsten/ouderbeoordelingen en prestatiegerichte EF-testen verschillende aspecten van EF meten, kan het gebruik van beide meetinstrumenten tot complementaire informatie en meer inzicht in de relatie tussen EF en motorische vaardigheden leiden (Ten Eycke & Dewey, 2015; Toplak et al., 2013).

Daarnaast is het belangrijk dat er nader onderzoek wordt gedaan naar de psychometrische kwaliteit van de MABC-2 bij kinderen met ASS, omdat dit voor zover bekend nog niet gedaan is (Wilson et al., 2018). In andere onderzoeken is de interne consistentie van de MABC-2 totaalscore en de subschalen wel goed bevonden (Wuang et al.,

2012; Valentini et al., 2014; Wagner et al., 2011) en het is nog onduidelijk waarom dat in de huidige onderzoeksgroep niet geldt. Nader onderzoek naar de psychometrische kwaliteit van de MABC-2 bij kinderen met ASS is daarom nodig.

Toekomstige onderzoeken zouden tot slot een minder scheve verdeling tussen jongens en meisjes moeten hanteren om de invloed van geslacht op de resultaten van de motorische vaardigheden en de relatie tussen EF en motorische vaardigheden te kunnen onderzoeken. Eerdere onderzoeken hebben namelijk aangetoond dat jongens over het algemeen beter zijn in grove motorische vaardigheden en slechter zijn in fijne motorische vaardigheden dan meisjes (Van Mier, 2006; Lung et al., 2009; Lung e.a. 2011; Kohnstamm, 2009; Barnett et al., 2009, Blakemore et al., 2009).

Aanbevelingen voor de praktijk

Het lijkt er op dat EF en motorische vaardigheden niet met elkaar samenhangen bij kinderen met en zonder ASS tussen de 10 en 15 jaar, wanneer EF gemeten wordt met een vragenlijst en motorische vaardigheden met een prestatiegerichte test. Op basis van de resultaten in het huidig onderzoek zou er met voorzichtigheid gezegd kunnen worden dat het versterken van motorische vaardigheden door middel van een interventie geen effect zou hebben op het EF bij kinderen met en zonder ASS tussen de 10 en 15 jaar omdat ze, blijkt uit huidig onderzoek, niet met elkaar in verband lijken te staan. EF en motorische vaardigheden zouden bij deze leeftijdsgroep steeds allebei gemeten moeten worden om te weten wat er gestimuleerd moet worden. Gezien de beperkingen van dit onderzoek is er echter meer onderzoek nodig voordat er duidelijke aanbevelingen gedaan kunnen worden voor de praktijk.

Conclusie

Op basis van de resultaten van het huidige onderzoek kan geconcludeerd worden dat kinderen met ASS in de leeftijdsgroep van 10 tot 15 jaar significant slechter scoren op EF en motorische vaardigheden dan kinderen zonder ASS, met uitzondering van handvaardigheid. Verder lijken er bij zowel kinderen met ASS als kinderen zonder ASS geen sprake te zijn van een globale relatie tussen EF en motorische vaardigheden dan wel specifieke relaties tussen verschillende EFs en motorische vaardigheden. Voor vervolgonderzoek wordt aanbevolen om zowel een prestatiegerichte test als een vragenlijst te hanteren om EFs in kaart te brengen en te relateren aan motorische vaardigheden. Op die manier wordt er meer inzicht in de relatie tussen EFs en motorische vaardigheden verkregen. Verder wordt er voor vervolgonderzoek

aanbevolen om de psychometrische kwaliteit van de MABC-2 bij kinderen met ASS te onderzoeken en meer meisjes in de steekproef te betrekken. Gezien de beperkingen van dit onderzoek is er meer onderzoek nodig voordat er duidelijke aanbevelingen gedaan kunnen worden voor de praktijk.

Literatuurlijst

Agresti, A. & Finlay, B. (2009). *Statistical methods for the social sciences* (4th ed.). New York: Pearson.

Akyurek, G., & Bumin. (2018). Reliability and Validity of The Behavior Rating Inventory of Executive Functions Questionnaire in Dyslexia. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 99*(10), 20. https://doi.org/10.1016/j.apmr.2018.07.066

Allen, G., Müller, R. A., & Courchesne, E. (2004). Cerebellar function in autism: Functional magnetic resonance image activation during a simple motor task. *Biological Psychiatry, 56*(4), 269-278. https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2004.06.005

Ament, K., Mejia, A., Buhlman, R., Erklin, S., Caffo, B., Mostofsky, S., & Wodka, E. (2015). Evidence for Specificity of Motor Impairments in Catching and Balance in Children with Autism. *Journal of Autism Development Disorder, 45*(3), 742-751. https://doi.org/10.1007/s10803-014-2229-0

American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed.). Washington, DC: APA.

Ames, C. S. & White, S. J. (2011). Are ADHD traits dissociable from the autistic profile? Links between cognition and behaviour. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 41*(3), 357–363. https://doi.org/10.1007/s10803-010-1049-0.

Anderson, V. A., Anderson, P., Northam, E., Jacobs, R., & Catroppa, C. (2001). Development of Executive Functions Through Late Childhood and Adolescence in an Australian Sample. *Developmental Neuropsychology, 20*(1), 385-406. https://doi.org/10.1207/S15326942DN2001_5

Bardid, F., Rudd, J.R., Lenoir, M., Polman, R., & Anderson, D.I. (2015). Cross-cultural comparison of motor competence in children from Australia and Belgium *Frontiers in Psychology, 13*(6), 964. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00964

Barsalou, L. (1999). Perceptions of perceptual symbols. *Behavioral and Brain Sciences, 22*(4), 637-660. https://doi.org/10.1017/S0140525X99532147

Belmonte, M.K., Cook Jr., E.H., Anderson, G.M., Rubenstein, J.L., Greenough, W.T., & Tierney, E. (2004). Autism as a disorder of neural information processing: Directions for research and targets for therapy**.** *Molecular Psychiatry, 9*(7), 646-63. https://doi.org/10.1038/sj.mp.4001499

Ben-Sasson, A., & Gill, S. V. (2014). Motor and language abilities from early to late toddlerhood: Using formalized assessments to capture continuity and discontinuity in

development. *Research in Developmental Disabilities, 35*(7), 1425–1432. https://doi.org/10.1016/j.ridd.2014.03.036

Berkeley, S.L., Zittel, L.L., Pitney, L.V. & Nichols, S.E. (2001). Locomotor and object control skills of children diagnosed with autism. *Adapted physical Activity Quarterly, 18*(4), 405-416. https://doi.org/10.1123/apaq.18.4.405

Beversdorf, D., Anderson, J., Manning, S., Anderson, S., Nordgren, R., Felopulos, G., & Bauman, M. (2001). Brief Report: Macrographia in high-functioning adults with spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 31*(1), 97-101 https://doi.org/10.1023/A:1005622031943

Brookman-Frazee, L., Stadnick, N., Chlebowski, C., Baker-Ericzén, M., & Ganger, W. (2018). Characterizing Psychiatric Comorbidity in Children with Autism Spectrum Disorder Receiving Publicly Funded Mental Health Services. *Autism: The International Journal of Research and Practice, 22*, 938-952. https://doi.org/10.1177/1362361317712650

Brossard-Racine, M., Majnemer, A., & Shevell, M. I. (2011). Exploring the neural mechanisms that underlie motor difficulties in children with attention deficit hyperactivity disorder. *Developmental Neurorehabilitation, 14*(2), 101–111. https://doi.org/10.3109/17518423.2010.547545

Brown, T. & Lalor, A. (2009). The movement assessment battery for children-second edition (MABC-2): A review and critique. *Physical & Occupational Therapy in Pediatrics, 29*(1), 86-103. https://doi.org/10.1080/01942630802574908

Bruininks R., Bruininks B. (2005). *Bruininks-Oseretsky test of motor proficiency* (2nd ed.). Minneapolis, MN: NCS Pearson.

Carlson, A. G., Rowe, E., & Curby, T. W. (2013). Disentangling fine motor skills relations to academic achievement: The relative contributions of visual-spatial integration and visual-motor coordination. *The Journal of Genetic Psychology, 174*(5), 514-533. https://doi.org/10.1080/00221325.2012.717122

Carvalho, A.C.R., Quintas, R.H.R., Assis, S.M.B., & Seabra, A.G. (2020). Motor performance, intelligence, and executive functions in children with asd. *International Journal of Development Research, 10*(2), 34053-34060

Centers for Disease Control and Prevention. (2013). Data and statistics on autism spectrum disorders. Geraadpleegd op 6 december 2021, van http://www.cdc.gov/ncbddd/autism/data.html

Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Cohen, J. (2013). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Academic press.

Courchesne, E. (2004). Brain development in autism: Early overgrowth followed by premature arrest of growth**.** *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews, 10*(2), 106-111. https://doi.org/10.1002/mrdd.20020.

Craig, F., Margari, F., Legrottaglie, A. R., Palumbi, R., De Giambattista, C., & Margari, L. (2016). A review of executive function deficits in autism spectrum disorder and attention-deficit/hyperactivity disorder. *Neuropsychiatric disease and treatment, 12*(12), 1191–1202. https://doi.org/10.2147/NDT.S104620

Dajani, D. R., Llabre, M. M., Nebel, M. B., Mostofsky, S. H., & Uddin, L. G. (2016). Heterogeneity of executive functions among comorbid neurodevelopmental disorders. *Scientific Reports, 9*(6), 36566. https://doi.org/10.1038/srep36566

Damasio, A. R., & Maurer, R. G. (1978). A neurological model forchildhood autism. *Archives of Neurology, 35*(12), 777–786. https://doi.org/10.1001/archneur.1978.00500360001001.

Davis, E. E., Pitchford, N. J., & Limback, E. (2011). The interrelation between cognitive and motor development in typically developing children aged 4–11 years is underpinned by visual processing and fine manual control. *British Journal of Psychology, 102*(3), 569–584. https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.2011.02018.x

Demetriou, E. A., Lampit, A., Quintana, D. S., Naismith, S. L., Song, Y. J. C., Pye, J. E., Hickie, I., & Guastella, A. J. (2017). Autism spectrum disorders: A meta-analysis of executive function. *Molecular Psychiatry, 23*(5), 1198–1204. https://doi.org/10.1038/mp.2017.75

Diamond, A. (2000). Close interrelation of motor development and cognitive development and of the cerebellum and prefrontal cortex. *Child Development, 71*(1), 44-56. https://doi.org/10.1207/S15326942DN2001_6

Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology, 64*(1), 135-168. https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750

Diamond, A. & Lee, K. (2011). Interventions shown to aid executive function development in children 4 to 12 years old. *Science, 333*(6045), 959-964. https://doi.org/10.1126/science.1204529

Dijk, H. (2018). *Nederlandse Intelligentietest voor Onderwijsniveau.* Boom Uitgevers

Dyck, M. J., Piek, J. P., Hay, D., Smith, L., & Hallmayer, J. (2006). Are abilities abnormally interdependent in children with autism? *Journal of Clinical Child and Adolescent Psychology, 35,* 20–33. https://doi.org/10.1207/s15374424jccp3501_3

Dyck, M. J., Piek, J. P., Kane, R. T., & Patrick, J. (2009). How uniform is the structure of ability across childhood? *European Journal of Developmental Psychology, 6,* 432–454. https://doi.org/10.1080/17405620701439820

Florquin, V., & Bertrands, E. (2017). *Speelkriebels voor kleuters: een ontwikkelingsgerichte kijk op bewegingsspelen voor 2,5- tot 6-jarigen*. Den Haag: Acco.

