



**rijksuniversiteit
groningen**

**De Samenhang Tussen de Executieve Functies en
Motorische Vaardigheden in Typisch
Ontwikkelende Kinderen van Drie en Vier jaar
oud: De Mogelijke Invloed van Fysieke Fitheid en
Sociaaleconomische Status**

**The Relationship Between Executive Functions
and Motor Skills in Typically Developing Three
to Four Year Old Children: The Possible
Influence of Physical Fitness and Socioeconomic
Status**

Masterthese Klinische Neuropsychologie

Corine Sterenborg

S2914492

juni 2022

Afdeling Psychologie

Rijksuniversiteit Groningen

Supervisor: Erica Kamphorst

Tweede beoordelaar: Geraldina Gastra

Abstract

Even though the relationship between executive functions (EF) and motor skills has been given a more prominent role in developmental- and neuropsychology, the nature of this relationship remains unclear in three- and four-year-old children with normal development. This is because the findings are often inconsistent, which may be due to variables that influence the strength, direction and coherence. This study seeks to clarify this inconsistency by examining the relationship between EF and motor skills in combination with two moderator variables, namely physical fitness and socioeconomic status. A cross-sectional study was conducted in which 159 three- and four-year-old children participated (85 boys; 53,4%). The children were administered an extensive test battery aimed at measuring EF and motor skills. The mothers of the children also completed a questionnaire in which they could indicate how physically fit their child was and what their highest level of education was. The moderator analysis showed that physical fitness and socioeconomic status could be identified as moderators, as they influence the relationship between EF and motor skills significantly and with moderate effects. This has led to the conclusion that children who are less physically fit and who come from a low to medium socioeconomic status are more at risk of developing delays in EF and motor skills. It is recommended to perform another moderator analysis that looks at two-way or three-way interactions, to make sure these vulnerable children get the assistance and intervention they need as soon as possible.

Keywords: executive functions, inhibition, working memory, motor skills, physical fitness, socioeconomic status, ,moderator, moderator analysis, oneway-interaction, Day/Night test, Hand Tapping test, Head-Toes-Knees-Shoulders test, Forward Digit Recall test, Forward Corsi Block test, Movement Assessment Battery for Children 2 (MABC-2).

Samenvatting

Ondanks dat de samenhang tussen de executieve functies (EF) en motorische vaardigheden binnen de ontwikkelings- en neuropsychologie een steeds prominentere rol krijgt, blijft de precieze aard van deze relatie onduidelijk bij kinderen van drie en vier jaar oud die een normale ontwikkeling doormaken. Dit komt doordat er veelal inconsistente bevindingen worden gevonden, welke mogelijk te wijten zijn aan variabelen die de sterkte, richting en samenhang beïnvloeden. Het huidige onderzoek tracht deze onduidelijkheid te verhelderen door de samenhang tussen EF en motorische vaardigheden te bekijken in combinatie met twee moderator variabelen, namelijk fysieke fitheid en sociaaleconomische status. Er is een cross-sectioneel onderzoek uitgevoerd waar 159 drie- en vierjarige kinderen aan hebben deelgenomen (85 jongens; 53.4%). Bij de kinderen werd een uitgebreide testbatterij afgenomen die de EF en motorische vaardigheden beoogden te meten. De moeders van de kinderen vulde een vragenlijst in waarin ze aan konden geven hoe fysiek fit hun kind was en wat hun hoogst genoten opleiding was. De moderatoranalyse wees uit dat fysieke fitheid en sociaaleconomische status als moderatoren geïdentificeerd konden worden, aangezien zij significant en met een gemiddelde effect de relatie tussen EF en motorische vaardigheden beïnvloeden. Hiermee kon geconcludeerd worden dat kinderen die minder fysiek fit zijn en uit een laag tot gemiddeld sociaal milieu komen meer risico lopen op een ontwikkelingsachterstand in EF en motorische vaardigheden. Er wordt aanbevolen om opnieuw een moderatoranalyse uit te voeren welke kijkt naar tweeweg- of drieweg-interacties, zodat er tijdig interventies ingezet kunnen worden bij deze kwetsbare kinderen.

Trefwoorden: executieve functies, inhibitie, werkgeheugen, motorische vaardigheden, fysieke fitheid, sociaaleconomische status, moderatoren, moderatoranalyse, eenweg-interactie, Day/Night test, Hand Tapping test, Head-Toes-Knees-Shoulders test, Forward Digit Recall test, Forward Corsi Block test, Movement Assessment Battery for Children 2 (MABC-2).

De Samenhang Tussen de Executieve Functies en Motorische Vaardigheden in Typisch Ontwikkellende Kinderen van Drie en Vier jaar oud: De Mogelijke Invloed van Fysieke Fitheid en Sociaal Economische Status

Tegenwoordig krijgt de relatie tussen executieve functies (EF) en motorische vaardigheden steeds meer aandacht en wordt het vaker onderzocht binnen de sociale wetenschappen (Gandotra et al., 2022). Vooral binnen de neuro- en ontwikkelingspsychologie is de vroege kindertijd een interessante periode. Naast dat de hersenen in deze periode opmerkelijke veranderingen doormaken, wordt ook verondersteld dat de ontwikkeling van EF en motorische vaardigheden een gelijktijdig proces is (Semrud-Clikeman & Ellison, 2009; Cadoret et al., 2018; Gandotra et al., 2022). Zo vinden er groeispurten plaats die bijdragen aan een verdubbeling in het gewicht van de hersenen en het versterken van neuronen waardoor de verschillende hersengebieden, verantwoordelijk voor EF en motorische vaardigheden, beter met elkaar kunnen samenwerken (Semrud-Clikeman & Ellison, 2009). De interesse in en veronderstelling dat EF en motorische vaardigheden onderling verbonden zijn heeft raakvlakken met de cognitieve ontwikkelingstheorie van Piaget (Piaget & Inhelder, 1966). Deze theorie stelt dat de ontwikkeling van motorische vaardigheden maakt dat het kind diens omgeving kan verkennen. Zo worden nieuwe cognitieve concepten ontwikkeld, waarbij het proces van assimilatie (bestaande kennis wordt gebruikt in nieuwe situaties) en accommodatie (aanpassing van bestaande kennis in nieuwe situaties) belangrijk zijn. Deze (nieuwe) cognitieve concepten zijn vervolgens weer nodig om complexere motorische vaardigheden te leren (Oberer et al., 2017). Een recentere theorie omtrent de samenhang tussen het cognitief functioneren en motorische vaardigheden is de ‘embodied cognition perspective’. Deze theorie veronderstelt dat de ontwikkeling van de cognitieve functies (waaronder EF) plaatsvindt in de context van de motorische interactie van een kind met de fysieke en sociale omgeving (Smith & Gasser, 2005). De motorische interactie van het kind biedt de

mogelijkheid om de omgeving actief te kunnen verkennen, hiervan te leren en waar nodig te manipuleren (Campos et al., 2000; von Hofsten, 2007; von Hofsten, 2009). Deze twee theorieën geven aan dat men, al een lange tijd, bezig is met het leren begrijpen van de relatie tussen EF en motorische vaardigheden. Verder worden deze theorieën bevestigd en gespecificeerd in neurobiologische onderzoeken, waarin een samenhang tussen de ontwikkeling van EF en motorische vaardigheden wordt beschreven (Diamond, 2000; Hartman et al., 2010; van der Fels et al., 2015; Houwen et al., 2017). Zo blijkt dat dezelfde hersenstructuren (cerebellum, prefrontale cortex, basale ganglia en striatum) betrokken zijn bij de uitvoering van EF en motorische vaardigheden (Oberer et al., 2017; Semrud-Clikeman & Ellison, 2009).

De EF zijn al enkele keren genoemd en omvatten een koepelterm voor meerdere vaardigheden en worden gedefinieerd als de capaciteiten die iemand in staat stellen om onafhankelijk, doelgericht en zelfingenomen gedrag te vertonen (Diamond, 2016; Lezak et al., 2004). Aangezien EF in meerdere, vergelijkbare, onderzoeken (waaronder Aadland et al., 2017; Cadoret et al., 2018; Houwen et al., 2017; Michel et al., 2018) wordt opgedeeld in sub componenten, is ervoor gekozen om hetzelfde te doen in dit onderzoek. Volgens Diamond (2016) zijn inhibitie en werkgeheugen twee kerncomponenten van EF welke volop in ontwikkeling zijn bij kinderen van drie en vier jaar oud (Semrud-Clikeman & Ellison, 2009). Inhibitie betreft de vaardigheid om prepotente, dominante of automatische reacties te remmen (inhiberen) (Oberer et al., 2017), terwijl werkgeheugen wordt gedefinieerd als het vermogen om informatie vast te houden en te manipuleren (Diamond, 2016). De motorische vaardigheden zijn aangeleerde reeksen van bewegingen die worden gecombineerd om soepele, efficiënte acties te produceren zodat een bepaalde taak uitgevoerd kan worden (Piek et al., 2012). In de literatuur bestaan de motorische vaardigheden veelal uit fijne en grove motoriek (Cadoret et al., 2018; van der Fels et al., 2015; Oberer et al., 2017). Fijne motoriek

helpt bij het maken van precieze handelingen en de integratie van deze handelingen. Bij grove motoriek kan er gedacht worden aan fysieke handelingen zoals: springen, sprinten en lopen (van der Fels et al., 2015). Het is relevant om te benoemen dat de motorische vaardigheden niet worden opgedeeld in sub componenten, maar dat deze enkel beschreven worden omdat deze kennis nodig is voor de, latere, uitleg over het testmateriaal.

Ondanks dat recente neurobiologische onderzoeken een samenhang tussen EF en motorische vaardigheden suggereren, kan niet met zekerheid gezegd worden dat deze samenhang ook bestaat in typisch ontwikkelende kinderen in de leeftijd van drie en vier jaar (Diamond, 2000; van der Fels et al., 2015; Houwen et al., 2017). Dit komt doordat de overgrote meerderheid van de literatuur zich richt op de samenhang tussen EF en motorische vaardigheden bij kinderen vanaf vijf jaar en die doorgaans een atypische ontwikkeling doormaken (Houwen et al., 2017; van der Fels et al., 2015). Dit is frappant, aangezien de vroege kindertijd gezien wordt als een cruciale periode voor de opkomst en ontwikkeling van zowel EF als motorische vaardigheden (Houwen et al., 2017). Het is daarom van belang dat er meer onderzoek wordt gedaan, omdat is gebleken dat EF en motorische vaardigheden een belangrijke rol spelen in het voorspellen van het schools functioneren bij typisch ontwikkelende kinderen (Diamond, 2016; Cadoret et al., 2018). Zo blijkt dat jonge kinderen die goede motorische vaardigheden hebben ontwikkeld en hun omgeving actief verkennen, hogere academische prestaties behalen in de adolescentie (Cadoret et al., 2018). Een vergelijkbare bevinding geldt voor EF: de ontwikkeling van EF in de vroege kindertijd is in hoge mate voorspellend voor academische gereedheid en succes in zowel de adolescentie als jongvolwassenheid (Diamond, 2016; Baggetta & Alexander, 2016; Mulder et al., 2014). Naast dat er weinig onderzoek is gedaan, worden er ook veelal inconsistente bevindingen gevonden wanneer gekeken wordt naar de samenhang tussen EF en motorische vaardigheden. Zo worden er niet altijd significante resultaten gerapporteerd en gaan de significante resultaten

veelal gepaard met zwakke effecten (van der Fels et al., 2015; Houwen et al., 2017; Michel et al., 2018; Gandotra et al., 2022). Aangezien er in de huidige literatuur weinig rekening wordt gehouden met eventuele derde variabelen, kan het zo zijn dat er variabelen zijn welke de sterkte, richting en aanwezigheid van de samenhang tussen EF en motorische vaardigheden beïnvloeden (van der Fels et al., 2015; Houwen et al., 2017). Ook wel moderator variabelen of moderatoren genoemd. Voor dit onderzoek is er gekozen om twee variabelen mee te nemen als moderatoren. Allereerst fysieke fitheid welke gezien kan worden als de mate waarin het kind fysiek actief is (Michel et al., 2016). Fysieke fitheid is om twee redenen gekozen als moderator in dit onderzoek. Allereerst omdat er vanuit de literatuur wordt gesteld dat een betere fysieke fitheid ook automatisch tot betere motorische vaardigheden leidt (Hands & Larkin, 2006). Aangezien is gebleken dat EF en motorische vaardigheden, in de theorie en vanuit de neurobiologische onderzoeken, een gelijktijdige ontwikkeling met elkaar doormaken zou fysieke fitheid mogelijk de samenhang tussen EF en motorische vaardigheden kunnen beïnvloeden. Ten tweede kan er gebruik gemaakt worden van een vragenlijst, waarover in het volgende hoofdstuk meer, welke zich goed leent voor het conceptualiseren van fysieke fitheid. Het voordeel hiervan is dat deze vragenlijst is ingevuld door de ouders van de kinderen. De tweede variabele die als moderator wordt meegenomen is sociaaleconomische status (SES). Bij SES dient er gedacht te worden aan het opleidingsniveau van de moeders, aangezien deze, tot op heden, in verhouding tot vaders minder werken en daarmee de kinderen vaker zien (CBS, 2022). Zij hebben hierdoor een betere kijk op, bijvoorbeeld, de fysieke fitheid van hun kind. Daarnaast wordt vaker het opleidingsniveau van moeders gebruikt in combinatie met EF en motorische vaardigheden en wordt regelmatig gevonden dat het opleidingsniveau van de moeder de samenhang tussen deze variabelen verandert (Klein et al., 2015; Mulder et al., 2014; Rigoli et al., 2012). Dit maakt SES een interessante variabele voor een moderatoranalyse.