Floyer-Lea, A., & Matthews, P. M. (2004). Changing brain networks for visuomotor control with increased movement automaticity. *Journal of Neurophysiology, 92*(4), 2405–2412. https://doi.org/10.1152/jn.01092.2003

Fournier, K. A., Hass, C. J., Naik, S. K., Lodha, N., & Cauraugh, J. H. (2010). Motor coordination in autism spectrum disorders: a synthesis and meta-analysis. *Journal of autism and developmental disorders, 40*(10), 1227-1240. https://doi.org/10.1007/s10803-010-0981-3

Fuentes, C. T., Mostofsky, S. H., & Bastian, A. J. (2009). Children with autism show specific handwriting impairments. *Neurology, 73*(19), 1532–1537. https://doi.org/10.1212/WNL.0b013e3181c0d48c

Gandotra, A., Kótyuk, S., Sattar, Y., Bizonics, V., Csaba, R., Cserényi, R., & Cserjesi, E. (2021). A Meta-analysis of the relationship between motor skills and executive functions in typically-developing children. *Journal of Cognition and Development*, 1-28. https://doi.org/10.1080/15248372.2021.1979554

Gaul, D., & Issartel, J. (2016). Fine motor skill proficiency in typically developing children: On or off the maturation track? *Human movement science, 46*(1), 78-85. https://doi.org/10.1016/j.humov.2015.12.011

Gioia, G. A., Isquith, P. K., Guy, S. C., & Kenworthy, L. (2000). *Behavior rating inventory of executive function: BRIEF.* Odessa, FL: Psychological Assessment Resources.

Gioia, G. A., Isquith, P. K., Kenworthy, L., & Barton, R. M. (2002a). Profiles of everyday executive function in acquired and developmental disorders. *Child Neuropsychology, 8*(2), 121-137. https://doi.org/10.1076/chin.8.2.121.8727

Gioia, G.A., Isquith, P.K., Retzlaff, P.D., & Espy, K.A. (2002b). Confirmatory factor analysis of the Behavior Rating Inventory of Executive Function (BRIEF) in a clinical sample. *Child Neuropsychology, 8*(4), 249-257. https://doi.org/10.1076/chin.8.4.249.13513

Granader, Y., Wallace, G. L., Hardy, K. K., Yerys, B. E., Lawson, R. A., Rosenthal, M., Kenworthy, L. (2014). Characterizing the factor structure of parent reported executive function in autism spectrum disorders: The impact of cognitive inflexibility. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 44*(12), 3056–3062. https://doi.org/10.1007/s10803-014-2169-8

Grob, A., Hagmann-von Arx, P., Ruiter, S., Timmerman, M., & Visser, L. (2018). *IDS-2: Intelligentie- en ontwikkelingsschalen voor kinderen en jongeren, verantwoording en Psychometrie.* Amsterdam: Hogrefe Publishing.

Happé, F., Booth, R., Charlton, R., & Hughes, C. (2006). Executive function deficits in autism spectrum disorders and attention-deficit/hyperactivity disorder: Examining profiles across domains and ages. *Brain and Cognition, 61*(1), 25-39. https://doi.org/10.1016/j.bandc.2006.03.004

Henderson, S. E., Sugden, D. A., & Barnett, A. L. (2007). *Movement Assessment Battery for Children-2: MABC-2.* Pearson Assessment.

Henderson, S. E., Sugden, D. A., Barnett, A. L., & Smits-Engelsman, B. C. M. (2010). *Movement ABC-2 Nederlandse versie*. Amsterdam: Pearson Publishing Co.

Hill, E. L. (2001). Non-specific nature of specific language impairment: A review of the literature with regard to concomitant motor impairments. *International Journal of Language & Communication Disorders, 36*, 149–171. https://doi.org/10.1080/13682820010019874

Hill, E. L. (2004). Executive dysfunction in autism. *Trends in Cognitive Sciences, 8*(1), 26-32. https://doi.org/10.1016/j.tics.2003.11.003

Hill, A. (2018). Children struggle to hold pencils due to too much tech, doctors say: Children need opportunities to develop hand strength and dexterity needed to hold pencils. *The Guardian.* Geraadpleegd op 6 december 2021, van https://www.theguardian.com/society/ 20201/dec/6/children-struggle-to-hold-pencils-due-to-too-much-tech-doctors-say

Hill, E.L., & Frith, U. (2005). Understanding autism: Insights from mind and brain. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, 358*(1430), 281-289. https://doi.org/10.1098/rstb.2002.1209

Hilton, C. L., Cumpata, K., Klohr, C., Gaetke, S., Artner, A., Johnson, H., & Dobbs, S. (2014). Effects of exergaming on executive function and motor skills in children with autism spectrum disorder: a pilot study. *American Journal of Occupational Therapy, 68*(1), 57-65. https://doi.org/10.5014/ajot.2014.008664

Houwen, S., Van der Veer, G., Visser, J. & Cantell, M. (2017). The relationship between motor performance and parent-rated executive functioning in 3- to 5-year-old children: What is the role of confounding variables? *Human Movement Science, 53*(1), 24-36. https://doi.org/10.1016/j.humov.2016.12.009

Houwen, S., Visser, L., Van der Putten, A. & Vlaskamp, C. (2016). The interrelationships between motor, cognitive, and language development in children with and without intellectual and developmental disabilities. *Research in Developmental Disabilities, 53*, 19-31. https://doi.org/10.1016/j.ridd.2016.01.012

Houwen, S., Kamphorst, E., van der Veer, G., & Cantell, M. (2019). Identifying patterns of motor performance, executive functioning, and verbal ability in preschool children: A latent profile analysis. *Research in Developmental Disabilities, 84*(1), 3-15. https://doi.org/10.1016/j.ridd.2018.04.002

Kenworthy, L. E., Black, D. O., Wallace, G. L., Ahluvalia, T., Wagner, A. E., & Sirian, L. M. (2005). Disorganization: The forgotten executive dysfunction in high-functioning autism (HFA) spectrum disorders. *Developmental Neuropsychology, 28*(3), 809–827. https://doi.org/10.1207/s15326942dn2803_4

Kohnstamm, R. (2009). *Kleine ontwikkelingspsychologie I: Het jonge kind*. Houten, Nederland: Bohn Stafleu van Loghum.

Koziol, L. F., & Barker, L. A. (2013). Hypotonia, jaundice, and Chiari malformations: Relationships to executive functions. *Applied Neuropsychology: Child, 2*(2), 141–149. https://doi.org/10.1080/21622965.2013.748390

Koziol, L. F., Budding, D. E., & Chidekel, D. (2012). From movement to thought: executive function, embodied cognition, and the cerebellum. *The Cerebellum, 11*(2), 505-525. https://doi.org/10.1007/s12311-011-0321-y

Kwak, S. G., & Kim, J. H. (2017). Central limit theorem: The cornerstone of modern statistics. *Korean Journal of Anesthesiology, 70*(2), 144–156. https://doi.org/10.4097/kjae.2017.70.2.144

Lane, H., & Brown, T. (2015). Convergent validity of two motor skill tests used to assess school-age children, *Scandinavian Journal of Occupational Therapy, 22*(3), 161-172. https://doi.org/10.3109/11038128.2014.969308

Lauricella, A.R., Wartella, E., & Rideout, V. (2015) Young children's screen time: The complex role of parent and child factors. *Journal of Applied Developmental Psychology, 36*(1), 11-17. https://doi.org/10.1016/j.appdev.2014.12.001

Leonard, H., Bernardi, M., & Hill, E. (2015). Executive Functioning, Motor Difficulties, and Developmental Coordination Disorder. *Developmental Neuropsychology, 40*(4), 201-215. https://doi.org/10.1080/87565641.2014.997933

Libertus, K., & Hauf, P. (2017). Motor skills and their foundational role for perceptual, social, and cognitive development. *Frontiers in Psychology, 8*(1), 301. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00301

Liu, T., & Breslin, C. M. (2013). Fine and gross motor performance of the MABC-2 by children with autism spectrum disorder and typically developing children. *Research in Autism Spectrum Disorders, 7*(10), 1244-1249. https://doi.org/10.1016/j.rasd.2013.07.002

Loeffler, J., Raab, M. & Cañal-Bruland, R. (2016). A lifespan perspective on embodied cognition. *Frontiers in Psychology, 7*, 1-6. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00845

Lung, F. W., Shu, B. C., Chiang, T. L., & Lin, S. J. (2009). Twin-singleton influence on infant development: A national birth cohort study. *Child Care Health and Development, 35*(3), 409-418. https://doi.org/10.1111/j.1365-2214.2009.00963.x

Lung, F.W., Chiang, T-L., Lin, S. J., Feng, Y-J., Chen, P. F., & Shu, B. C. (2010). Gender differences of children's developmental trajectory from 6 to 60 months in the Taiwan Birth Cohort Pilot Study. *Research in Developmental Disabilities, 32*(1), 100-106. https://doi.org/10.1016/j.ridd.2010.09.004

Lung, F. W., Shu, B. C., Chiang, T. L., Feng, J. Y., Chen, P.F. & Lin, S. J. (2011). Gender differences of children's developmental trajectory from 6 to 60 months in the Taiwan Birth Cohort Pilot Study. *Research in Developmental Disabilities, 32*(1), 100-106. https://doi.org/10.1016/j.ridd.2010.09.004

Mahone, E. M., Martin, R., Kates, W.R., Hay, T. & Horská, A. (2009). Neuroimaging correlates of parent ratings of working memory in typically developing children. *Journal of the International Neuropsychological Society, 15*(1), 31-41. https://doi.org/10.1017/S1355617708090164

Martin, R., Tigera, C., Denckla, M. B., & Mahone, M. E. (2010). Factor structure of paediatric timed motor examination and its relationship with IQ. *Developmental Medicine and Child Neurology, 52*(8), 188–194. https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2010.03670.x

McCrimmon, A. W., Schwean, V. L., Saklofske, D. H., Montgomery, J. M., Brady, D. I. (2012). Executive functions in Asperger's syndrome: An empirical investigation of verbal and nonverbal skills. *Research in Autism Spectrum Disorders, 6*(1), 224–233. https://doi.org/10.1016/j.rasd.2011.05.003

Ming, X., Brimacombe, M., Wagner, G. C. (2007). Prevalence of motor impairment in autism spectrum disorders. *Brain Development. 29*(9), 565-70. https://doi.org/10.1016/j.braindev.2007.03.002

Molitor, S. Michel, E. & Schneider, W. (2015). Executive functions in children with motor coordination impairments. *Kindheit und Entwicklung, 24,* 181-188. https://doi.org/10.1026/0942-5403/a000174

Mostofsky, S.H., Powell, S.K., Simmonds, D.J., Goldberg, M.C., Caffo, B., Pekar, J.J. (2009). Decreased connectivity and cerebellar activity in autism during motor task performance. *Brain, 132*(9), 2413-2425. https://doi.org/10.1093/brain/awp088

Murray, M. J. (2010). Attention-deficit/Hyperactivity Disorder in the Context of Autism Spectrum Disorders. *Current Psychiatry Reports, 12*(5), 382-8. https://doi.org/10.1007/s11920-010-0145-3

Newschaffer, C. J., Croen, L. A., Daniels, J., Giarelli, E., Grether, J. K., Levy, S. E., Mandell, D. S., Miller, L. A., Pinto-Martin, J., Reaven, J., Reynolds, A. M., Rice, C. E., Schendel, D., & Windham, G. C. (2007). The epidemiology of autism spectrum disorder. *Annual Review of Public Health, 28,* 235–258. https://doi.org/10.1146/annurev.publhealth.28.021406.144007

Nilsen, E. S., Huyder, V., McAuley, T., & Liebermann, D. (2016). Ratings of everyday executive functioning (REEF): A parent-report measure of preschoolers' executive functioning skills. *Psychological Assessment. 29*(1), 50-64. https://doi.org/10.1037/pas0000308.

NJI (z.d.). Databank instrumenten. Wechsler Intelligence Scale for Children (3th ed.) Nederlandstalige bewerking (WISC-III-NL).

Nunnally, J., & Bernstein, L. (1994). *Psychometric theory*. New York: McGraw-Hill Higher, INC.

Oberer, N., Gashaj, V. & Roebers, C. M. (2017). Motor skills in kindergarten: internal structure, cognitive correlates and relationships to background variables. *Human Movement Science, 52*, 170-180. https://doi.org/10.1016/j.humov.2017.02.002

Oudgenoeg-Paz, O., Volman, C. & Leseman, P. (2016). First steps into language? Examining the specific longitudinal relations between walking, exploration and linguistic skills. *Frontiers in Psychology, 7*, 1-12. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01458

Pennington, B.F., & Ozonoff, S. (1996). Executive functions and developmental psychopathologies. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 37*(1), 51-87. https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1996.tb01380.x

Piek, J.P., Dyck, M.J., Nieman, A., Anderson, M., Hay, D., Smith L.M., McCoy, M., & Hallmayer, J. (2004). The relationship between motor coordination, executive functioning and attention in school aged children. *Archives of Clinical Neuropsychology, 19*(8), 1063–1076. https://doi.org/10.1016/j.acn.2003.12.007

Qian, Y., Wang, Y. F. (2007). Reliability and validity of behavior rating scale of executive function parent form for school age children in China. *Journal of Peking University, 39*(3), 277-83. PMID: 17572784

Qiu, A., Adler, M., Crocetti, D., Miller, M.I., & Mostofsky, S.H. (2010). Basal ganglia shapes predict social, communication, and motor dysfunctions in boys with autism spectrum disorder.
Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry, 49(6), 539-551. https://doi.org/10.1016/j.jaac.2010.02.012

Rideout, V., Foehr, U.G., & Roberts, D.F. (2010). *Generation M2. Media in the Lives of 8- to 18-Year-olds.* The Henry J. Kaiser Family Foundation.

Roebers, C.M. & Kauer, M. (2009). Motor and cognitive control in a normative sample of 7-year-olds. *Developmental Science, 12*, 75-81. https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2008.00755.x

Roebers, C. M., Röthlisberger, M., Neuenschwander, R., Cimeli, P., Michel, E., & Jäger, K. (2014). The relation between cognitive and motor performance and their relevance for children's transition to school: A latent variable approach. *Human Movement Science, 33*, 284-297. https://doi.org/10.1016/j.humov.2013.08.011

Russo, T., Flanagan, G., Iarocci, D., Berringer, P.D., Zelazo, J.A., & Burack. (2007). Deconstructing executive deficits among persons with Autism: Implications for

cognitive neuroscience. *Brain and Cognition, 65*(1), 77-86. https://doi.org/10.1016/j.bandc.2006.04.007

Schmahmann, J. D. (1994). The cerebellum in autism: Clinical andanatomical perspectives. In M. L. Bauman & T. L. Kemper (Reds.), *The neurobiology of autism* (pp. 195–226). Baltimore: Johns Hopkins University Press

Schoemaker, M., Flapper, B., Verheij, N., Wilson, B., Reinders-Messelink, H. & Kloet, A. (2007). Evaluation of the developmental coordination disorder questionnaire as a screening instrument. *Developmental Medicine & Child Neurology, 48*, 668-673. https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2006.tb01337.x

Schoemaker, M. M., Niemeijer, A. S., Flapper, B. C., & Smits-Engelsman, B. C. (2012). Validity and reliability of the Movement Assessment Battery for Children-2 Checklist for children with and without motor impairments. *Developmental Medicine and Child Neurology, 54*, 368. https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2012.04226.x

Schurink, J., Hartman, E., Scherder, E. J. A., Houwen, S., & Visscher, C. (2012). Relationship between motor and executive functioning in school-age children with pervasive developmental disorder not otherwise specified. *Research in Autism Spectrum Disorders, 6*(2), 726-732. https://doi.org/10.1016/j.rasd.2011.10.013

Schweitzer, H., Stroes, H., & Van Gelder, W. (2017). *Stimuliz Leerlingvolgsysteem: Kleine motoriek en schrijven.* Elsevier

Schwellnus, H., Carnahan, H., Kushki, A., Polatajko, H., Missiuna, C., & Chau, T. (2012). Effect of pencil grasp on the speed and legibility of handwriting after a 10-minute copy task in Grade 4 children. *Australian Occupational Therapy Journal, 59*(3), 180-187, https://doi.org/10.1111/j.1440-1630.2012.01014.x

Skogan, A. H., Zeiner, P., Egeland, J., Urnes, A. G., Reichborn-Kjennerud, T., & Aase, H. (2015). Parent ratings of executive function in young preschool children with symptoms of attention-deficit/-hyperactivity disorder. *Behavioral and Brain Functions, 11*(1), 16. https://doi.org/10.1186/s12993-015-0060-1

Spitzer, M. (2013). *Digitale dementie: Hoe wij ons verstand kapotmaken* (M, Velzen, Vert.). Amsterdam: Atlas Contact.

Spitzer, M. (2016). *Digiziek: Pleidooi voor offline leven* (M, Velzen, Vert.). Amsterdam: Atlas Contact.

Siegel, D. (2013). *Brainstorm: The power and purpose of the teenage brain*. New York, NY: Jeremy Tarcher/Penguin.

Smidts, D.P., & Huizinga, M. (2009). *BRIEF Executieve Functies Gedragsvragenlijst: Handleiding.* Amsterdam: Hogrefe Uitgevers

Smith, L., & Gasser, M. (2005). The development of embodied cognition: Six lessons from babies. *Artificial Life*, *11*(1-2), 13-29. https://doi.org/10.1162/1064546053278973

Streiner, D. (2003). Starting at the beginning: an introduction to coefficient alpha and internal consistency. *Journal of personality assessment, 80*, 99-103. https://doi.org/10.1207/S15327752JPA8001_18

St. John, T., Estes, A.M., Dager, S.R., Kostopoulos, P, Wolff, J.J., Pandey, J., Elison, J.T., Paterson, S.J., Schultz, R.T., Botteron, K., Hazlett, H. & Piven, J. (2016). Emerging Executive Functioning and Motor Development in Infants at High and Low Risk for Autism Spectrum Disorder. *Frontiers in Psychology, 7*, 1-12. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01016

Stöckel, T. & Hughes, C.M.L. (2016). The relation between measures of cognitive and motor functioning in 5- to 6-year –old children. *Psychological Research, 80*(4), 543-554. https://doi.org/10.1007/s00426-015-0662-0

Tavakol, M., & Dennick, R. (2011). Making sense of Cronbach's alpha. *International Journal of Medical Education, 2*, 53–55, https://doi.org/10.5116/ijme.4dfb.8dfd

Ten Eycke, K.D. & Dewey, D. (2016). Parent-report and performance-based measures of executive function assess different constructs. *Child Neuropsychology, 22*(8), 889-906. https://doi.org/10.1080/09297049.2015.1065961

Thelen, E., & Smith, L. B. (1994). *A dynamic systems approach to the development of cognition and action.* Cambridge, MA: MIT Press.

Toplak, M.E., West, R.F. & Stanovich, K.E. (2013). Practitioner review: Do performance-based measures and ratings of executive function assess the same construct? J*ournal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines, 54*, 131-143. https://doi.org/10.1111/jcpp.12001

Tsai, C.L., Pan, C.Y., Wang, C.H., Tseng, Y.T., & Hsieh, K.W. (2011) An event-related potential and behavioral study of impaired inhibitory control in children with autism spectrum disorder. *Research in Autism Spectrum Disorders, 5*(3), 1092-1102. https://doi.org/10.1016/j.rasd.2010.12.004

Tschida, J. T. & Yerys, B. E. (2021). Real-world executive functioning for autistic children in school and home settings. *Autism.* https://doi.org/10.1177/13623613211041189

Valentini, N.C., Ramalho, M.H., & Oliveira, M.A. (2014). Movement assessment battery for children-2: Translation, reliability, and validity for Brazilian children. *Research in Developmental Disabilities, 35*, 733-740. https://doi.org/10.1016/j.ridd.2013.10.028

Van den Bos, N., Houwen, S., Schoemaker, M. & Rosenblum, S. (2021). Balancing Text Generative and Text Transcriptive Demands: Written Content and Handwriting Legibility and Speed of Children and Youth with Autism Spectrum Disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders.* https://doi.org/10.1007/s10803-021-05325-w

Van der Fels, I. M., Te Wierike, S., Hartman, E., Elferink-Gemser, M., 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 Sport, 18*(6), 697-703. https://doi.org/10.1016/j.jsams.2014.09.007

Vandewater, E. A., Rideout, V., Wartella, E. A., Huang, X., Lee, J.H., & Shim, M. (2007). Digital childhood: electronic media and technology use among infants, toddlers, and preschoolers.
Pediatrics, 119(5), 1006-1015, https://doi.org/10.1542/peds.2006-1804

Van Mier, H. (2006). Developmental differences in drawing performance of the dominant and non-dominant hand in right-handed boys and girls. *Human Movement Science, 25*, 657–677. https://doi.org/10.1016/j.humov.2006.06.004

Vanvuchelen, M., Roeyers, H., De Weerdt, W. (2017). Nature of motor imitation problems in school-aged boys with autism: A motor or a cognitive problem? *Autism, 11*(3), 225-240. https://doi.org/10.1177/1362361307076846

Verté, S., Geurts, H.M., Roeyers, H., Oosterlaan, J., & Sergeant, J.A. (2005). Executive functioning in children with autism and Tourette syndrome. *Development and Psychopathology, 17*(2), 415-445. https://doi.org/10.1017/S0954579405050200