Het is dus niet alleen van belang dat er onderzoek wordt gedaan naar de samenhang tussen EF en motorische vaardigheden bij typisch ontwikkelende kinderen van drie en vier jaar, maar ook dat er wordt onderzocht of er extra variabelen zijn die een invloed uitoefenen op deze samenhang. Het huidige onderzoek beoogt hier meer duidelijkheid over te krijgen door te controleren voor potentiële moderator variabelen zoals fysieke fitheid en sociaal economische status (SES). Om deze reden is de onderzoeksvraag: wordt de samenhang tussen de executieve functies en motorische vaardigheden beïnvloed door fysieke fitheid en sociaal economische status bij typisch ontwikkelende kinderen van drie en vier jaar? Gezien de literatuur, is de verwachting dat de samenhang tussen EF en motorische vaardigheden beïnvloed zal worden door fysieke fitheid en SES. Zo is er recent door Houwen et al. (2017) onderzoek gedaan naar mogelijke derde variabelen en de relatie tussen EF en motorische vaardigheden. Hieruit is geconcludeerd dat er (zwakke tot gemiddelde) significante relaties werden gevonden tussen taken die motorische vaardigheden (MABC-2) en EF (BRIEF) meten. Echter, nadat er rekening werd gehouden met derde variabelen (waaronder SES), bleek dat er, op één associatie na, geen samenhang meer was tussen EF en motorische vaardigheden (Houwen et al., 2017). Meer specifiek toonde een ander onderzoek van Michel et al. (2018) aan dat fitheid (vergelijkbaar met fysieke fitheid) een potentiële moderator was die de relatie tussen EF en motorische vaardigheden beïnvloed. Naast deze onderzoeken, komt in de literatuur meerdere keren naar voren dat de samenhang tussen EF en motorische vaardigheden wordt verzwakt wanneer er andere variabelen, waaronder SES, worden meegenomen in de analyses (Livesey et al., 2006; Piek et al., 2008; Rigoli et al., 2012). Aangezien er door Houwen et al. (2017) recent een onderzoek naar derde variabelen is gedaan, is het goed om te benoemen dat het huidige onderzoek zich hiervan onderscheidt. Zo wordt er in het huidige onderzoek met typisch ontwikkelende kinderen van drie en vier jaar gewerkt en richt het

onderzoek zich op de moderatoren fysieke fitheid en SES, waarbij fysieke fitheid nog niet zo vaak onderzocht is (Michel et al., 2016).

Methoden

Participanten

De participanten bestonden uit kinderen die deel hebben genomen aan het MELLE-project, welke als doel heeft de ontwikkeling van kinderen in kaart te brengen met specifieke aandacht voor cognitie, motoriek en taal. Deze kinderen waren tussen de 3;0 en 5;11 jaar bij de start van deelname en in staat om de Nederlandse taal te begrijpen. Om in aanmerking te komen voor deelname aan het onderzoek werd er rekening gehouden met een aantal exclusiecriteria. Zo werden kinderen met een diagnose van Autisme Spectrum Stoornis (ASS), medische en/of neurologische aandoening die de ontwikkeling van de taal of motoriek beïnvloedt, IQ lager dan 70 en visuele en/of auditieve beperkingen geëxcludeerd. Dit is gecontroleerd doordat hiernaar werd gevraagd in de vragenlijsten welke door de ouders zijn ingevuld. Ten slotte is er voor het huidige onderzoek een extra exclusie criterium toegevoegd, waarbij kinderen van vijf jaar niet werden meegenomen in de analyses. Deze kinderen werden geëxcludeerd omdat er grotere ontwikkelingsverschillen zijn tussen drie- en vijfjarigen en vier- en vijfjarigen in vergelijking met drie- en vierjarigen. Deze verschillen werden ook gezien in de data, waarbij de vijfjarigen gemiddeld genomen veel lager scoorden zonder een duidelijke verklaring. De gegevens van deze kinderen zijn verkregen uit een bestaande dataset van het MELLE-project en zijn verzameld in het voorjaar van 2016.

Na het opschonen van de data zijn er in totaal 70 drie- en vierjarige kinderen geëxcludeerd en bleven er 159 drie- en vierjarige kinderen (85 jongens; 53,4%) over. De totale steekproefgrootte van 159 kon verder opgedeeld worden in 90 driejarigen ($M = 41$ maanden; $SD = 3.36$ maanden; *range*: 36-47 maanden; 53.3% jongen) en 69 vierjarigen ($M =$

53 maanden; $SD = 3.48$ maanden; *range*: 48-59 maanden; 53.6% jongen). De gemiddelde leeftijd was 3 jaar en 8,5 maanden ($SD = 6.87$ maanden; *range*: 36-59 maanden).

Het opleidingsniveau van de ouders is opgedeeld in drie categorieën, namelijk: laag (basisschool en vmbo/mavo), middelbaar (havo, vwo en mbo) en hoog (hbo, wo bachelor, wo master en wo PhD) opgeleid. Het opleidingsniveau van de moeders was ongelijk verdeeld, waarbij 6 (3.8%) laag opgeleid, 92 (57.9%) middelbaar opgeleid en 41 (25.8%) hoog opgeleid waren. Bij de vaders was eveneens sprake van een ongelijke verdeling van het opleidingsniveau, waarbij 10 (6.2%) laag opgeleid, 102 (64.2%) middelbaar opgeleid en 27 (17%) hoog opgeleid waren. Er zijn 20 ouders (12.6%) die de betreffende vraag niet hebben ingevuld.

Materialen

Executieve Functies

De executieve functies van de participanten zijn gemeten met verschillende testen, welke, gezien het doel van het onderzoek, onderverdeeld worden per sub component. Deze keuze is gemaakt omdat de executieve functies een vrij breed begrip is en de sub componenten inhibitie en werkgeheugen vaker onderwerp van onderzoek zijn bij jongere kinderen, zoals gebleken bij Aadland et al. (2017), Cadoret et al. (2018), Houwen et al. (2017) en Michel et al. (2018). Het sub component inhibitie gemeten met de Day/Night test (Gerstadt et al., 1994), Hand Tapping test (Diamond & Taylor, 1996) en Head-Toes-Knees-Shoulders test (McClelland et al., 2014) en het sub component werkgeheugen middels de Forward Digit Recall test (Gathercole et al., 2004) en de Forward Corsi Block test (Corsi, 1972; Pickering et al., 1998).

Inhibitie. De Day/Night test (Gerstadt et al., 1994) meet de verbale inhibitie bij kinderen en kan gezien worden als een vereenvoudigde versie van de Stroop test. De Day/Night test bestaat uit zestien kaarten welke onderverdeeld worden in acht witte kaarten

met een helder gekleurde zon en acht zwarte kaarten met een maan en sterren. Het kind dient bij de witte kaarten 'nacht' te zeggen en bij de zwarte kaarten 'dag'. Dit werd eerst een paar keer geoefend alvorens de daadwerkelijke test begon. Ieder kind kreeg een totaalscore (0-16) op basis van een correcte reactie per kaart (Gerstadt et al., 1994). De interne consistentie bij kinderen tussen de 2;6 en 5;0 jaar is hoog met een *Kuder-Richardson (KR-20)* coëfficiënt van .89 (Rhoades et al., 2009). De inhoudsvaliditeit van de Day/Night test als een inhibitie test is bevestigd door de studie van Wolfe & Bell (2004), waarin de test gelinkt was aan een frontaal elektro-encefalografie (EEG) activatie patroon. De test-hertest betrouwbaarheid is hoog ($r = .84$) bij kinderen van vier en vijf jaar die over een periode van twee weken getest zijn (Thorell & Wählstedt, 2006).

De Hand Tapping test (Diamond & Taylor, 1996) meet de fijne motorische inhibitie bij kinderen. Bij deze test kreeg het kind een pen en werd gevraagd om twee keer te tikken wanneer de testleider één keer tikt (eerste regel) en één keer te tikken wanneer de testleider twee keer tikt (tweede regel). Na het oefenen van deze twee regels, begon de Hand Tapping test bestaande uit zestien random trials. Ieder kind kon een totaalscore (0-16) halen op basis van een correcte (1 punt) of incorrecte (0 punten) reactie. De interne consistentie bij kinderen tussen de 2;6 en 5;0 jaar is hoog met een KR-20 coëfficiënt van .88 (Rhoades et al., 2009). De Hand Tapping test heeft een hoge test-hertest betrouwbaarheid ($r = .80$) wanneer er ongeveer twee weken tussen de test-hertest sessies zit (Meador et al., 2013).

De Head-Toes-Knees-Shoulders test (HTKS; McClelland et al., 2014) meet de grove motorische inhibitie en kan het beste gebruikt worden bij kinderen van drie tot acht jaar. De HTKS test bestaat niet uit materialen, maar maakt gebruik van vier gedragscommando's die de testleider aan het kind vertelt, namelijk: (i) raak jouw hoofd aan, (ii) raak jouw tenen aan, (iii) raak jouw schouders aan, en (iv) raak jouw knieën aan. Deze vier gedragscommando's werden in twee series gegeven. In de eerste serie voerde het kind de commando uit zoals het

werd verteld (bijv., bij het commando 'raak jouw hoofd aan' raakt het kind zijn/haar hoofd aan). Bij de tweede serie werden de regels veranderd en moest het kind op een tegenovergestelde manier reageren (bijv., bij het commando 'raak jouw tenen aan' raakt het kind zijn/haar hoofd aan). In totaal zijn er 20 test items waarbij een totaalscore (0-40) gehaald kon worden op basis van correcte reacties (twee punten), zelf herstellende correcte reacties (1 punt), of incorrecte reacties (0 punten; McClelland et al., 2014). De test-hertest betrouwbaarheid bij kinderen van drie tot vijf jaar oud is hoog ($r > .70$) wanneer er ongeveer 5,5 maanden tussen de testafnames zat (McClelland et al., 2014). De HTKS heeft ook een sterke inter-beoordelaarsbetrouwbaarheid (*Cohen's kappa* $> .90$; Ponitz et al., 2009). De interne validiteit is hoog met een coëfficiënt van .92 tot .94 (McClelland et al., 2014).

Werkgeheugen. Allereerst is het goed om te benoemen dat er, gezien de jonge leeftijd van de participanten, gekozen is om alleen de forward conditie van de Digit Recall en Corsi Block test af te nemen. De backward conditie, welke het werkgeheugen vrij zuiver meet, zou namelijk te lastig zijn voor drie- en vierjarige kinderen aangezien de executieve functies, waaronder het werkgeheugen, nog volop in ontwikkeling zijn (Bull et al., 2008). De forward conditie meet het korte termijn geheugen en daarmee niet het werkgeheugen. Echter kunnen korte termijn geheugen taken gebruikt worden om het werkgeheugen te meten, aangezien kinderen informatie voor een korte tijd moeten kunnen vasthouden (korte termijn geheugen) alvorens zij het kunnen manipuleren (werkgeheugen; Garon et al., 2008; Houwen et al., 2019).

De Forward Digit Recall test (Gathercole et al., 2004) meet het verbale werkgeheugen bij kinderen. Bij deze test noemt de testleider een reeks met cijfers op met een interval van één seconde, welke het kind, naderhand, in de juiste volgorde moet reproduceren. Er was eerst een oefenserie van twee trials. Na deze oefenserie waren er zes series met ieder drie trials per serie. De eerste serie begon met twee cijfers, waarna er per serie één cijfer bijkwam (de

tweede serie had drie cijfers, de derde serie had vier cijfers etc.). Het testen werd gestopt wanneer het kind alle drie trials binnen dezelfde serie foutief opnoemde. Iedere trial per serie werd gescoord met 0 of 1 punt, met een maximale score van 18 (0-18). De test-hertest betrouwbaarheid van de Forward Digit Recall is hoog ($r = .81$; Gathercole et al., 2004).

De Forward Corsi Block test (Corsi, 1972; Pickering et al., 1998) meet het visueel-ruimtelijk werkgeheugen bij kinderen. Deze bestaat uit zes identieke blokken welke voor het kind worden gelegd op de tafel. De testleider tikt deze blokken in een willekeurige volgorde aan, waarna het kind wordt gevraagd om deze volgorde te reproduceren. Om te toetsen of het kind de uitleg begreep, werd één oefenserie van twee trials gedaan. De test zelf bestond uit vijf series van drie trials per serie. Bij de eerste serie werden twee blokken neergelegd en per serie kwam er één blok bij (de tweede serie had drie blokken, derde serie had vier blokken etc.). De Forward Corsi Block test werd afgebroken wanneer het kind alle drie de trials binnen één serie fout deed. Het kind kreeg één punt voor iedere correcte trial binnen de serie, met een maximale score van 15 (0-15) (Houwen et al., 2019). De test-hertest betrouwbaarheid is hoog (Pearson correlatie, van $r = .83$) bij kinderen van 4;6 tot 11;6 jaar (Alloway et al., 2006).