Wagner, M. O., Kastner, J., Petermann, F. & Bös, K. (2011). Factorial validity of the Movement Assessment Battery for Children-2 (age band 2). *Research in Developmental Disabilities, 32*(2), 674–680. https://doi.org/10.1016/j.ridd.2010.11.016

Whyatt, C. P., & Craig, C. M. (2012). Motor skills in children aged 7–10 years, diagnosed with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 42*(9), 1799–1809. https://doi.org/10.1007/s10803-011-1421-8

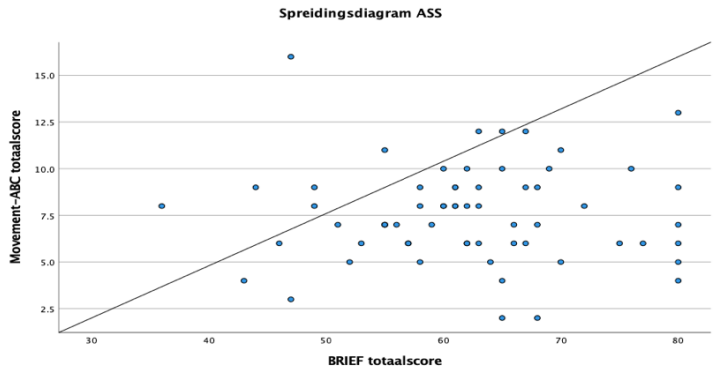
Whyatt, C. P., & Craig, C. M. (2013). Sensory-motor problems in autism. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, *7*(51), 1–12. https://doi.org/10.3389/fnint.2013.00051

Wilson, R. D., McCracken, J. T., Rinehart, N. J., & Jeste, S. S. (2018). What's missing in autism spectrum disorder motor assessments? *Journal of Neurodevelopmental Disorders*, *10*(1), 33. https://doi.org/10.1186/s11689-018-9257-6

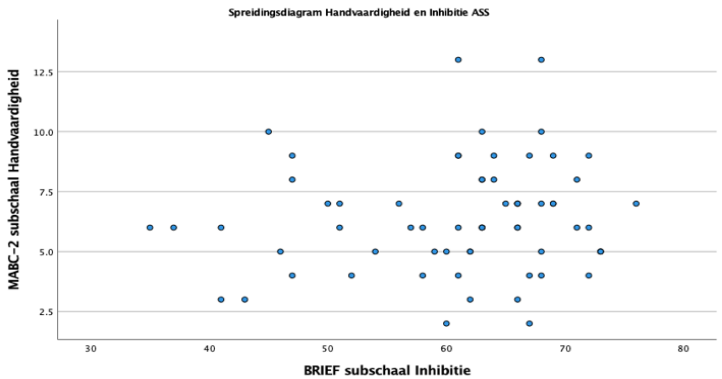
Wuang, Y. P., Su, J. H., Su, C.Y. (2012). Reliability and responsiveness of the Movement Assessment Battery for Children-Second Edition Test in children with developmental coordination disorder. *Developmental medicine and child neurology*, *54*(2), 160-5. https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2011.04177.x

Bijlage A – Lineariteit kinderen met ASS

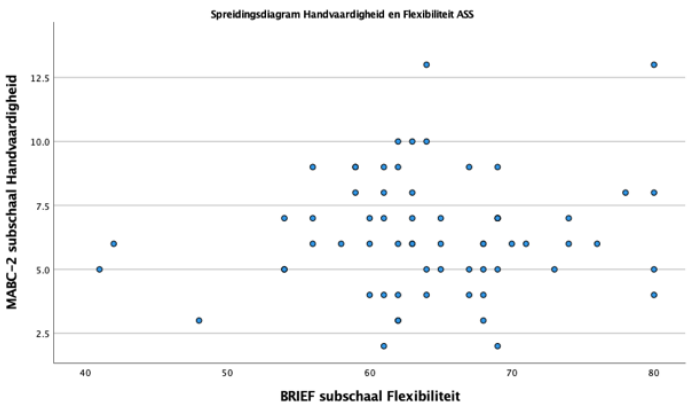
Figuur 1
Spreidingsdiagram MABC-2 totaalscore en BRIEF totaalscore



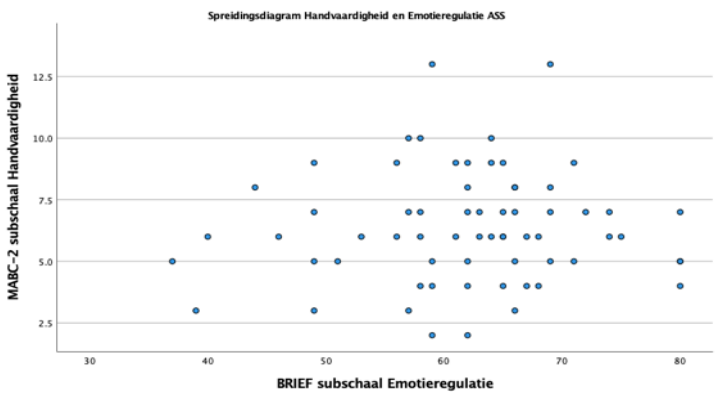
Figuur 2
Spreidingsdiagram MABC-2 Handvaardigheid en BRIEF Inhibitie



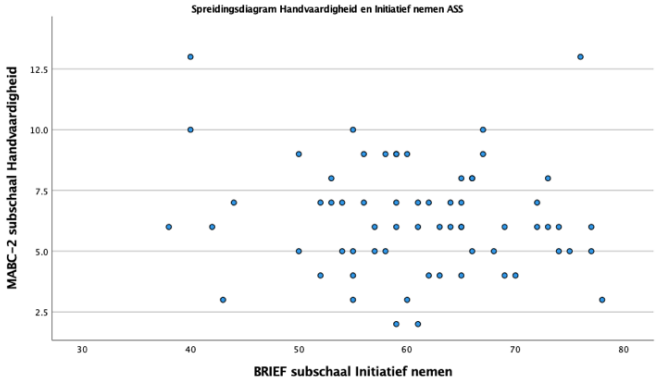
Figuur 3
Spreidingsdiagram MABC-2 Handvaardigheid en BRIEF Flexibiliteit



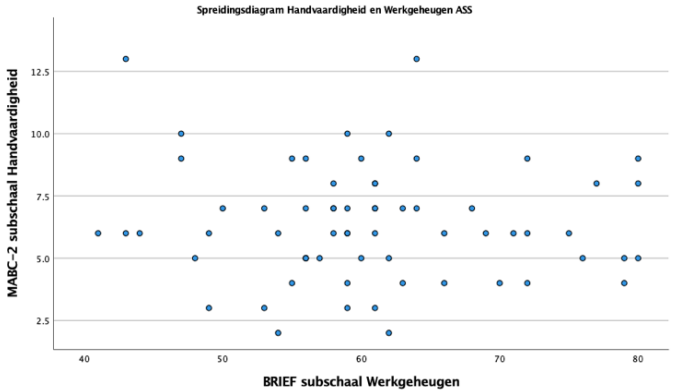
Figuur 4
Spreidingsdiagram MABC-2 Handvaardigheid en BRIEF Emotieregulatie



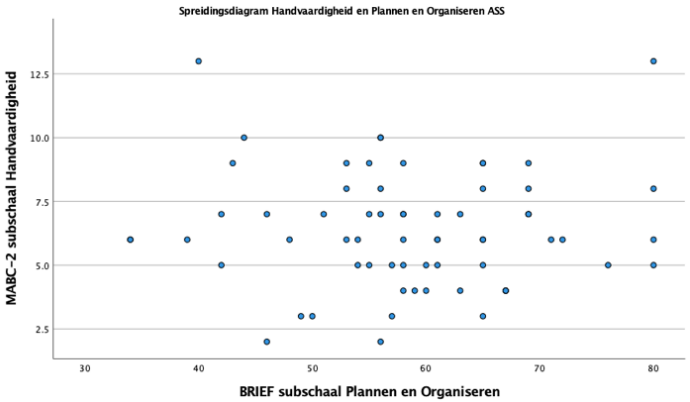
Figuur 5
Spreidingsdiagram MABC-2 Handvaardigheid en BRIEF Initiatief nemen



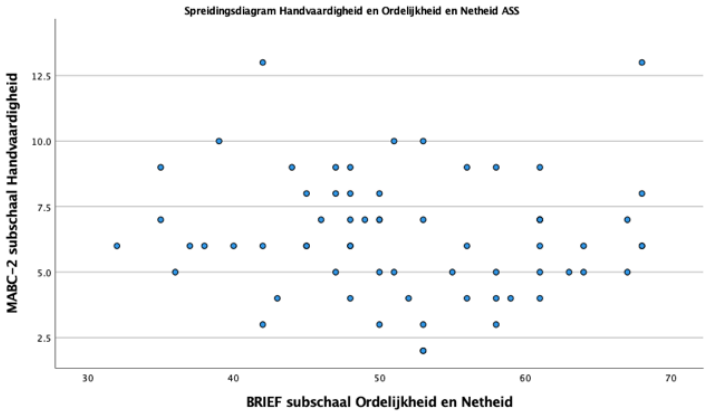
Figuur 6
Spreidingsdiagram MABC-2 Handvaardigheid en BRIEF Werkgeheugen



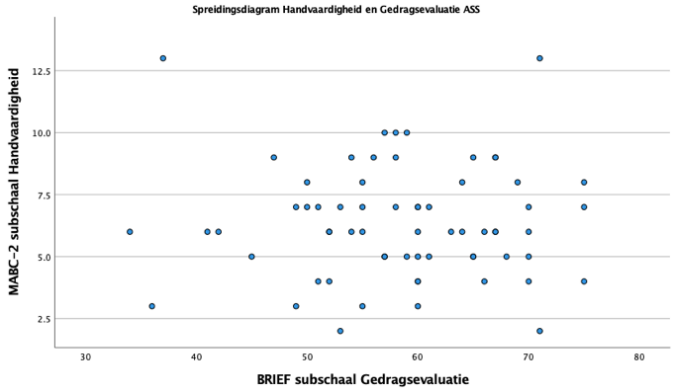
Figuur 7
Spreidingsdiagram MABC-2 Handvaardigheid en BRIEF Plannen en Organiseren



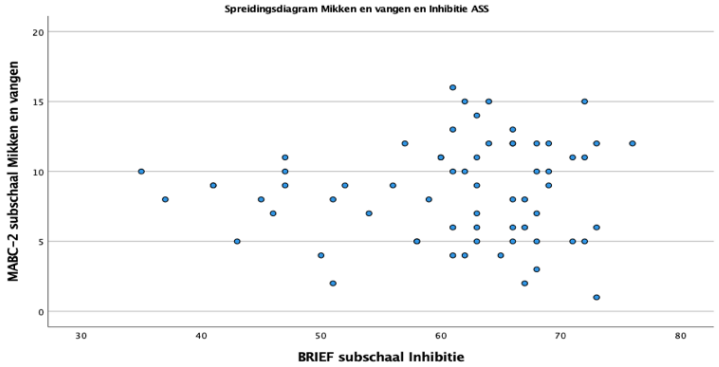
Figuur 8
Spreidingsdiagram MABC-2 Handvaardigheid en BRIEF Ordelijkheid en netheid