Motorische Vaardigheden

De motorische vaardigheden van de kinderen zijn gemeten met de Nederlandse versie van de *Movement Assessment Battery for Children 2* (MABC-2; Henderson et al., 2010). De MABC-2 kent taken welke geschikt zijn voor drie verschillende leeftijdsgroepen (drie tot zes jaar, zeven tot tien jaar, en elf tot zestien jaar). Gezien de doelgroep van dit onderzoek, werden de taken van de eerste leeftijdsgroep (drie tot zes jaar) gebruikt. De MABC-2 bestaat uit drie onderdelen, namelijk: (i) handvaardigheid (drie items), (ii) mikken en vangen (twee items), en (iii) evenwicht (drie items). Bij *handvaardigheid* werd het kind gevraagd om zes munten in een doos te stoppen met zowel de voorkeurs- als de andere hand, om zes kralen aan een rijgveter te rijgen en om een ononderbroken lijn over een fietspadspoor te tekenen. Het

kind werd bij *mikken en vangen* gevraagd om een pittenzak te richten, te gooien naar een gele vloermat die verderop ligt. Het onderdeel *evenwicht* bestond uit het staan op één been, het kind laten lopen over een lijn op de tenen en het kind laten springen op matten (van de ene mat naar de andere). De ruwe scores van deze drie onderdelen werden gecodeerd naar standaard scores, gecorrigeerd voor leeftijd. Er werd tevens een totale standaardscore berekend ($M = 10$; $SD = 3$; *range*: 1-19). De studie van Schulz et al. (2011) bevestigt middels een factor model dat de MABC-2, met name voor de eerste en tweede leeftijdsgroep, structureel (construct), convergent en discriminant valide is. De inter-beoordelaarsbetrouwbaarheid van de MABC-2 is hoog (.96), zoals aangetoond door Smits-Engelsman et al. (2011).

Moderatoren

Om de moderatoren fysieke fitheid en sociaaleconomische status in kaart te brengen, werden een aantal vragen uit de sociaal-demografische vragenlijst gebruikt. Deze vragenlijst bestaat uit 102 vragen (met sub vragen) en werd ingevuld door de ouder(s) van het kind. Het onderzoeksteam van het MELLE-project heeft de sociaal-demografische vragenlijst ontwikkeld. Er zijn momenteel geen normatieve gegevens bekend van deze vragenlijst.

Fysieke Fitheid. In de sociaal-demografische vragenlijst stonden zeven vragen die betrekking hadden op de Fysieke Fitheid van het kind. Deze vragen gingen, bijvoorbeeld, over hoeveel dagen per week het kind lopend en/of fietsend naar school, de peuterspeelzaal en/of de opvang ging, hoeveel dagen per week het kind aan sporten deed en hoeveel tijd deze activiteiten in beslag namen. Om deze vragen te kunnen beantwoorden werd er gebruik gemaakt van een 4-puntsschaal, 5-puntsschaal, 7-puntsschaal of een 9-puntsschaal. In Appendix A staan alle vragen met bijbehorende antwoordopties weergegeven.

Sociaaleconomische Status. In de sociaal-demografische vragenlijst stonden twee vragen welke relevant waren om tot de variabele Sociaaleconomische Status te komen. Deze

vragen hadden namelijk betrekking op het opleidingsniveau van de moeders en konden beantwoord worden middels een 10-puntsschaal. In Appendix A staan de antwoordmogelijkheden weergegeven van deze twee vragen.

Procedure

Er is goedkeuring verleend door de Ethische Commissie Pedagogisch Wetenschappen en Onderwijskunde van de Rijksuniversiteit Groningen. Voor het rekruteren van de participanten zijn rekruteringsbrieven en flyers ontwikkeld. In de rekruteringsbrief werd informatie gegeven over het doel en belang van het onderzoek, hoe het onderzoek werd uitgevoerd, wat de verwachtingen van de geadresseerden waren, mogelijke risico's, voor- en nadelen van deelname, wat er met de gegevens werd gedaan, en mogelijke extra kosten en/of vergoeding. De flyers waren een beknopte versie van de rekruteringsbrief. De rekruteringsbrieven en flyers werden uitgedeeld op plekken waar ouders met jonge kinderen kwamen. Dit is op verschillende manieren gedaan, zoals via fysiotherapeuten, ergotherapeuten, scholen, peuterspeelzalen, kinderdagverblijven, kleuterklassen, kenniskringen van de onderzoekers, *'social media'*, openbare advertenties en *'snowball sampling'*. Er was dus sprake van een gelegenheidssteekproef. De ouders van de participanten kregen als aanvulling op de rekruteringsbrief ook een toestemmingsformulier.

De testbatterij, zoals genoemd onder materialen, werd afgenomen door twee getrainde onderzoekers, waarvan één zich bezighield met het testen en het scoren, terwijl de ander de camera bestuurde en de testen (mee)scoorde. De camera diende ter controle en hiermee kon bepaald worden of de testbatterij correct was afgenomen. De duur van de gehele testbatterij was ongeveer twee uur. De onderzoekers waren studenten van de Faculteit Gedrags- en Maatschappijwetenschappen van de Rijksuniversiteit Groningen die getraind werden in het afnemen van de testbatterij en het besturen van de camera. De ouders van de participanten konden kiezen waar het testen plaats zou vinden: thuis, op school of in het Ambulatorium

(onderzoekruimte van de Rijksuniversiteit Groningen). Naast het afnemen van een testbatterij, werd aan de ouders gevraagd om een aantal vragenlijsten (zoals de sociaal-demografische vragenlijst) in te vullen. Naderhand werden de participanten beloond met een kleinigheidje (speelgoed) en een MELLE diploma.

Data-analyse Plan

Het onderzoek is cross-sectioneel van aard. De statistische analyses werden uitgevoerd met IBM SPSS Statistics versie 26. Aanvullend werd de plug-in PROCESS versie 4.1 geïnstalleerd welke een aparte tool is voor moderatoranalyses in SPSS (Hayes, 2018). Voor alle analyses werd uitgegaan van statistische significantie bij een waarde van .05 of kleiner. In het onderzoek kon executieve functies (opgedeeld in Inhibitie en Werkgeheugen) gezien worden als de afhankelijke (continu) variabele, de Motorische Vaardigheden als de onafhankelijke (continu) variabele en Fysieke Fitheid en Sociaaleconomische Status als de moderator (continu) variabelen. De analyses in SPSS zijn uitgevoerd in drie fasen, namelijk: voorbereidende, informatieve en analyserende fase.

Voorbereidende Fase

Dataset Creëren en Opschonen. Aangezien er gebruik is gemaakt van een bestaande dataset van het MELLE-project, werd er een nieuw bestand aangemaakt met daarin alle relevante variabelen voor dit onderzoek. Hierbij kan gedacht worden aan variabelen zoals participantnummer, leeftijd van de participant in maanden en jaren, geslacht van de participant, door wie de vragenlijst is ingevuld (vader/moeder) en de variabelen welke betrekking hebben op het executief functioneren, motorische vaardigheden, fysieke fitheid en sociaaleconomische status. Vervolgens werd de data opgeschoond door onvolledige en onrealistische waarden te coderen (kregen de waarde -222) zodat deze niet werden meegenomen in de analyses. Ook zijn de antwoordmogelijkheden van zeven vragen, die gebruikt worden om fysieke fitheid te meten, aangepast. Dit is gedaan door

antwoordmogelijkheid 'n.v.t.' naar '0' als waarde te coderen, aangezien dit immers betekent dat de participant die week niet gesport heeft of aan een fysieke activiteit heeft gedaan.

Poweranalyse. Er zijn twee poweranalyses uitgevoerd: één voor de regressieanalyse en één voor de moderatoranalyse. De totale steekproefgrootte van 159 was voor beide analyses voldoende voor een .15 effect size en .80 power (Cohen, 1992).

Afhankelijke variabelen. Allereerst werd er een correlatieanalyse uitgevoerd met de variabelen die de executieve functies meten (Day/Night, Hand Tapping, Head-Toes-Knees-Shoulders, Forward Digit Recall en Forward Corsi Block test). Dit is gedaan om de aannemelijkheid voor het samenvoegen van deze variabelen tot Inhibitie en Werkgeheugen aan te tonen. Bij de correlatieanalyse werd er gekeken naar de Pearson's R correlatiecoëfficiënt. Om de sterkte van de correlatie te kunnen bepalen, is er gebruik gemaakt van de volgende vuistregels voor positieve en negatieve verbanden: zwak verband tussen 0.1 en 0.29, gemiddeld verband tussen 0.30 en 0.49 en een sterk verband tussen 0.50 en 1 (Cohen, 1988). In Appendix B Tabel B1 is de correlatieanalyse weergegeven. Hieruit kwam naar voren dat Day/Night en Hand Tapping een zeer zwak en non-significant verband hebben ($r = .09$; $p = .42$). Het samenvoegen van Forward Digit Recall en Forward Corsi Block test leek wel gegrond ($r = .46$; $p = .00$). Aangezien Day/Night en Hand Tapping volgens de literatuur hetzelfde construct meten (inhibitie), maar deze variabelen slecht met elkaar samenhangen werd er een factoranalyse uitgevoerd met alle variabelen die de executieve functies meten (te zien in Appendix B Tabel B2). Op basis van de factoranalyse is besloten om Day/Night, Hand Tapping en Head-Toes-Knees-Shoulders samen te voegen tot de variabele Inhibitie en Forward Digit Recall en Forward Corsi Block test tot de variabele Werkgeheugen. Voor het samenvoegen is gebruik gemaakt van de Bartlett factor scores, welke per factor (Inhibitie en Werkgeheugen) werden berekend. Ten slotte is er nog een Cronbach's alfa berekend voor de variabelen Inhibitie en Werkgeheugen apart (Appendix B Tabel B2). Hierbij is gebruik

gemaakt van de ruwe scores op de variabelen, dus niet de Barlett factor scores. Er werd uitgegaan van de volgende vuistregels bij het interpreteren van de Cronbach's alfa: onacceptabel $\leq .5$, slecht $.5 \leq \alpha \leq .6$, discutabel $.6 \leq \alpha \leq .7$, acceptabel $.7 \leq \alpha \leq .8$, goed $.8 \leq \alpha \leq .9$ en uitstekend $.9 \leq \alpha$ (Cronbach 1951; Streiner, 2003). De Cronbach's alfa voor zowel Inhibitie (4 variabelen; $\alpha = .663$) als Werkgeheugen (2 variabelen; $\alpha = .632$) zijn discutabel.

Moderator variabelen.

Fysieke Fitheid. Allereerst werd de Cronbach's alfa berekend voor de zeven vragen die fysieke fitheid beogen te meten (zie Appendix B Tabel B3 en Tabel B4). Hierbij werd ook de optie aangevinkt welke laat zien hoe groot de Cronbach's alfa wordt wanneer een item verwijderd zou worden. In Tabel B3 is te zien dat de Cronbach's alfa onacceptabel is (7 vragen; $\alpha = .492$). Het verwijderen van twee vragen (vraag 51 en 52) heeft geleid tot een Cronbach's alfa welke discutabel is (Tabel B4; 5 vragen; $\alpha = .646$). Het verwijderen van andere of meer vragen maakte geen verschil voor het krijgen van een acceptabele Cronbach's alfa, zoals te zien in Tabel B4. Gezien de discutabele Cronbach's alfa is er gekeken naar de composite reliability. Om dit te kunnen berekenen, werd er eerst een factoranalyse uitgevoerd. De factoranalyse is weergegeven in Appendix B Tabel B5. Op basis van de factoranalyse is besloten om vraag 47 (hoeveel dagen per week sport op school/psz/kdv), gezien de lage factorlading ($\leq .40$) te verwijderen. De ruwe scores van de overgebleven vier vragen (vraag 45, vraag 46, vraag 49 en vraag 50) zijn omgezet naar z-scores en vervolgens samengevoegd tot een nieuwe variabele, namelijk: Fysieke Fitheid. Ondanks dat er in de factoranalyse twee dimensies naar voren komen, is er besloten om de variabele Fysieke Fitheid niet op te delen in twee variabelen om de power zo hoog mogelijk te houden. Ten slotte werd de composite reliability voor Fysieke Fitheid berekend met de factorladingen in Excel (zie Appendix B Tabel B5). Volgens Hair et al. (2015) dient de waarde van de composite reliability $\geq .80$ te zijn. Echter is een waarde $\geq .90$ niet wenselijk en een waarde $\geq .95$ helemaal niet wenselijk

(Hair et al., 2015). In Tabel B5 is te zien dat de composite reliability van Fysieke Fitheid 0.94 is en daarmee niet wenselijk.