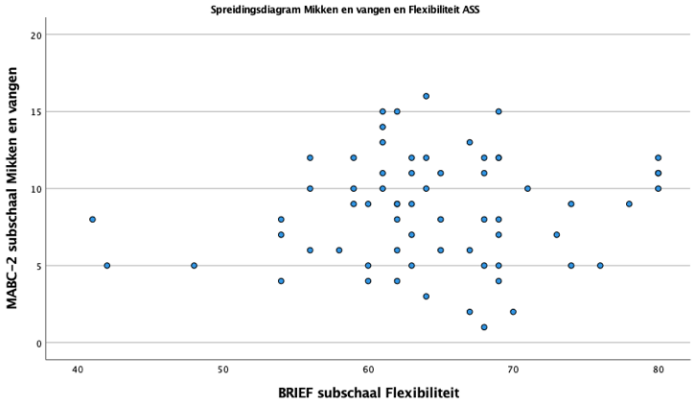
Figuur 9
Spreidingsdiagram MABC-2 Handvaardigheid en BRIEF Gedragsevaluatie



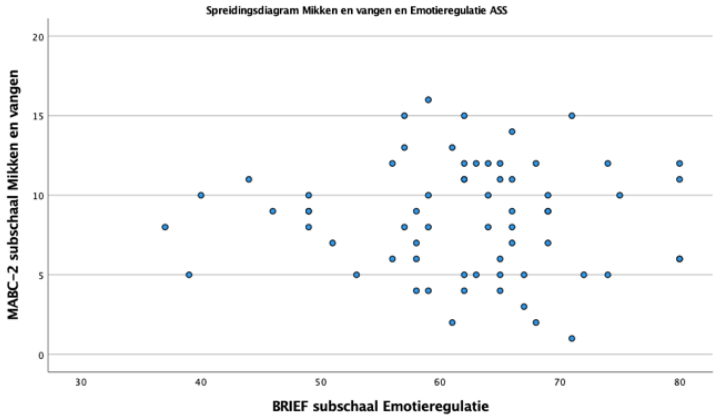
Figuur 10
Spreidingsdiagram MABC-2 Mikken en vangen en BRIEF Inhibitie



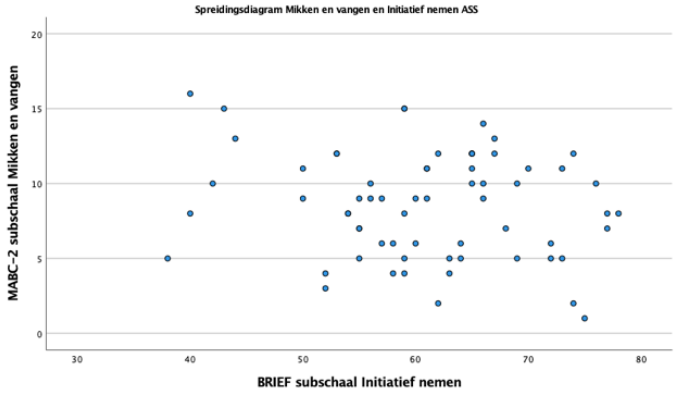
Figuur 11
Spreidingsdiagram MABC-2 Mikken en vangen en BRIEF Flexibiliteit



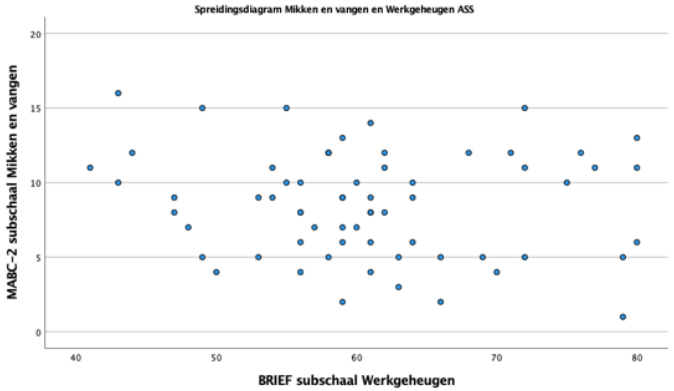
Figuur 12
Spreidingsdiagram MABC-2 Mikken en vangen en BRIEF Emotieregulatie



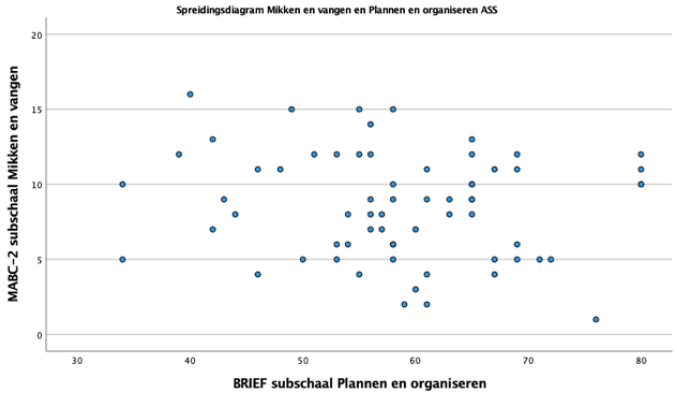
Figuur 13
Spreidingsdiagram MABC-2 Mikken en vangen en BRIEF Initiatief nemen



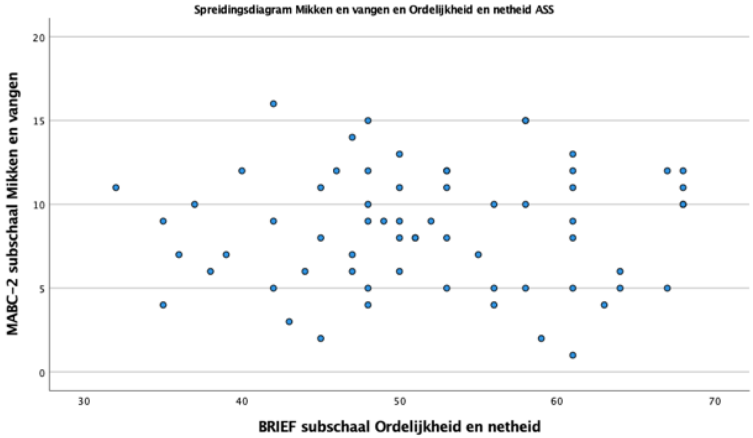
Figuur 14
Spreidingsdiagram MABC-2 Mikken en vangen en BRIEF Werkgeheugen



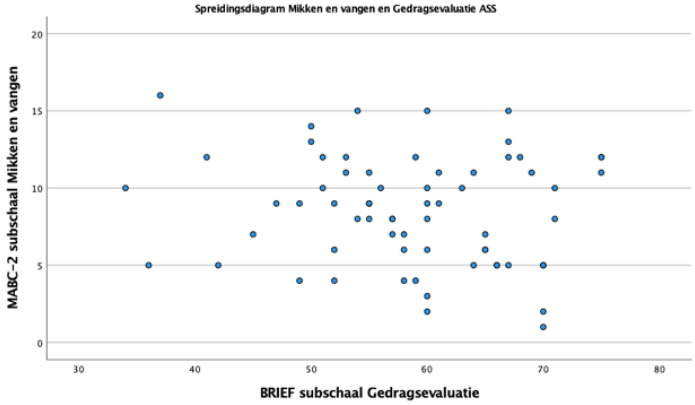
Figuur 15
Spreidingsdiagram MABC-2 Mikken en vangen en BRIEF Plannen en organiseren



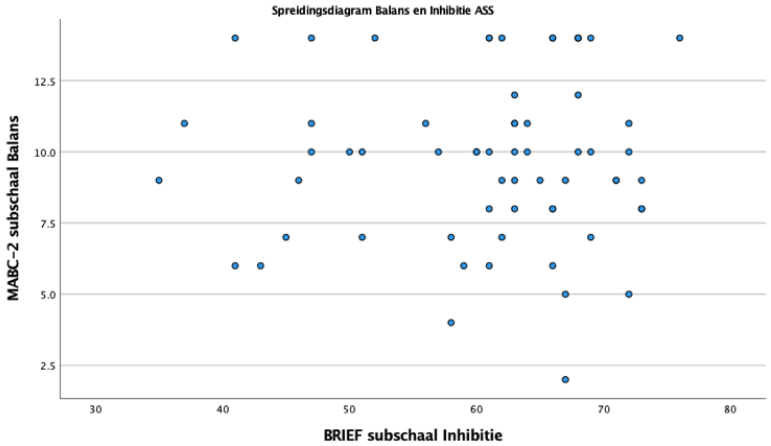
Figuur 16
Spreidingsdiagram MABC-2 Mikken en vangen en BRIEF Ordelijkheid en netheid



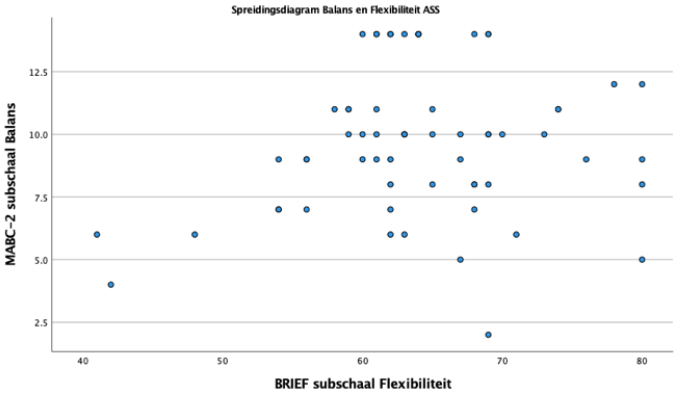
Figuur 17
Spreidingsdiagram MABC-2 Mikken en vangen en BRIEF Gedragsevaluatie



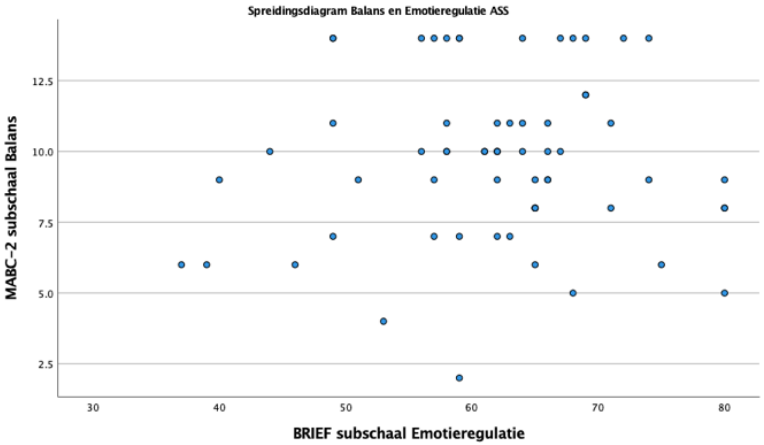
Figuur 18
Spreidingsdiagram MABC-2 Balans en BRIEF Inhibitie



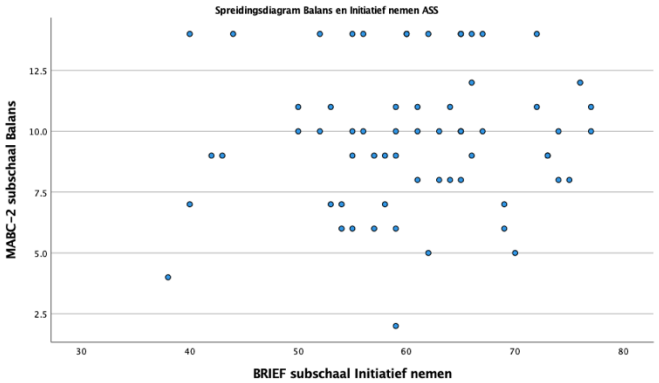
Figuur 19
Spreidingsdiagram MABC-2 Balans en BRIEF Flexibiliteit



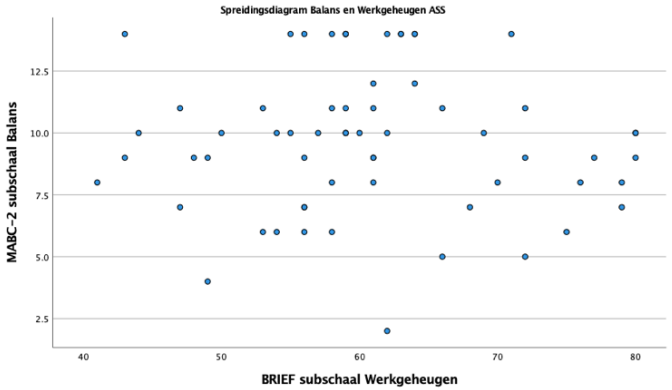
Figuur 20
Spreidingsdiagram MABC-2 Balans en BRIEF Emotieregulatie.



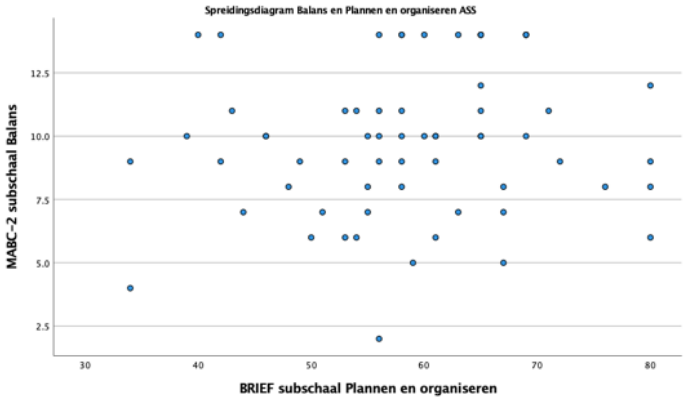
Figuur 21
Spreidingsdiagram MABC-2 Balans en BRIEF Initiatief nemen



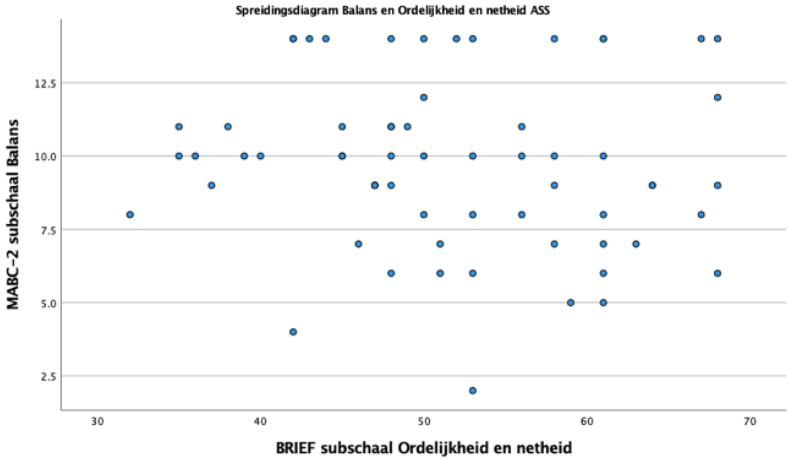
Figuur 22
Spreidingsdiagram MABC-2 Balans en BRIEF Werkgeheugen



Figuur 23
Spreidingsdiagram MABC-2 Balans en BRIEF Plannen en organiseren

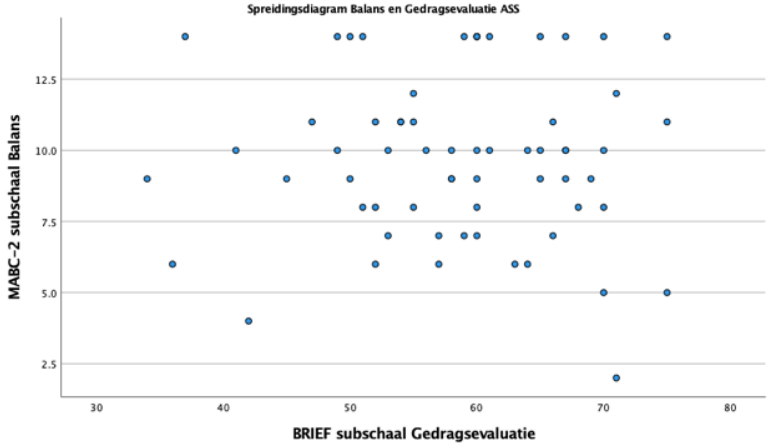


Figuur 24
Spreidingsdiagram MABC-2 Balans en BRIEF Ordelijkheid en netheid



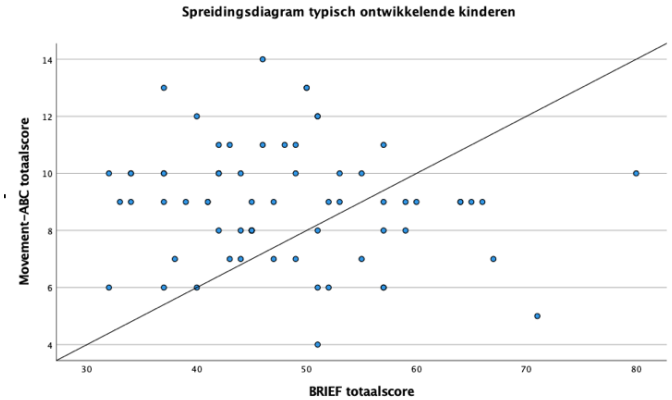
Figuur 25

Spreidingsdiagram MABC-2 Balans en BRIEF Gedragsevaluatie

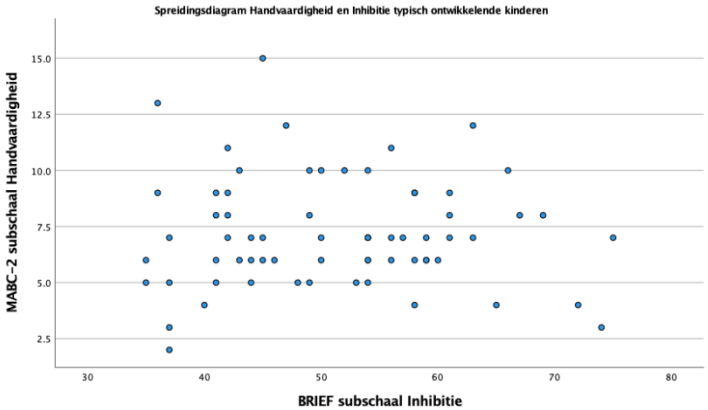


Bijlage B – Lineariteit kinderen zonder ASS

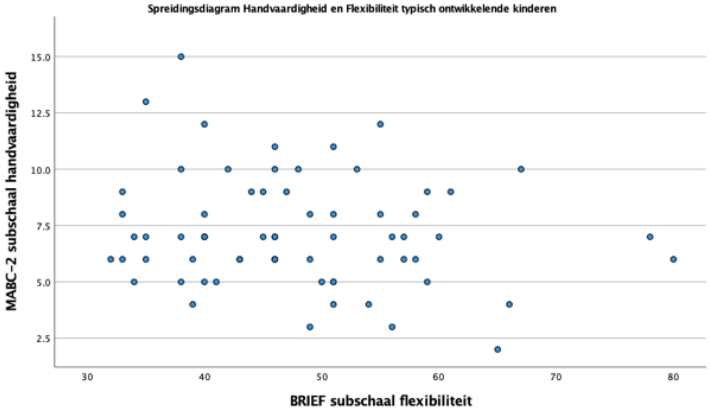
Figuur 1
Spreidingsdiagram MABC-2 totaalscore en BRIEF totaalscore.



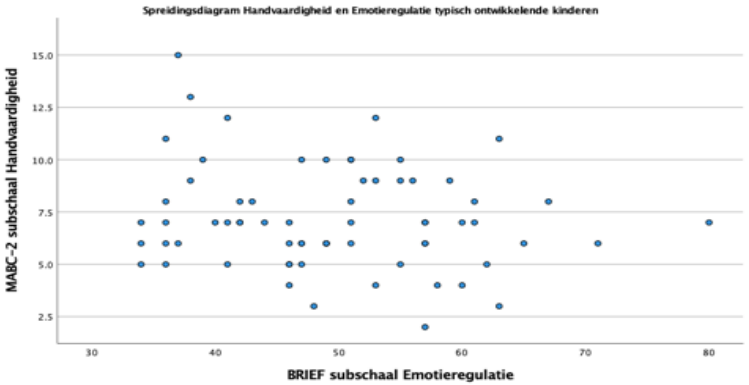
Figuur 2
Spreidingsdiagram MABC-2 Handvaardigheid en BRIEF Inhibitie.