Sociaaleconomische Status. Allereerst werd er gekeken naar welke ouder de sociaal-demografische vragenlijst had ingevuld. Aangezien er werd uitgegaan van het opleidingsniveau van de moeders, werden alle waarden van de vaders gehercodeerd (naar waarde -222) zodat deze niet meegenomen konden worden in de uiteindelijke analyses. Vervolgens is de variabele welke vraagt naar het opleidingsniveau van de moeders (categorisch van aard) omgezet naar een dummy variabele, waarbij laag/gemiddeld opgeleid '0' als categorie kreeg en hoog opgeleid '1' als categorie. Deze dummy variabele is hernoemd naar Sociaaleconomische Status. De categorieën zijn opgedeeld volgens het Centraal Bureau voor Statistiek (CBS, 2022).

Informatieve Fase

In de informatieve fase werd de variabele Sociaaleconomische Status niet meegenomen in de analyses gezien de aard van deze variabele (ordinaal). Allereerst zijn de beschrijvende statistiek (gemiddelde, standaarddeviatie, minimum en maximum) en de correlaties van Inhibitie, Werkgeheugen, Motorische Vaardigheden en Fysieke Fitheid berekend. Aangezien Inhibitie en Werkgeheugen uitgaan van Bartlett factor scores, is in Appendix C Tabel C1 te zien hoe de beschrijvende statistiek van deze variabelen is met de ongestandaardiseerde, ruwe scores. Vervolgens werden mogelijke uitschieters geïdentificeerd middels boxplots en de Mediaan Absolute Deviatie (MAD) methode. De MAD is een geschikte methode omdat deze uitgaat van de mediaan welke minder gevoelig is voor uitschieters en voor schendingen van de normaliteitsassumptie (Leys et al., 2013). Er is ook nog gekeken naar multivariate uitschieters middels de Cook's distance. Om te kunnen bepalen of een participant een multivariate uitschieter is, werd de volgende vuistregel gebruikt: observaties groter dan drie keer het gemiddelde (Cook, 2000). Als derde stap is de assumptie

omtrent multicollineariteit gecontroleerd door te kijken naar de Variance Inflation Factor (VIF) score bij de predictoren (Motorische Vaardigheden en Fysieke Fitheid). Volgens James et al. (2021) zijn VIF scores ≤ 5 goed en alles hierboven niet wenselijk. Als vierde stap werd de normaliteitsassumpties gecontroleerd. Er werden eerst P-P plots gemaakt, waarbij de residuen van Inhibitie, Werkgeheugen, Motorische Vaardigheden en Fysieke Fitheid werden gebruikt. Naast P-P plots is de Shapiro-Wilk test berekend omdat de steekproef < 50 was. Volgens Yap en Sim (2011) wordt geadviseerd om te kiezen voor de Shapiro-Wilk test (in plaats van de Kolmogorov-Smirnov test) wanneer de steekproef kleiner is dan 50. Als vijfde stap werd de assumptie omtrent homoscedasticiteit gecontroleerd. Dit werd gedaan door de residuen van Inhibitie, Werkgeheugen, Motorische Vaardigheden en Fysieke Fitheid in een spreidingsdiagram te plaatsen. Ten slotte is de assumptie omtrent lineariteit gecontroleerd middels spreidingsdiagrammen van de Bartlett factor scores van Inhibitie en Werkgeheugen, de c-standaardscores van Motorische Vaardigheden en z-scores van Fysieke Fitheid.

Analyserende Fase

Allereerst werden er vier multiple regressieanalyses uitgevoerd waarbij onderscheid werd gemaakt tussen afhankelijke variabele (Inhibitie en Werkgeheugen) en uitschieters (met en zonder). De onafhankelijke variabelen, Motorische Vaardigheden, Fysieke Fitheid en Sociaaleconomische Status, werden tegelijkertijd meegenomen in de regressieanalyses (Enter methode). Om de sterkte te kunnen bepalen werd er tevens gekeken naar de semi-partiële correlatie (sr^2) en de Cohen's f^2 . Voor het interpreteren van de semi-partiële correlatie werden de volgende vuistregels gebruikt: zwak verband ≥ 0.02 , gemiddeld verband ≥ 0.13 en sterk verband ≥ 0.26 (Cohen, 1988). De Cohen's f^2 is berekend door, per regressieanalyse, een formule te gebruiken met de proportie verklaarde variantie (zie Appendix D). Er zijn andere vuistregels gebruikt voor de Cohen's f^2 , namelijk: zwak effect ≥ 0.02 , gemiddeld effect ≥ 0.15 en groot effect ≥ 0.35 (Cohen, 1988).

Ten slotte zijn er vier moderatoranalyses uitgevoerd met de plug-in PROCESS waarbij gekeken werd naar interacties tussen Motorische Vaardigheden met Fysieke Fitheid en Motorische Vaardigheden met Sociaaleconomische Status. Verder werden de gemiddelden van Motorische Vaardigheden, Fysieke Fitheid en Sociaaleconomische Status gestandaardiseerd door ze in de plug-in te centraliseren. In de literatuur wordt hiervoor gepleit aangezien het standaardiseren van deze variabelen het interpreteren van het interactie effect vergemakkelijkt (Echambadi & Hess, 2007; Shieh, 2011; Hayes, 2018). Om de sterkte van het gehele model en het interactie effect te kunnen beoordelen, werd er gekeken naar de proportie verklaarde variantie (R^2). Hierbij werden de volgende regels voor het interpreteren gehanteerd: zwak effect 0 tot 0.02, gemiddeld effect 0.03 tot 0.13 en groot effect 0.14 tot 0.26 en hoger (Cohen, 1988).

Resultaten

Informatieve Fase

Beschrijvende Statistiek en Correlaties

De beschrijvende statistiek en de correlaties zijn weergegeven in Tabel 1. Er is missende data bij de variabelen Inhibitie ($N = 95$; 59.7%), Werkgeheugen ($N = 95$; 59.7%) en Motorische Vaardigheden ($N = 30$; 18.9%) doordat de testen niet bij iedere participant (volledig) zijn afgenomen. Een aantal ouders hebben de sociaal-demografische vragenlijst niet volledig ingevuld, waardoor er missende waarden zijn bij Fysieke Fitheid ($N = 39$; 24.5%) en Sociaaleconomische Status ($N = 20$; 12.6%). Wat betreft de correlaties is te zien dat Inhibitie en Werkgeheugen gemiddeld (positief) verband hebben. De andere variabelen hangen zeer zwak tot zwak met elkaar samen, waarbij negatieve verbanden bestaan tussen Werkgeheugen met Motorische vaardigheden en Motorische Vaardigheden met Fysieke Fitheid.

Tabel 1

Beschrijvende Statistiek en Correlaties voor Inhibitie, Werkgeheugen, Motorische Vaardigheden, Fysieke Fitheid en Sociaaleconomische Status

Variabele	<i>n</i>	<i>M (SD)</i>	Min	Max	1.	2.	3.	4.
1. Inhibitie ^a	64	0 (1)	-3.58	1.33	-			
2. Werkgeheugen ^a	64	0 (1)	-1.98	2.52	.305*	-		
3. MV ^b	129	10.04 (3.17)	1	19	.152	-.169	-	
4. Fysieke fitheid ^c	120	-0.01 (0.70)	-0.70	2.06	.139	.205	-.034	-

Note. *N* = steekproefgrootte; *M* = gemiddelde; *SD* = standaarddeviatie; *min* = minimum; *max* = maximum; MV = Motorische Vaardigheden.

De correlaties zijn berekend middels Pearson's *r*. De volgende vuistregels zijn gebruikt voor het interpreteren van de correlaties: zwak tussen .1 en .29, gemiddeld tussen .30 en .49 (*cursief*) en sterk tussen .50 en 1 (**vetgedrukt**; Cohen, 1988).

^a Bartlett factor score/*t*-score; ^b Component-Standaardscore (CSS); ^c *z*-scores.

* $p < .05$

Uitschieters

De boxplots gaven aanwijzingen voor uitschieters (zie Figuur C1, C2, C3 en C4 van Appendix C). Bij Inhibitie zijn vier participanten geïdentificeerd en bij Motorische Vaardigheden één participant. De MAD, weergegeven in Appendix C Tabel C3, laat eveneens uitschieters zien voor Inhibitie ($N = 8$), Werkgeheugen ($N = 3$) en Motorische Vaardigheden ($N = 5$). Dit waren andere uitschieters dan weergegeven in de boxplots. Middels Cook's distance werd duidelijk dat er drie multivariate uitschieters zijn voor Inhibitie en twee voor Werkgeheugen (Figuur C5 en C6 van Appendix C). Er werd een nieuwe dataset aangemaakt waarin de uitschieters, geïdentificeerd middels boxplots en MAD, zijn verwijderd. Dit maakte dat er twee datasets waren: één met en één zonder uitschieters. Deze twee datasets werden vervolgens gebruikt om de assumpties mee te controleren en de regressie- en moderatoranalyse uit te voeren.

Multicollineariteit

Analyses om aan te tonen of er sprake is van multicollineariteit wezen uit dat dit geen probleem is in de dataset met uitschieters (Motorische Vaardigheden: Tolerantie = .86, VIF = 1.17; Fysieke Fitheid: Tolerantie = .90, VIF = 1.11) en zonder uitschieters (Motorische Vaardigheden: Tolerantie = .97, VIF = 1.03; Fysieke Fitheid: Tolerantie = .97, VIF = 1.03).

Normaliteit

De P-P plots lieten zien dat de normaliteitsassumptie geschonden was voor zowel de dataset met (zie Figuur C7 en C9 van Appendix C) en zonder uitschieters (zie Figuur C8 en C10 van Appendix C). Dit wordt gedeeltelijk bevestigd door de Shapiro-Wilk test, waarbij te zien was dat de Bartlett factor score van Inhibitie ($W(44) = .86; p = .00$) en z-scores van Fysieke Fitheid ($W(44) = .89; p = .00$) niet normaal verdeeld waren. De Bartlett factor score van Werkgeheugen ($W(44) = .97; p = .23$) en c-standaardscores van Motorische Vaardigheden ($W(44) = .95; p = .06$) voldeden wel aan de normaliteitsassumptie. Wat betreft de Shapiro-Wilk test bij de dataset zonder uitschieters is te zien dat alle variabelen (Inhibitie, Werkgeheugen en Motorische Vaardigheden), op Fysiek Fitheid ($W(35) = .90; p = .00$) na, voldeden aan de normaliteitsassumptie.

Homoscedasticiteit

In de spreidingsdiagrammen was te zien dat de assumptie omtrent homoscedasticiteit niet geschonden leek te zijn voor zowel de dataset met (zie Figuur C11 en C13 van Appendix C) als zonder uitschieters (zie Figuur C12 en C14 van Appendix C).

Lineariteit

De assumptie omtrent lineariteit leek niet te zijn geschonden, zoals weergegeven in de spreidingsdiagrammen (zie Figuur C15, C16, C17, C18, C19, C20, C21 en C22 van Appendix C).

Analyserende Fase

Regressieanalyse

Om te onderzoeken of Inhibitie en Werkgeheugen samenhangen met en voorspeld kunnen worden door Motorische Vaardigheden, Fysieke Fitheid en Sociaaleconomische Status, werden er in totaal vier multiple regressieanalyses uitgevoerd (Tabel 2). Allereerst werd er een multiple regressie berekend om Inhibitie te voorspellen met Motorische Vaardigheden, Fysieke Fitheid en Sociaaleconomische Status in de dataset met uitschieters. Een niet significante fit werd gevonden ($F(3,37) = .73, p = .54$), waarbij 6% verklaard kon worden door dit model (aangepaste $R^2 = -.02$) en de effectgrootte te kwalificeren was als zwak ($f^2 = .06$; Cohen, 1988). Motorische Vaardigheden, Fysieke Fitheid en Sociaaleconomische Status bleken Inhibitie niet significant te voorspellen ($p = .19; p = .36; p = .96$ respectievelijk), waarbij Motorische Vaardigheden 5%, Fysieke Fitheid 2% en Sociaaleconomische Status 0% van de variantie verklaarde van Inhibitie. Dit kon geclassificeerd worden als zwakke verbanden en een zeer zwak verband (Cohen, 1988).

Vervolgens werden dezelfde variabelen gebruikt in de dataset zonder uitschieters. Er was opnieuw een niet significante fit te zien voor het voorspellen van Inhibitie met Motorische Vaardigheden, Fysieke Fitheid en Sociaaleconomische Status ($F(3, 28) = .83, p = .49$), waarbij 8% verklaard kon worden door dit model (aangepaste $R^2 = -.02$) en er was sprake van een zwak effect ($f^2 = .09$; Cohen, 1988). Vergelijkbaar met de dataset met uitschieters waren Motorische Vaardigheden ($p = .20$), Fysieke Fitheid ($p = .60$) en Sociaaleconomische Status ($p = .22$) geen significante voorspellers in het model. De dataset zonder uitschieters liet een verschil in effectgroottes zien ten opzichte van de dataset met uitschieters. Zo was het verband van Fysieke Fitheid van zwak naar zeer zwak gegaan ($sr^2 = .01$) en was Sociaaleconomisch Status te kwalificeren als zwak ($sr^2 = .05$) in plaats van een zeer zwak verband (Cohen, 1988).

Bij de derde multiple regressieanalyse werd de relatie tussen Werkgeheugen en Motorische Vaardigheden, Fysieke Fitheid en Sociaaleconomische Status onderzocht. In de dataset met uitschieters toonde het model een niet significante fit aan ($F(3, 37) = .94, p = .43$). De proportie verklaarde variantie voor dit model was 27% (aangepaste $R^2 = .07$) en het effect was zwak ($f^2 = .09$; Cohen, 1988). Er werd aangetoond dat Motorische Vaardigheden ($p = .26$) geen significante voorspeller was voor Werkgeheugen, net zoals Fysieke Fitheid ($p = .42$) en Sociaaleconomische Status ($p = .74$) dit niet waren. Bij zowel Motorische Vaardigheden als Fysieke Fitheid was er sprake van een zwak effect ($sr^2 = .03$; $sr^2 = .02$; Cohen, 1988). Sociaaleconomische Status verklaarde 0% van de variantie in was daarmee als zeer zwak te kwalificeren ($sr^2 = .00$; Cohen, 1988).

Ten slotte werd de afhankelijke variabele Werkgeheugen in de vierde multiple regressieanalyse voorspeld aan de hand van Motorische Vaardigheden, Fysieke fitheid en Sociaaleconomische Status in de dataset zonder uitschieters. Het model had een niet significante fit ($F(3, 28) = .26, p = .85$), waarbij 17% van de variantie verklaard kon worden (aangepaste $R^2 = -.08$). Het effect van dit model was zwak ($f^2 = .03$; Cohen, 1988). Werkgeheugen werd niet significant voorspeld door Motorische Vaardigheden ($p = .89$), Fysieke Fitheid ($p = .56$) en Sociaaleconomische Status ($p = .49$). Vergelijken met de dataset waarin de uitschieters werden meegenomen, was te zien dat zowel Motorische Vaardigheden als Fysieke Fitheid van een zwak effect naar een zeer zwak effect gingen ($sr^2 = .03$; $sr^2 = .11$ respectievelijk), terwijl Sociaaleconomische Status te classificeren was als zwak ($sr^2 = .02$; Cohen, 1988).

Moderatoranalyse

Om te onderzoeken of Fysieke Fitheid en Sociaaleconomische Status de sterkte, richting of aanwezigheid van de samenhang tussen Executieve Functies (Inhibitie en Werkgeheugen) en Motorische Vaardigheden beïnvloedden, werden er vier

Tabel 2

Resultaten Multiple Regressieanalyse om Inhibitie en Werkgeheugen te Voorspellen met Motorische Vaardigheden, Fysieke Fitheid en Sociaaleconomische Status.

Variabele		Inhibitie					Werkgeheugen				
		<i>B (SE)</i>	β	t	<i>sr</i> ²	<i>f</i> ²	<i>B (SE)</i>	β	t	<i>sr</i> ²	<i>f</i> ²
Model 1 (met uitschieters)	Constante	-.595 (.675)		-.881		.059	.984 (.815)		1.208		.076
	MV	.066 (.049)	.228	1.336	.045		-.068 (.059)	-.193	-1.143	.034	
	Fysieke fitheid	.220 (.237)	.156	.926	.022		.235 (.286)	.137	.819	.018	
	SES	.022 (.393)	.009	.055	.000		-.161 (.474)	-.056	-.341	.003	
Model 2 (zonder uitschieters)	Constante	-.580 (.563)		-1.030		.088	-.265 (.898)		-.295		.028
	MV	.058 (.044)	.260	1.313	.058		.010 (.071)	.027	.135	.001	
	Fysieke fitheid	.080 (.153)	.097	.522	.010		.144 (.244)	.113	.590	.012	
	SES	.344 (.273)	.245	1.263	.054		.304 (.435)	.140	.699	.017	

Note. MV = Motorische Vaardigheden; SES = Sociaaleconomische Status. *N* = 40 (met uitschieters); *N* = 31 (zonder uitschieters).

De volgende vuistregels zijn gebruikt voor het interpreteren van de semi-partiële correlaties: zwak verband ≥ 0.02 , gemiddeld verband ≥ 0.13 (*cursief*) en groot verband ≥ 0.26 (**vetgedrukt**; Cohen 1988). Om de Cohen's *f*² te interpreteren, werden de volgende regels gebruikt: zwak effect ≥ 0.02 , gemiddeld effect ≥ 0.15 (*cursief*) en groot effect ≥ 0.35 (**vetgedrukt**; Cohen, 1988).

**p* < .05.

Koptekst: Samenhang Executieve Functies en Motorische Vaardigheden

moderatoranalyses uitgevoerd (Tabel 3). Ook werden de gestandaardiseerde hellingen van Motorische Vaardigheden op Inhibitie en Werkgeheugen per level van Fysieke Fitheid en Sociaaleconomische Status (laag, gemiddeld en hoog; laag en hoog, respectievelijk) berekend (Appendix D Tabel D1). De visualisatie hiervan te zien in Figuur 1 en Figuur 2.

Bij de eerste moderatoranalyse was de uitkomstvariabele Inhibitie, de predictor Motorische Vaardigheden en de moderatoren Fysieke Fitheid en Sociaaleconomische Status. Er is gebruik gemaakt van de dataset met uitschieters. Hieruit kwam naar voren dat dit model niet statistisch significant was ($F(5, 35) = 1.02, p = .42$). De proportie verklaarde variantie (R^2) was 13% en kon geclassificeerd worden als een gemiddeld effect (Cohen, 1988). Geen van de variabelen (Motorische Vaardigheden, Fysieke Fitheid en Sociaaleconomische Status) waren in staat om Inhibitie te voorspellen ($p = .45; p = .68; p = .86$ respectievelijk). Het eerste interactie effect (Motorische Vaardigheden met Fysieke Fitheid) verklaarde een significante proportie van de variantie in Inhibitie en kende een gemiddeld effect ($F(1, 35) = 2.21, p < .05, R^2 = .06$). De interactie tussen Motorische Vaardigheden en Sociaaleconomische Status was niet significant ($F(1, 35) = .37, p = .55$) en verklaarde 1% van de variantie, wat gezien kon worden als een zeer laag effect (Cohen, 1988). Voor lage scores op Fysieke Fitheid was er een significant effect op de gestandaardiseerde helling van Motorische Vaardigheden ($p < .05$). Bij gemiddelde en hoge scores op Fysieke Fitheid was er geen sprake van significante effecten ($p = .55; p = .50$ respectievelijk). De gestandaardiseerde hellingen waren eveneens niet significant per level (laag en hoog) van Sociaaleconomische Status ($p = .13; p = .34$ respectievelijk). Een af- en toename van Fysieke Fitheid leek een effect te hebben op de relatie tussen Inhibitie en Motorische Vaardigheden, terwijl dit niet het geval was voor de hoogte van het opleidingsniveau van de moeders (Sociaaleconomische Status). Hiermee kon Fysieke Fitheid als mogelijke moderator gezien worden in de dataset met uitschieters.

Bij de tweede moderatoranalyse waren de uitkomstvariabele, de predictor en de

Koptekst: Samenhang Executieve Functies en Motorische Vaardigheden

Tabel 3

Resultaten Moderatoranalyse. Verkregen via PROCESS 4.1 (Hayes, 2018).

Variabele		Inhibitie				Werkgeheugen			
		<i>B (SE)</i>	t	LLCI	ULCI	<i>B (SE)</i>	t	LLCI	ULCI
Model 1 (met uitschieters)	Constante	-.006 (.156)	-.037	-.322	.310	-.023 (.179)	-.125	-.386	.342
	MV	.050 (.065)	.763	-.083	.182	.013 (.075)	.170	-.140	.165
	Fysieke Fitheid	.107 (.255)	.419	-.411	.652	.289 (.294)	.984	-.308	.886
	SES	.089 (.513)	.174	-.953	1.131	.684 (.591)	1.158	-.516	1.885
	MV x Fysieke Fitheid	-.124 (.083)	-1.487*	-.293	.045	-.040 (.096)	-.420	-.235	.155
	MV x SES	-.144 (.238)	-.605	-.626	.339	-.669 (.274)	-2.444**	-1.224	-.113
Model 2 (zonder uitschieters)	Constante	.218 (.111)	1.956	-.011	.446	-.101 (.161)	-.625	-.431	.230
	MV	.072 (.048)	1.519	-.026	.170	.060 (.069)	.877	-.081	.202
	Fysieke Fitheid	.060 (.167)	.356	-.285	.404	.122 (.242)	.504	-.380	.620
	SES	.521 (.377)	-.749	-.253	1.296	.978 (.545)	1.794	-.143	2.098
	MV x Fysieke Fitheid	-.059 (.079)	1.383	-.222	.104	-.140 (.115)	-1.221	-.376	.096
	MV x SES	-.110 (.167)	-.656	-.453	.234	-.423 (.242)	-1.750*	-.919	.074

Note. MV = Motorische Vaardigheden; SES = Sociaaleconomische Status; LLCI = Lower Level Confidence Interval; ULCI = Upper Level Confidence Interval; *N* = 41 (met uitschieters); *N* = 32 (zonder uitschieters).

p* < .05; *p* < .02.

Koptekst: Samenhang Executieve Functies en Motorische Vaardigheden

moderatoren hetzelfde als bij de eerste moderatoranalyse, maar werd de dataset zonder uitschieters gebruikt. Het model was niet statistisch significant ($F(5, 26) = .83, p = .54$) en verklaarde 13% van de variantie in Inhibitie (gemiddeld effect; Cohen, 1988). Er werden verschillen gevonden met betrekking tot de interactietermen. Zo verklaarden beide interactietermen (Motorische Vaardigheden met Fysieke Fitheid en Motorische Vaardigheden met Sociaaleconomische Status) in de dataset zonder uitschieters geen significante proportie van Inhibitie ($F(1, 26) = .56, p = .46, R^2 = .02$; $F(1, 26) = .14, p = .52, R^2 = .01$ respectievelijk). De effectgrootte was eveneens veranderd, waarbij de interactie tussen Motorische Vaardigheden en Fysieke Fitheid van gemiddeld naar klein ging (Cohen, 1988). Verder was te zien dat de gestandaardiseerde hellingen van Motorische Vaardigheden niet significant waren bij lage ($p = .15$), gemiddelde ($p = .41$) en hoge ($p = .64$) scores van Fysieke Fitheid. Voor lage en hoge scores op Sociaaleconomische Status werden vergelijkbare, niet significante, resultaten gevonden ($p = .31$; $p = .36$ respectievelijk). In de dataset zonder uitschieters leken zowel Fysieke Fitheid als Sociaaleconomische Status geen moderatoren te zijn welke een effect hadden op de relatie tussen Inhibitie en Motorische Vaardigheden.