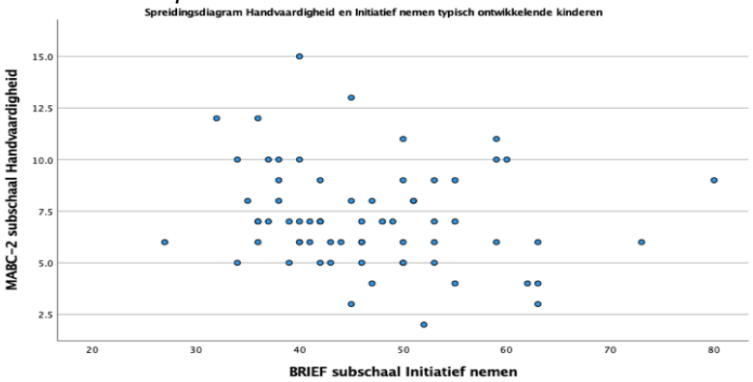
Figuur 3
Spreidingsdiagram MABC-2 Handvaardigheid en BRIEF Flexibiliteit



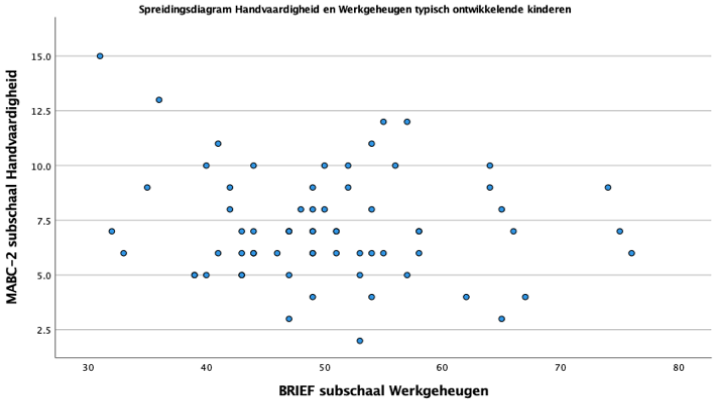
Figuur 4
Spreidingsdiagram MABC-2 Handvaardigheid en BRIEF Emotieregulatie



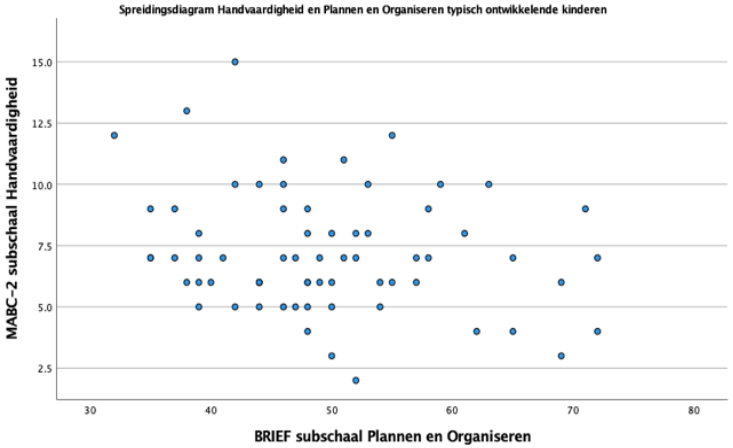
Figuur 5
Spreidingsdiagram MABC-2 Handvaardigheid en BRIEF Initiatief nemen.



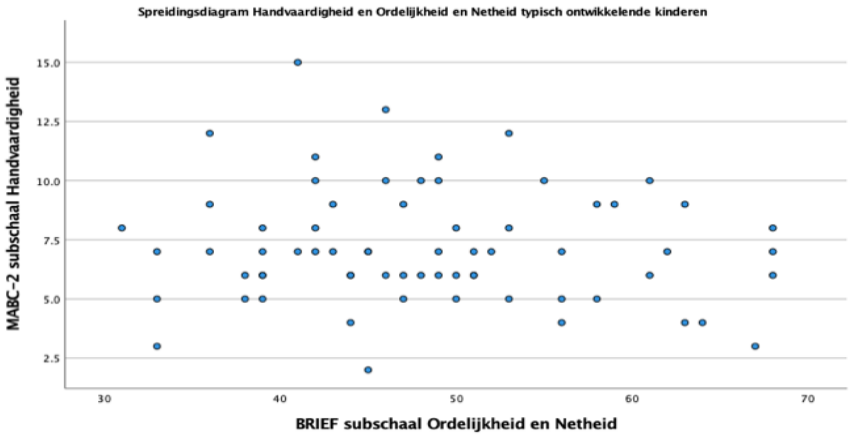
Figuur 6
Spreidingsdiagram MABC-2 Handvaardigheid en BRIEF Werkgeheugen



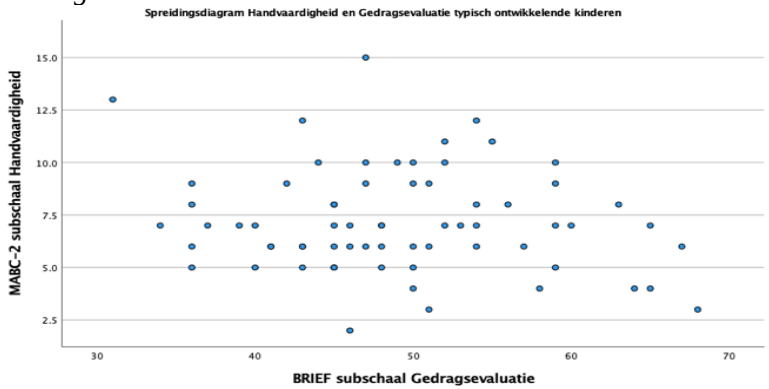
Figuur 7
Spreidingsdiagram MABC-2 Handvaardigheid en BRIEF Plannen en Organiseren



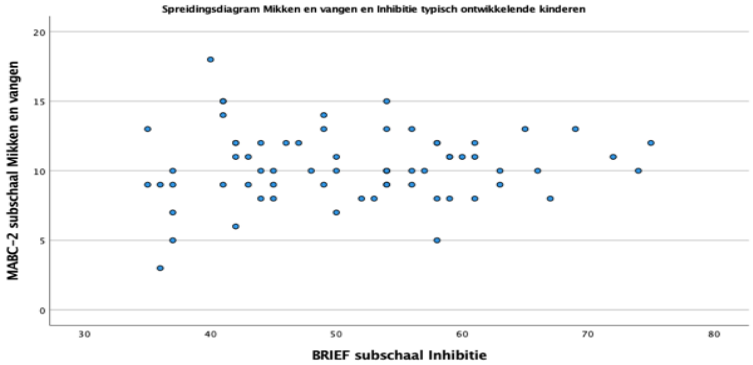
Figuur 8
Spreidingsdiagram MABC-2 Handvaardigheid en BRIEF Ordelijkheid en netheid



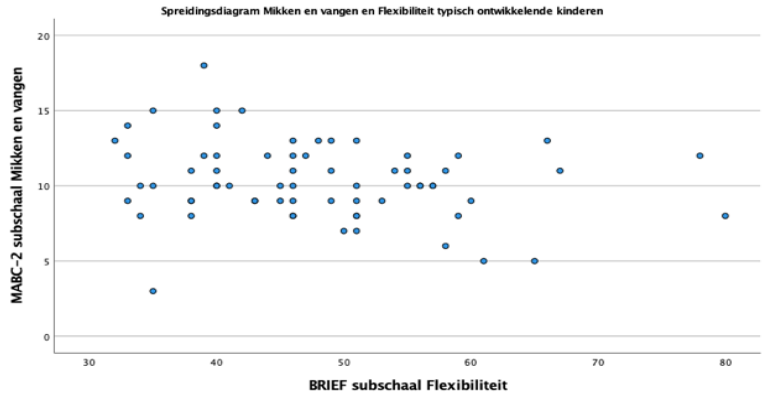
Figuur 9
Spreidingsdiagram MABC-2 Handvaardigheid en BRIEF Gedragsevaluatie



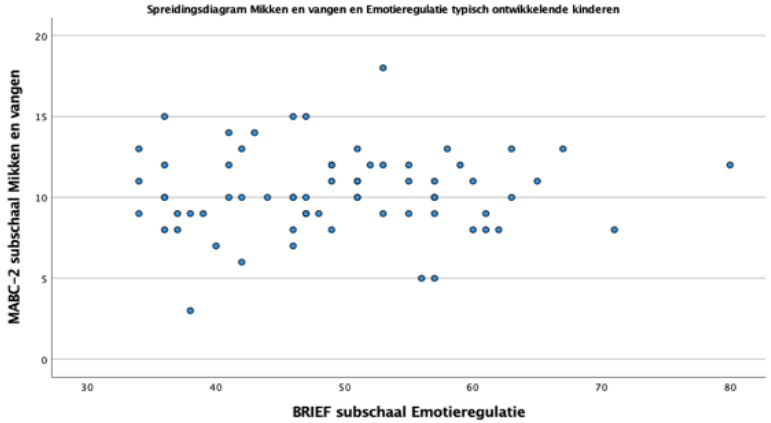
Figuur 10
Spreidingsdiagram MABC-2 Mikken en vangen en BRIEF Inhibitie



Figuur 11
Spreidingsdiagram MABC-2 Mikken en vangen en BRIEF Flexibiliteit.