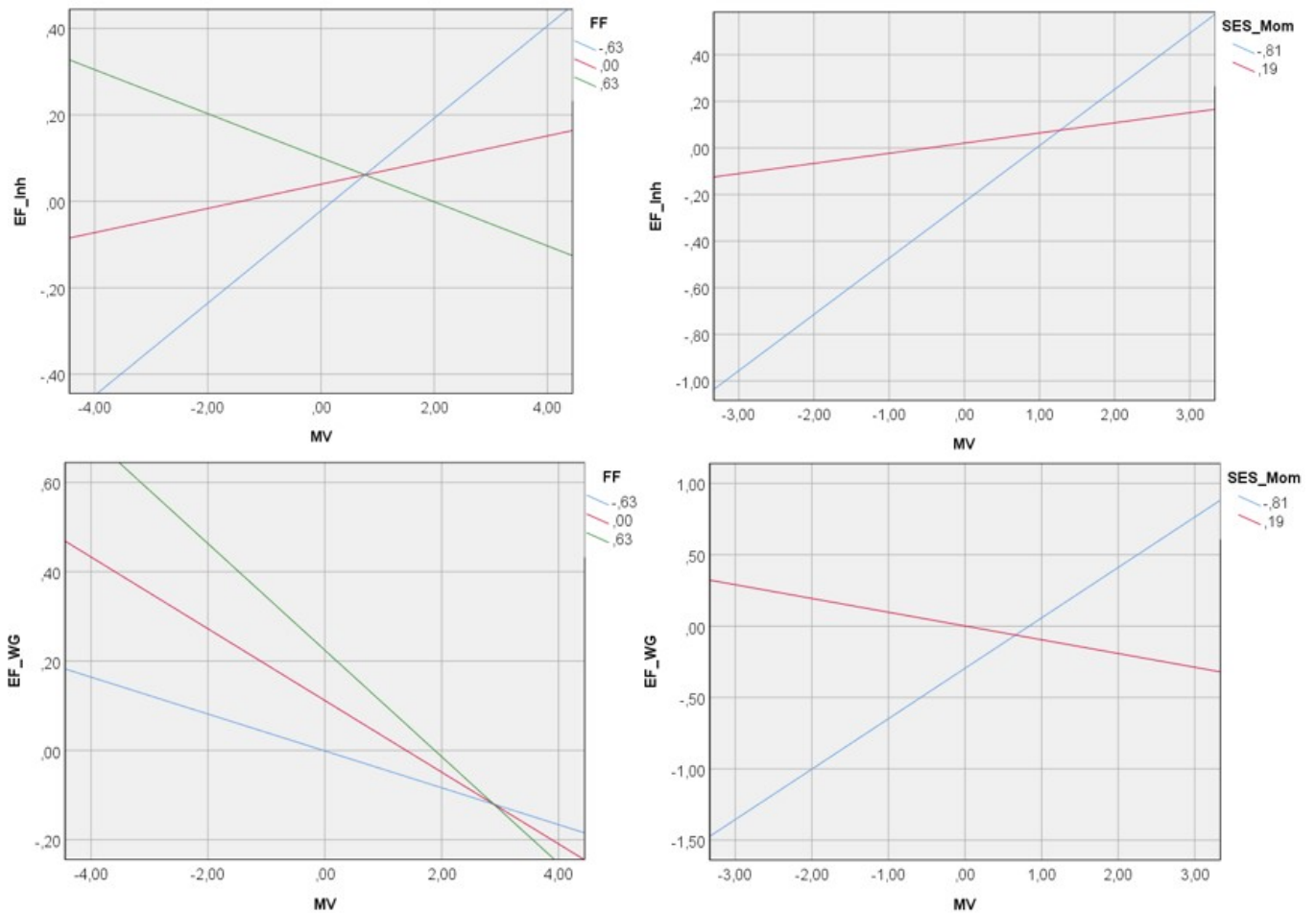
De derde moderatoranalyse keek naar Werkgeheugen, Motorische Vaardigheden, Fysieke Fitheid en Sociaaleconomische Status in de dataset met uitschieters. Deze variabelen samen, interactietermen geïnccludeerd, vormden een niet significant model ($F(5, 35) = 1.94, p = .11$). De proportie verklaarde variantie was met 22% te kwalificeren als een groot effect (Cohen, 1988). Motorische Vaardigheden ($p = .86$), Fysieke Fitheid ($p = .33$) en Sociaaleconomische Status ($p = .25$) waren niet significant in het voorspellen van Werkgeheugen. Ook in dit model waren twee interactietermen. De eerste interactieterm betrof Motorische Vaardigheden en Fysieke Fitheid welke geen significante proportie verklaarde van de variantie in Werkgeheugen ($F(1, 35) = .18, p = .67$). De proportie verklaarde variantie was tevens als zeer laag te kwalificeren ($R^2 = .00$; Cohen, 1988). De tweede interactieterm,

Motorische Vaardigheden met Sociaaleconomische Status, kende een significant en gemiddeld effect ($F(1, 35) = 5.97, p < .05, R^2 = .13$). De gestandaardiseerde helling van Motorische Vaardigheden was niet significant wanneer Fysieke Fitheid ongeveer één standaarddeviatie onder het gemiddelde ($\beta = -.04, p = .52$), op het gemiddelde ($\beta = -.08, p = .17$) en boven het gemiddeld ($\beta = -.12, p = .17$) was. Verder waren de gestandaardiseerde hellingen van Motorische Vaardigheden significant wanneer Sociaaleconomische Status ongeveer één standaarddeviatie onder het gemiddelde ($\beta = .35, p < .05$) was, maar niet wanneer het boven het gemiddelde ($\beta = -.10, p = .06$) was. Deze resultaten identificeerde Sociaaleconomische Status als een mogelijke moderator. Dit kon niet gezegd worden over Fysieke Fitheid.

Ten slotte werd er bij de vierde moderatoranalyse de dataset zonder uitschieters gebruikt. Het model bestond uit de volgende variabelen: Werkgeheugen (uitkomstvariabele), Motorische Vaardigheden (predictor), Fysieke Fitheid (moderator 1) en Sociaaleconomische Status (moderator 2). Dit model bleek niet statistisch significant te zijn ($F(5, 35) = 1.94, p = .11$) en verklaarde 25% van de variantie in Werkgeheugen wat gezien kon worden als een groot effect (Cohen, 1988). Wat betreft de interactietermen was er alleen een noemenswaardig verschil te zien wanneer er gekeken werd naar de eerste interactieterm (Motorische Vaardigheden met Fysieke Fitheid) in de dataset zonder uitschieters. Zo was deze opnieuw niet significant, maar kende deze nu een gemiddeld effect ($F(1, 26) = 1.49, p = .23, R^2 = .04$). Verder werden er vergelijkbare resultaten gevonden voor de gestandaardiseerde hellingen van Motorische Vaardigheden per level van Fysieke Fitheid en Sociaaleconomische Status.

Figuur 1

Visualisatie van de Gestandaardiseerde Hellingen van Motorische Vaardigheden (MV) om Inhibitie (EF_Inh) en Werkgeheugen (EF_WG) te Voorspellen per level van Fysieke Fitheid (FF) en Sociaaleconomische Status (SES) in de Dataset met Uitschieters.

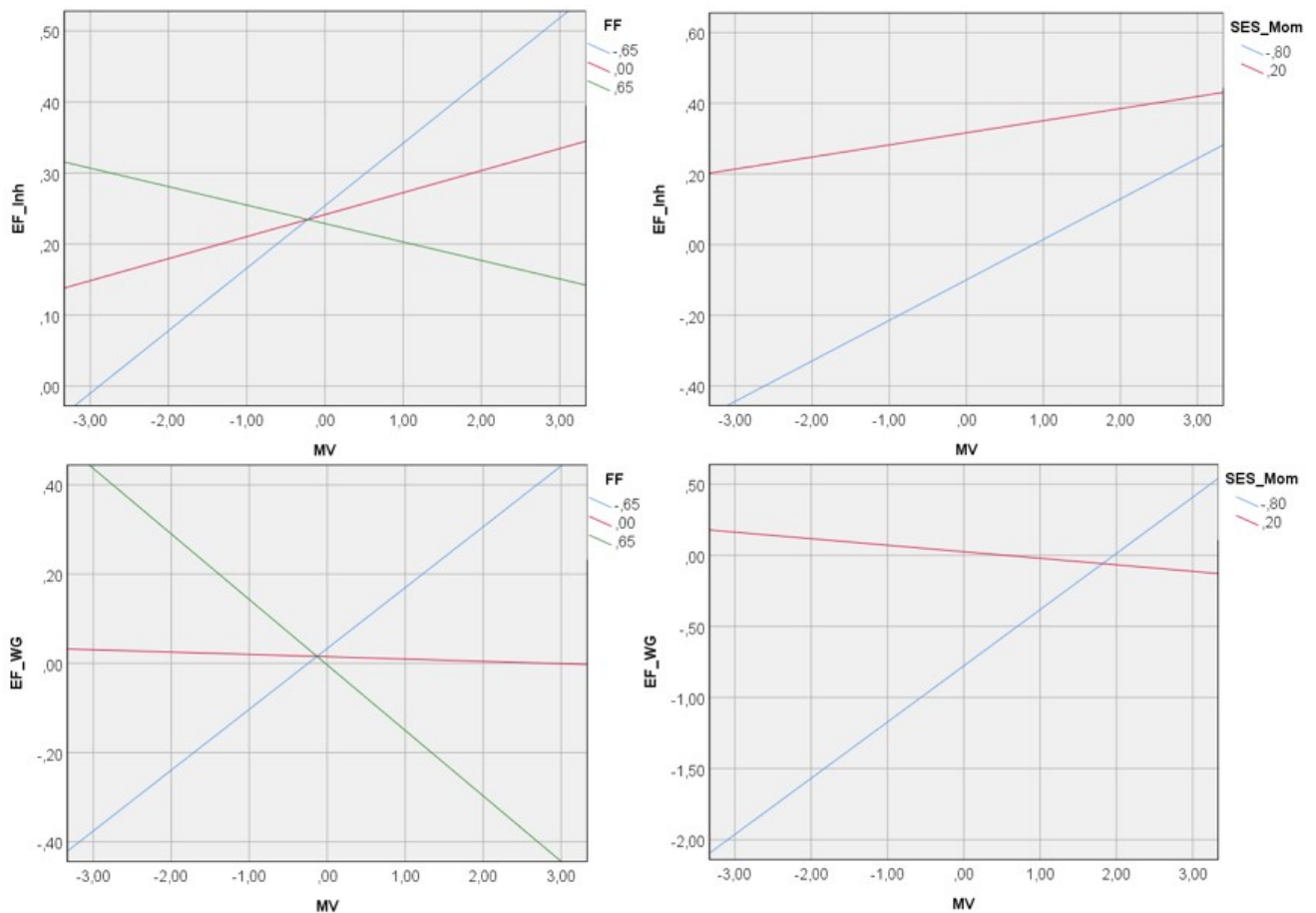


Note. Bij Fysieke Fitheid staat de blauwe lijn voor $-.63$, de rode lijn voor 0 en de groene lijn voor $.63$.

Bij Sociaaleconomische Status geeft de blauwe lijn $-.81$ weer en de rode lijn $.19$. In het figuur links boven geeft de blauwe lijn van Fysieke Fitheid in relatie tot Inhibitie en Motorische Vaardigheden een significant resultaat weer. Bij het figuur rechts onder geeft de blauwe lijn van Sociaaleconomische Status in relatie tot Werkgeheugen en Motorische Vaardigheden een significant resultaat weer.

Figuur 2

Visualisatie van de Gestandaardiseerde Hellingen van Motorische Vaardigheden om Inhibitie en Werkgeheugen te Voorspellen per level van Fysieke Fitheid en Sociaaleconomische Status in de Dataset zonder Uitschieters.



Note. Bij Fysieke Fitheid staat de blauwe lijn voor $-.65$, de rode lijn voor 0 en de groene lijn voor $.65$. Bij Sociaaleconomische Status geeft de blauwe lijn $-.80$ weer en de rode lijn $.20$. In het figuur rechts onder geeft de blauwe lijn van Sociaaleconomische Status in relatie tot Werkgeheugen en Motorische Vaardigheden een significant resultaat weer.

Discussie

Ondanks dat voorgaande onderzoeken (Hartman et al., 2010; Jongbloed et al., 2012; Michel et al., 2018) bewijzen hebben gevonden voor een verband tussen EF en motorische vaardigheden bij kinderen die een atypische ontwikkeling doormaken, is dit verband nog niet zo duidelijk bij normaal ontwikkelende kinderen. Er worden namelijk veelal inconsistente bevindingen gerapporteerd bij typisch ontwikkelende kinderen welke mogelijk te wijten zijn aan variabelen waar in het onderzoek geen rekening mee gehouden is (van der Fels et al., 2015; Houwen et al., 2017). Het huidige onderzoek wilde een bijdrage leveren aan het verhelderen van deze onduidelijkheid door te kijken of de samenhang tussen de executieve

functies (opgedeeld in inhibitie en werkgeheugen) en motorische vaardigheden sterker of zwakker werd door de fysieke fitheid van een kind en het opleidingsniveau van de moeders (sociaaleconomische status). Over het algemeen leken motorische vaardigheden, fysieke fitheid en sociaaleconomische status niet in staat om inhibitie en werkgeheugen (significant) te voorspellen, waarbij er geen was sprake van significante lineaire relaties met zwakke tot zeer zwakke effecten. Echter, zoals verwacht, werden er wel significante interacties gevonden met gemiddelde effectgroottes, waarbij fysieke fitheid als mogelijke moderator werd geïdentificeerd in de relatie tussen inhibitie en motorische vaardigheden terwijl sociaaleconomische status het verband tussen werkgeheugen en motorische vaardigheden leek te beïnvloeden.

Samenhang Executieve Functies en Motorische Vaardigheden

In lijn met eerder onderzoek waarbij vergelijkbare variabelen werden gebruikt (Rigoli et al., 2012; Houwen et al., 2017; Michel et al., 2018), werd verwacht dat fysieke fitheid en sociaaleconomische status de aanwezigheid, sterkte of richting van de samenhang tussen inhibitie/werkgeheugen en motorische vaardigheden zou beïnvloeden als moderatoren. Zoals hierboven al kort is aangegeven, werd de hypothese gedeeltelijk bevestigd. Ten eerste was er te zien dat wanneer moeders een lage fysieke fitheid bij hun kinderen rapporteerden, de scores op inhibitie en motorische vaardigheden ook laag was. De scores op inhibitie en motorische vaardigheden werden groter naarmate de fysieke fitheid van het kind toenam, waarmee een positief verband te zien was. Deze resultaten impliceren dat bij kinderen die minder fysiek fit zijn (en dus weinig beweging krijgen) ook de motorische vaardigheden en inhibitie minder goed tot ontwikkeling komen. Een mogelijke, theoretische, verklaring hiervoor is dat fysiek actief zijn bijdraagt aan de algehele vitaliteit van de hersenen door het aanmaken van neurotrofines (Tompsonski et al., 2008; Semrud-Clikeman & Ellison, 2009). Deze neurotrofines zorgen er vervolgens weer voor dat de neuronen zich beter kunnen ontwikkelen,

waarmee informatie tussen de verschillende hersengebieden (verantwoordelijk voor, onder andere, EF en motorische vaardigheden) sneller doorgegeven kunnen worden (Semrud-Clikeman & Ellison, 2009). Ten tweede was er een tegenovergesteld resultaat te zien wanneer werkgeheugen als afhankelijke variabele werd genomen. Zo leek sociaaleconomische status de relatie tussen werkgeheugen en motorische vaardigheden te beïnvloeden, waarbij een lage sociaaleconomische status leidde tot lage scores op werkgeheugen en motorische vaardigheden. In andere woorden: wanneer de kinderen uit een sociaal milieu komen waarbij de moeders mbo als hoogst genoten opleiding hebben, dan lijken deze kinderen een minder goede ontwikkeling door te maken betreffende het werkgeheugen en de motorische vaardigheden. Opnieuw was er sprake van een positief verband, waarbij de samenhang tussen werkgeheugen en motorische vaardigheden sterker leek te worden naarmate het opleidingsniveau van de moeders hoger werd. Dit is in overeenstemming met het onderzoek van Luo et al. (2007), waarin werd aangetoond dat gezinskenmerken, zoals het opleidingsniveau van de ouders, de ontwikkeling van motorische vaardigheden en cognitieve functies op een soortgelijke manier beïnvloedde.

De bovenstaande bevindingen waren opvallend, aangezien fysieke fitheid alleen een moderator was in de relatie tussen inhibitie en motorische vaardigheden, terwijl sociaaleconomische status dit alleen was bij werkgeheugen en motorische vaardigheden. Het eerste kan mogelijk verklaard worden door het onderzoek van Chaddock et al. (2012) waarin kinderen met een hogere lichamelijke conditie ook hoger scoorden op testen die inhibitie en interferentie controle meten. Dat sociaaleconomische status alleen een moderator zou zijn voor werkgeheugen en motorische vaardigheden is minder logisch en kan, waarschijnlijk, beter verklaard worden vanuit de opzet van de onderzoek en in kader van de beperkingen. Dit wordt in de volgende alinea toegelicht. Wel lijkt het raadzaam om nogmaals een moderatoranalyse te doen (gezien de significante bevindingen) met een grotere steekproef,

maar dan te kijken naar tweeweg-interacties. Een interactieterm welke het effect van motorische vaardigheden, fysieke fitheid en sociaaleconomische status beter in kaart brengt zou mogelijk een verklaring kunnen geven voor deze opvallende bevindingen.

Ondanks dat er significante interactie effecten werden gevonden, waren de modellen in het geheel niet significant en kende deze zeer zwakke tot gemiddelde effecten. Ook werden er, in de moderatoranalyses, noemenswaardige verschillen gevonden wanneer de dataset met en zonder uitschieters werd gebruikt. Zo kwam naar voren dat fysieke fitheid geen significante moderator meer was die de samenhang tussen inhibitie en motorische vaardigheden beïnvloedde in de dataset zonder uitschieters. Dit heeft, mogelijk, twee verklaringen. Allereerst kan er sprake zijn van invloedrijke uitschieters (ook wel ‘influential outliers’) welke de data dusdanig vertekenen dat er significante resultaten ontstaan. Het huidige onderzoek heeft hiernaar gekeken door verschillende technieken te gebruiken, waaronder de MAD en Cook’s distance, maar mogelijk is meer gedegen onderzoek nodig om uit te sluiten of er sprake is van invloedrijke uitschieters. De grootte van de steekproef, en daarmee de power en robuustheid van de analyses, geeft een mogelijke tweede verklaring. De bevindingen zijn namelijk gevonden met een kleine steekproefgrootte, wat ertoe kan leiden dat het krijgen van significante effecten verkleind wordt. Dit kan, bijvoorbeeld, verklaren waarom fysieke fitheid geen significante moderator meer was in de dataset zonder uitschieters, aangezien de totale steekproefgrootte van 41 naar 32 ging. Ook kan het leiden tot een vertekening van de realiteit vanwege willekeurige en systematische fouten. Dit tezamen maakt dat er voorzichtige conclusie getrokken moeten worden en dat het nodig is om vervolgonderzoek te doen.

Beperkingen en Sterke Punten

Bij het interpreteren van de bevindingen van het huidige onderzoek, dient er rekening gehouden te worden met een aantal beperkingen. Allereerst was er sprake van een kleine

steekproef grootte met beperkte variantie wat het lastig heeft gemaakt om robuuste en betrouwbare resultaten te vinden. De jonge leeftijd van de participanten heeft mogelijk geleid tot een kleinere steekproef, aangezien niet alle testen, welke de EF en motorische vaardigheden beogen te meten, in zijn geheel konden worden afgenomen. Zo bleven er, van de initiële 159 participanten, 41 participanten over in de dataset met uitschieters en 32 participanten in de dataset zonder uitschieters. Dit maakte dat de bevindingen beperkt gegeneraliseerd konden worden naar de populatie en benadrukken, wederom, de noodzaak om een soortgelijk onderzoek uit te voeren met een grotere steekproef.

Ten tweede werden de participanten, zoals bij veel andere onderzoeken met kinderen (waaronder Houwen et al., 2017; van der Veer et al., 2021) gerekruteerd middels een gelegheidssteekproef. Dit maakte dat de steekproef niet geheel representatief was voor het opleidingsniveau van de ouders, aangezien de steekproef voornamelijk bestond uit kinderen met hoogopgeleide moeders. Dit kan een iets vertekend beeld hebben gegeven, aangezien er met de variabele sociaaleconomische status werd gekeken naar het opleidingsniveau van de moeders.

Ten derde werden er parametrische analyse uitgevoerd terwijl bleek dat de normaliteitsassumptie geschonden was voor inhibitie en fysieke fitheid. Echter heeft dit geen grote gevolgen gehad aangezien een regressie- en moderatoranalyse minder waarde hechten aan de assumptie van normaliteit (Lomax & Hans-Vaughn, 2012). Daarnaast stelt de centrale limiet stelling dat de verdeling van de steekproef een normale verdeling benadert bij een steekproefgrootte van 30 of groter (Lomax & Hans-Vaughn, 2012).

Ten vierde is er in het huidige onderzoek gekozen om EF op te delen in inhibitie en werkgeheugen. Echter wijst steeds meer onderzoek uit dat het lastig is om bij jonge kinderen EF op te delen in sub componenten, aangezien EF nog volop in ontwikkeling is en de sub componenten binnen EF inherent aan elkaar zijn (Semrud-Clikeman & Ellison, 2009;

Rhoades et al., 2009; Diamond, 2016; Wolfe & Bell, 2004). Voor vervolgonderzoek is het interessant om te onderzoeken wat het verschil is wanneer EF niet wordt opgedeeld.

Aansluitend is er geen gebruik gemaakt van bestaande en/of betrouwbare testinstrumenten om tot de variabele fysieke fitheid te komen. Dit kan mogelijk verklaren waarom er een niet wenselijke composite reliability gevonden werd voor fysieke fitheid. Echter toont Hair et al. (2015) aan dat het prima is om items te gebruiken wanneer de composite reliability tot .95 gaat in sociale studies, wat het geval was voor fysieke fitheid.

Ten slotte is het goed om te benoemen dat, ondanks de beperkingen, het huidige onderzoek ook sterke punten had. Allereerst was er in dit onderzoek sprake van multi-source data, waarbij zowel de kinderen als de moeders een bijdrage hebben geleverd aan het onderzoek. Zo werd er bij de kinderen een uitgebreide testbatterij gebruikt welke EF (middels Day/Night test, Hand Tapping test, Head-Toes-Knees-Shoulders test, Forward Digit Recall test en de Forward Corsi Block test) en motorische vaardigheden (MABC-2) beogen te meten. De moeders werd gevraagd naar informatie omtrent hoe fysiek fit hun kind was en naar het eigen genoten opleidingsniveau. Ten tweede was het huidige onderzoek één van de eerste die heeft getracht om de samenhang tussen inhibitie/werkgeheugen en motorische vaardigheden te onderzoeken in het licht van potentiële moderatoren bij kinderen van drie en vier jaar oud. Een derde (en laatste) sterk punt van het onderzoek was dat er met een beperkte dataset bevindingen zijn gevonden welke in lijn zijn met literatuur. Tevens zijn deze bevindingen mogelijk praktisch relevant.

Praktische Aanbeveling en Vervolgonderzoek

De bevindingen van het huidige onderzoek lieten zien dat kinderen die minder fysiek fit waren of uit een laag tot gemiddeld sociaal milieu kwamen lager scoorden op testen die EF en motorische vaardigheden meten. Dit heeft mogelijk als gevolg dat deze kinderen, op termijn, een ontwikkelingsachterstand oplopen zoals aangetoond door eerder onderzoek

(waaronder Golos et al., 2011). Ondanks dat de huidige bevindingen met enige voorzichtigheid geïnterpreteerd moeten worden, wijst dit wel op een zeer waardevolle, praktische aanbeveling voor vervolgonderzoek zodat een (vroeg)tijdige interventie bedacht en ingezet kan worden bij kwetsbare kinderen. Om deze reden wordt geadviseerd om vervolgonderzoek te doen met deze bevinding als onderzoeksvraag. Hieronder worden een paar implicaties voor vervolgonderzoek genoemd.

Allereerst lijkt het passender om een longitudinaal in plaats van een cross-sectioneel onderzoeksdesign te kiezen bij kinderen die nog volop aan het ontwikkelen zijn. Met een longitudinaal onderzoek kan namelijk, bij het eerste meetmoment, een eventuele ontwikkelingsachterstand worden opgemerkt in de EF en motorische vaardigheden. Hier zou dan, in overleg met betrokkenen (ouders en/of onderwijsinstelling) gekeken kunnen worden wat voor interventie ingezet dient te worden. Bij de latere meetmomenten kan gekeken worden of de gekozen interventie tot een verbetering heeft geleid.

Ten tweede wordt geadviseerd om opnieuw een moderatoranalyse te doen, waarbij uit wordt gegaan van een tweeweg-interactie zodat de interactieterm Motorische Vaardigheden, fysieke fitheid en sociaaleconomische status in combinatie met elkaar onderzocht kan worden. Op deze manier kan gekeken worden of de bevindingen van het huidige onderzoek toevalstreffers zijn of dat er daadwerkelijk implicaties zijn om in te grijpen bij kinderen die het risico lopen op een ontwikkelingsachterstand. Een drieweg-interactie zou eventueel ook interessant kunnen zijn, aangezien een variabele zoals leeftijd van het kind en de samenstelling/leeftijd van de klas ook een invloed kan hebben op de relatie tussen EF en motorische vaardigheden. Helemaal wanneer dit wordt gecombineerd met een longitudinaal onderzoek lijkt een moderatoranalyse met een drieweg-interactie (waarbij fysieke fitheid, sociaaleconomische status en leeftijd van het kind moderatoren zijn) het meest passend.

Ten derde is het raadzaam om, wanneer er opnieuw onderzoek wordt gedaan bij drie- en vierjarige kinderen, EF als geheel te zien en deze niet op te delen in sub componenten. Het is immers lastig om de verschillende sub componenten bij EF los van elkaar te zien bij jonge kinderen (Semrud-Clikeman & Ellison, 2009; Rhoades et al., 2009; Diamond, 2016; Wolfe & Bell, 2004).

Conclusie

Dit onderzoek belicht een, zeker in de huidige tijd na een pandemie, zeer praktisch en waardevol vraagstuk. Zo kwam naar voren dat kinderen die minder fysiek fit waren en uit een laag tot gemiddeld sociaal milieu kwamen een mogelijke ontwikkelingsachterstand oplopen met betrekking tot de executieve functies (inhibitie en werkgeheugen in het bijzonder) en motorische vaardigheden. Vervolgonderzoek is noodzakelijk om de precieze aard en ernst van deze bevindingen beter in kaart te brengen en kan bestaan uit het opzetten van een onderzoek welke een grotere steekproef kent, longitudinaal is en kijkt naar tweeweg- of drieweg-interacties binnen een moderatoranalyse. Wanneer deze aanbevelingen in combinatie worden uitgevoerd, ontstaan er meer inzichten over het inzetten van passende en (vroeg)tijdige interventies zodat het risico op een ontwikkelingsachterstand in de executieve functies en motorische vaardigheden kunnen worden geminimaliseerd.