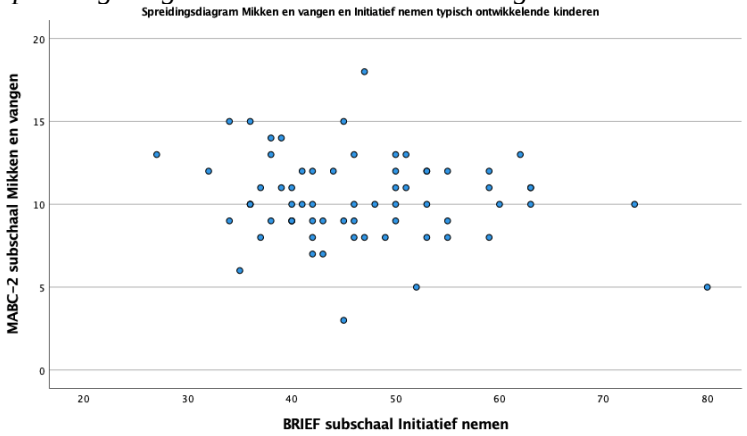


Figuur 12
Spreidingsdiagram MABC-2 Mikken en vangen en BRIEF Emotieregulatie



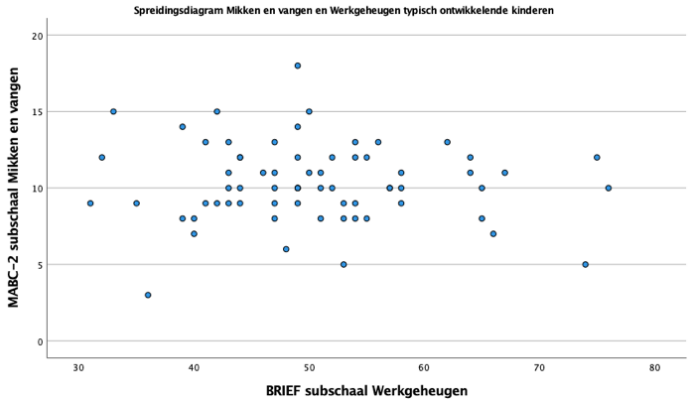
Figuur 13

Spreidingsdiagram MABC-2 Mikken en vangen en BRIEF Initiatief nemen



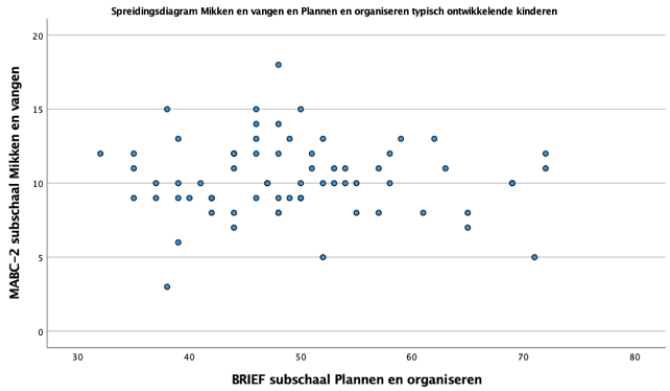
Figuur 14

Spreidingsdiagram MABC-2 Mikken en vangen en BRIEF Werkgeheugen



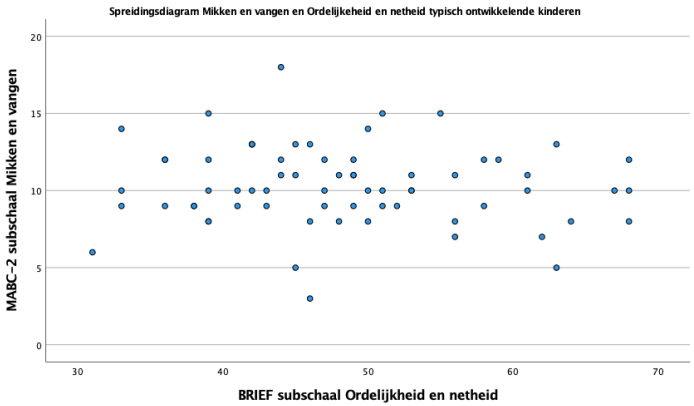
Figuur 15

Spreidingsdiagram MABC-2 Mikken en vangen en BRIEF Plannen en organiseren

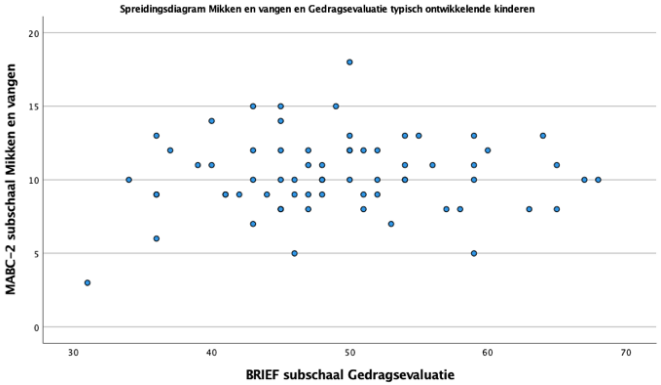


Figuur 16

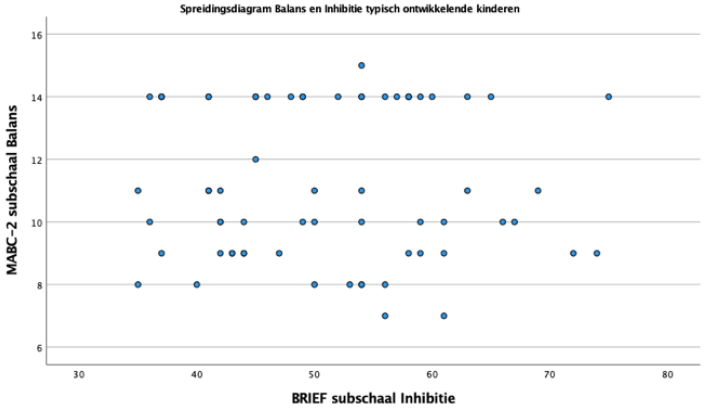
Spreidingsdiagram MABC-2 Mikken en vangen en BRIEF Ordelijkheid en netheid



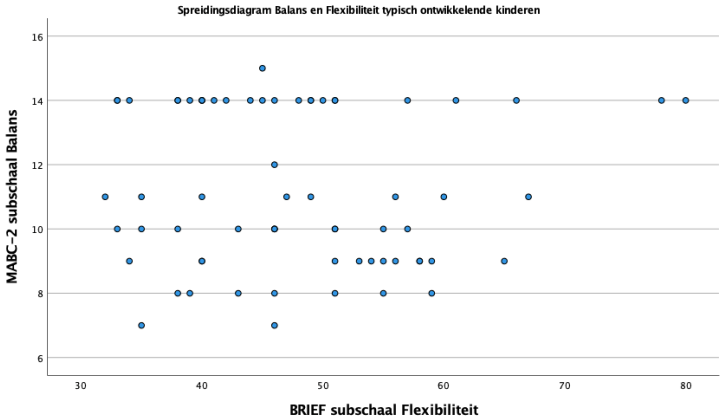
Figuur 17
Spreidingsdiagram MABC-2 Mikken en vangen en BRIEF Gedragsevaluatie



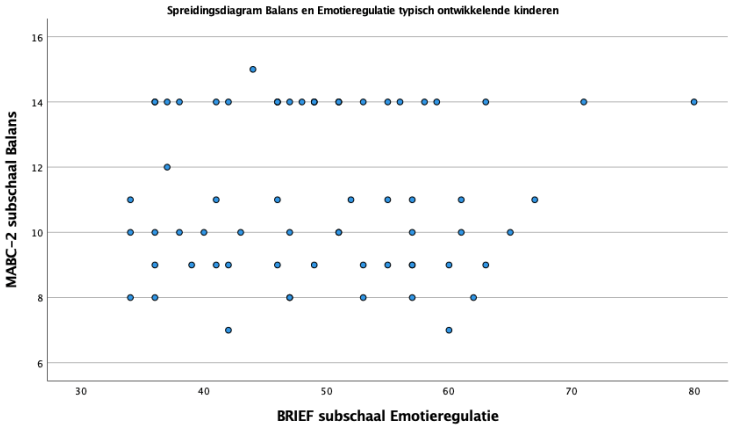
Figuur 18
Spreidingsdiagram MABC-2 Balans en BRIEF Inhibitie



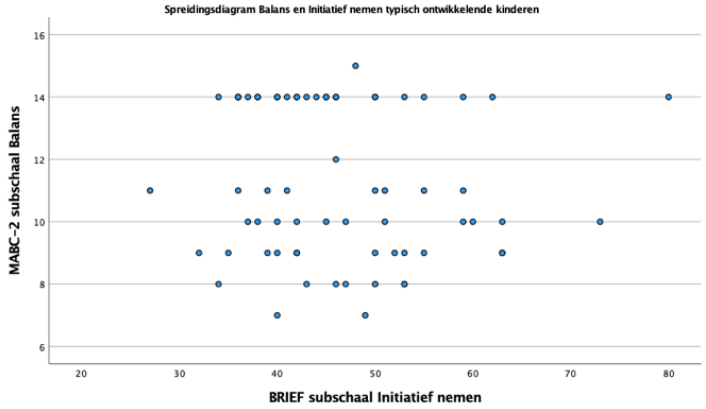
Figuur 19
Spreidingsdiagram MABC-2 Balans en BRIEF Flexibiliteit



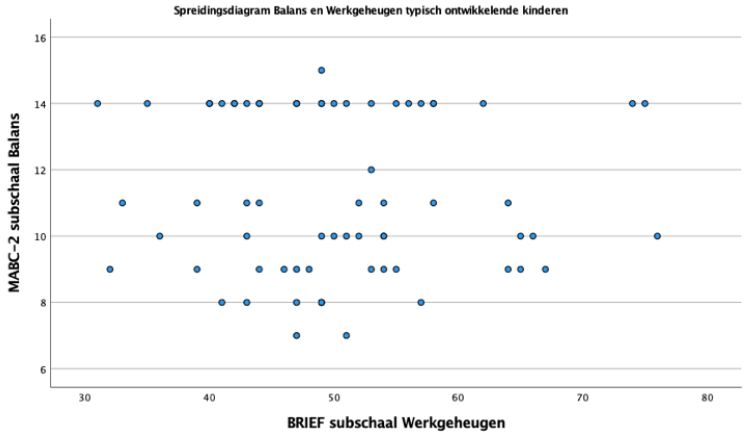
Figuur 20
Spreidingsdiagram MABC-2 Balans en BRIEF Emotieregulatie.



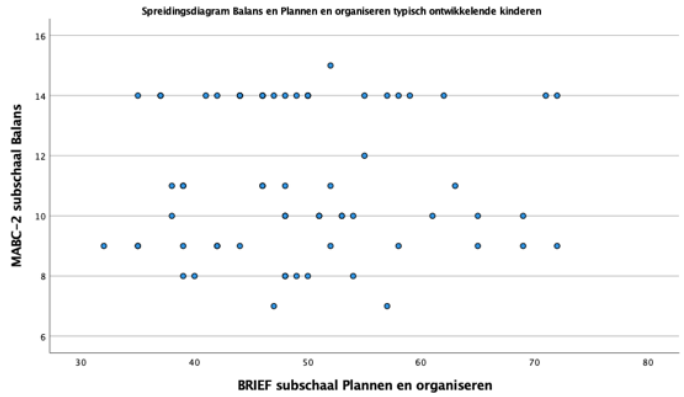
Figuur 21
Spreidingsdiagram MABC-2 Balans en BRIEF Initiatief nemen



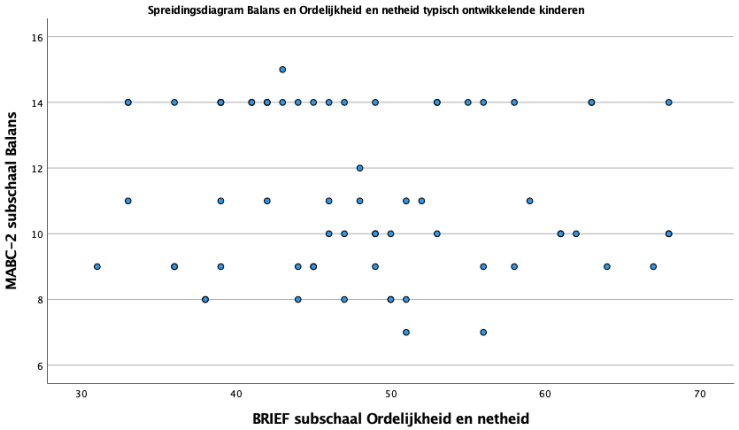
Figuur 22
Spreidingsdiagram MABC-2 Balans en BRIEF Werkgeheugen

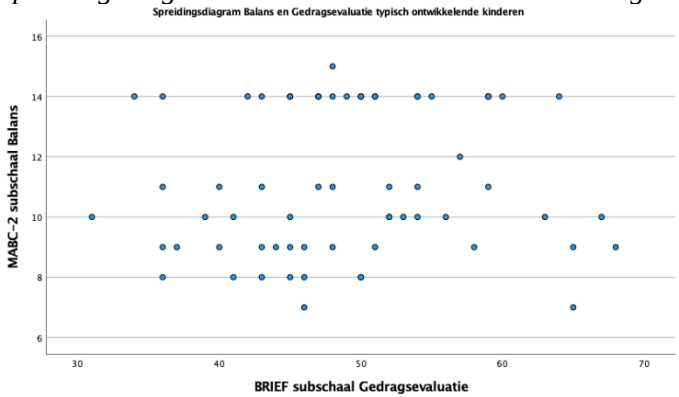


Figuur 23
Spreidingsdiagram MABC-2 Balans en BRIEF Plannen en organiseren



Figuur 24
Spreidingsdiagram MABC-2 Balans en BRIEF Ordelijkheid en netheid



Figuur 25

Spreidingsdiagram MABC-2 Balans en BRIEF Gedragsevaluatie