Referenties

- Aadland, K. N., Moe, V. F., Aadland, E., Anderssen, S. A., Resaland Geir Kåre, & Ommundsen, Y. (2017). Relationships between physical activity, sedentary time, aerobic fitness, motor skills and executive function and academic performance in children. *Mental Health and Physical Activity*, *12*, 10–18.
<https://doi.org/10.1016/j.mhpa.2017.01.001>
- Alloway, T. P., Gathercole, S. E., & Pickering, S. J. (2006). Verbal and Visuospatial Short-Term and Working Memory in Children: Are They Separable? *Child Development*, *77*(6), 1698–1716. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2006.00968.x>
- Baggetta, P., & Alexander, P. A. (2016). Conceptualization and operationalization of executive function. *Mind, Brain, and Education*, *10*(1), 10–33.
<https://doi.org/10.1111/mbe.12100>
- Bull, R., Espy, K. A., & Wiebe, S. A. (2008). Short-term memory, working memory, and executive functioning in preschoolers: longitudinal predictors of mathematical achievement at age 7 years. *Developmental Neuropsychology*, *33*(3), 205–28.
<https://doi.org/10.1080/87565640801982312>
- Cadoret, G., Bigras, N., Duval, S., Lemay, L., Tremblay, T., & Lemire, J. (2018). The mediating role of cognitive ability on the relationship between motor proficiency and early academic achievement in children. *Human Movement Science*, *57*, 149–157.
<https://doi.org/10.1016/j.humov.2017.12.002>
- Campos, J. J., Anderson, D. I., Barbu-Roth, M. A., Hubbard, E. M., Hertenstein, M. J., & Witherington, D. (2000). Travel broadens the mind. *Infancy*, *1*, 149–219.
https://doi.org/10.1207/S15327078IN0102_1

CBS (2022). Verschil levensverwachting hoog en laagopgeleid groeit: opleidingsniveau.

Geraadpleegd op 5 april 2022. Verkregen van: <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2019/33/verschil-levensverwachting-hoog-en-laagopgeleid-groeit>

Chaddock, L., Hillman, C., Pontifex, M., Johnson, C., Raine, L., & Kramer, A. (2012).

Childhood aerobic fitness predicts cognitive performance one year later. *Journal of Sports Sciences*, 30(5), 421–430. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.647706>

Cook, R. D. (2000). Detection of influential observation in linear regression. *Technometrics*,

42(1), 65–68. <https://www.jstor.org/stable/1271434?seq=1>

Corsi, P.M. (1972). Human memory and the medial temporal region of the brain. Verkregen

van: https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Human%20memory%20and%20the%20medial%20temporal%20region%20of%20the%20brain&publication_year=197%202&author=P.M.%20Corsi

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/10.1111/1467-8624.00117>

Diamond, A. (2016). Why improving and assessing executive functions early in life is critical.

In J. A. Griffin, P. McCardle, & L. S. Freund (Eds.), *Executive function in preschool-age children: Integrating measurement, neurodevelopment, and translational*

research. (pp. 11–43). American Psychological Association.

<https://doi.org/10.1037/14797-002>

Echambadi, R., & Hess, J. D. (2007). Mean-centering does not alleviate collinearity problems

in moderated multiple regression models. *Marketing Science*, 26(3), 438–445.

<https://doi.org/10.1287/mksc.1060.0263>

van der Fels, I. M. J., te Wierike, S. C. M., Hartman, E., Elferink-Gemser, M. T., Smith, J., &

Visscher, C. (2015). The relationship between motor skills and cognitive skills in 4–16

- year old typically developing children: A systematic review. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 18(6), 697–703. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2014.09.007>
- Gandotra, A., Csaba, S., Sattar, Y., Cserényi, V., Bizonics, R., Cserjesi, R., & Kotyuk, E. (2022). A meta-analysis of the relationship between motor skills and executive functions in typically-developing children. *Journal of Cognition and Development*, 23(1), 83–110. <https://doi.org/10.1080/15248372.2021.1979554>
- Garon, N., Bryson, S. E., & Smith, I. M. (2008). Executive function in preschoolers: a review using an integrative framework. *Psychological Bulletin*, 134(1), 31–60. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.134.1.31>
- Gathercole, S. E., Pickering, S. J., Ambridge, B., & Wearing, H. (2004). The Structure of Working Memory From 4 to 15 Years of Age. *Developmental Psychology*, 40(2), 177–190. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.40.2.177>
- Gerstadt, C. L., Hong, Y. J., & Diamond, A. (1994). The relationship between cognition and action: Performance of children 3 1/2-7 years old on a Stroop-like day-night test. *Cognition*, 53(2), 129–153. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(94\)90068-X](https://doi.org/10.1016/0010-0277(94)90068-X)
- Golos, A., Sarid, M., Weill, M., & Weintraub, N. (2011). Efficacy of an early intervention program for at-risk preschool boys: A two-group control study. *American Journal of Occupational Therapy*, 65(4), 400–408. <https://doi.org/10.5014/ajot.2011.000455>
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2010). *Multivariate data analysis* (7th ed.). Englewood Cliff, NJ: Prentice Hall.
- Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2015). *A primer on partial least squares structural equation modeling (pls-sem)* (Second). SAGE Publications. <https://doi.org/10.1080/1743727X.2015.1005806>

Hands, B., & Larkin, D. (2006). Physical fitness differences in children with and without motor learning difficulties. *European Journal of Special Needs Education*, 21(4), 447–456. <https://doi.org/10.1080/08856250600956410>

Hartman, E., Houwen, S., Scherder, E., & Visscher, C. (2010). On the relationship between motor performance and executive functioning in children with intellectual disabilities. *Journal of Intellectual Disability Research*, 54(5), 468–477. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2788.2010.01284.x>

Hayes, A. F. (2018). *Introduction to mediation, moderation, and conditional process analysis: A regression-based approach* (2nd edition). New York: The Guilford Press.

Verkregen via:

https://scholar.google.com/scholar_lookup?hl=en&publication_year=2018&author=A.+F.+Hayes&title=Introduction+to+mediation%2C+moderation%2C+and+conditional+process+analysis%3A+A+regression-based+approach

Henderson, S.E., Sugden, D.A., Barnett, A.L., & Smits-Engelsman, B.C.M. (2010).

Movement assessment battery for children-2. *Nederlandstalige bewerking*.

Amsterdam: Pearson. Verkregen via:

https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Handleiding%20movement%20ABC-2-NL%20%5BManual%20Movement%20ABC-2-NL%5D&publication_year=2010&author=Smits-Engelsman%2CB

von Hofsten, C. (2007). Action in development. *Developmental science*, 10, 54–60.

<https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2007.00564.x>

von Hofsten, C. (2009). Action, the foundation for cognitive development. *Scandinavian*

Journal of Psychology, 50, 617–623. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9450.2009.00780.x>

- 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*, 24–36.
<https://doi.org/10.1016/j.humov.2016.12.009>
- 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*, 3–15.
<https://doi.org/10.1016/j.ridd.2018.04.002>
- James, G., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2021). An introduction to statistical learning : with applications in r (Second, Ser. Springer texts in statistics). Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-1-0716-1418-1>
- Jongbloed-Pereboom, M., Janssen, A. J. W. M., Steenbergen, B., & Nijhuis-van der Sanden, M. W. G. (2012). Motor learning and working memory in children born preterm: a systematic review. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews, 36*(4), 1314–1330.
<https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2012.02.005>
- Leys, C., Ley, C., Klein, O., Bernard, P., & Licata, L. (2013). Detecting outliers: Do not use standard deviation around the mean, use absolute deviation around the median. *Journal of Experimental Social Psychology, 49*(4), 764–766.
<https://doi.org/10.1016/j.jesp.2013.03.013>
- Lezak, M. D., Howieson, D. B., & Loring, D. W. (2004). Neuropsychological assessment (4th ed.). New York: Oxford University Press. <https://doi.org/10.1007/s00415-005-0003-0>
- Livesey, D., Keen, J., Rouse, J., & White, F. (2006). The relationship between measures of executive function, motor performance and externalising behaviour in 5- and 6-year-old children. *Human Movement Science, 25*(1), 50–64.
<https://doi.org/10.1016/j.humov.2005.10.008>

- Lomax, R. G., & Hahs-Vaughn, D. L. (2012). An introduction to statistical concepts, 3rd ed. Routledge/Taylor & Francis Group. <https://doi.org/10.4324/9780203137819>
- Luo, Z., Jose, P. E., Huntsinger, C. S., & Pigott, T. D. (2007). Fine motor skills and mathematics achievement in east asian american and european American kindergartners and first graders. *British Journal of Developmental Psychology*, 25(4), 595–614. <https://doi.org/10.1348/026151007X185329>
- McClelland, M. M., Cameron, C. E., Duncan, R., Bowles, R. P., Acock, A. C., Miao, A., & Pratt, M. E. (2014). Predictors of early growth in academic achievement: The head-toes-knees-shoulders task. *Frontiers in Psychology*, 5. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00599>
- Meador, D.N., Turner, K.A., Lipsey, M.W., & Farran, D.C. (2013). Administering measures from the PRI learning-related cognitive self-regulation study. Verkregen van: <https://my.vanderbilt.edu/cogselfregulation/files/2012/11/SR-Meas-Training-Manual-Draft.pdf>
- Michel, E., Molitor, S., & Schneider, W. (2018). Differential changes in the development of motor coordination and executive functions in children with motor coordination impairments. *Child Neuropsychology*, 24(1), 20–45. <https://doi.org/10.1080/09297049.2016.1223282>
- Mulder, H., Hoofs, H., Verhagen, J., van der Veen, I., & Leseman, P. P. M. (2014). Psychometric properties and convergent and predictive validity of an executive function test battery for two-year-olds. *Frontiers in Psychology*, 5. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00733>
- Oberer, N., Gashaj, V., & Roebbers, 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>

- Piaget J. & Inhelder B. (1966). *La Psychologie De L'enfant*. Presses Universitaires de France, Paris
- Pickering, S. J., Gathercole, S. E., & Peaker, S. M. (1998). Verbal visuospatial short-term memory in children: Evidence for common and distinct mechanisms. *Memory & Cognition*, 26(6), 1117–1130. <https://doi.org/10.3758/BF03201189>
- Piek, J. P., Dawson, L., Smith, L. M., & Gasson, N. (2008). The role of early fine and gross motor development on later motor and cognitive ability. *Human Movement Science*, 27(5), 668–681. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2007.11.002>
- Ponitz, C. C., McClelland, M. M., Matthews, J. S., & Morrison, F. J. (2009). A structured observation of behavioral self-regulation and its contribution to kindergarten outcomes. *Developmental Psychology*, 45(3), 605–619. <https://doi.org/10.1037/a0015365>
- Rigoli, D., Piek, J. P., Kane, R., & Oosterlaan, J. (2012). An examination of the relationship between motor coordination and executive functions in adolescents. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 54(11), 1025–1031. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2012.04403.x>
- Rhoades, B. L., Greenberg, M. T., & Domitrovich, C. E. (2009). The contribution of inhibitory control to preschoolers' social-emotional competence. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 30(3), 310–320. <https://doi.org/10.1016/j.appdev.2008.12.012>
- Schulz, J., Henderson, S. E., Sugden, D. A., & Barnett, A. L. (2011). Structural validity of the Movement ABC-2 test: Factor structure comparisons across three age groups. *Research in Developmental Disabilities*, 32(4), 1361–1369. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2011.01.032>

- Semrud-Clikeman, M., & Ellison P.A.T. (2009). *Child Neuropsychology: Assessment and Interventions for Neurodevelopmental Disorders - Second edition*. New York: Springer. Verkregen via: <https://doi.org/10.1007/978-0-387-88963-4>
- Shieh, G. (2011). Clarifying the role of mean centring in multicollinearity of interaction effects: mean centring. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 64(3), 462–477. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8317.2010.02002.x>
- Smith, L., & Gasser, M. (2005). The development of embodied cognition: Six lessons from babies. *Artificial Life*, 11, 13–29. <https://doi.org/10.1162/1064546053278973>
- Smits-Engelsman, B. C. M., Niemeijer, A. S., & van Waelvelde, H. (2011). Is the movement assessment battery for children-2nd edition a reliable instrument to measure motor performance in 3 year old children? *Research in Developmental Disabilities*, 32(4), 1370–7. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2011.01.031>
- Streiner, D. L. (2003). Starting at the beginning: an introduction to coefficient alpha and internal consistency. *Journal of Personality Assessment*, 80(1), 99–103. https://doi.org/10.1207/S15327752JPA8001_18
- Tomporowski, P. D., Davis, C. L., Miller, P. H., & Naglieri, J. A. (2008). Exercise and children's intelligence, cognition, and academic achievement. *Educational Psychology Review*, 20(2), 111–131. <https://doi.org/10.1007/s10648-007-9057-0>
- Thorell, L. B., & Wåhlstedt, C. (2006). Executive Functioning Deficits in Relation to Symptoms of ADHD and/or ODD in Preschool Children. *Infant and Child Development*, 15(5), 503–518. <https://doi.org/10.1002/icd.475>
- van der Veer, G., Kamphorst, E., Minnaert, A., Cantell, M., Kakebeke, T. H., & Houwen, S. (2021). Assessing motor performance in preschool children: The Zurich Neuromotor Assessment-2 and the Movement Assessment Battery for Children-2. *Perceptual and Motor Skills*, 128(5), 2014–2032. <https://doi.org/10.1177/00315125211025246>

Wolfe, C. D., & Bell, M. A. (2004). Working Memory and Inhibitory Control in Early Childhood: Contributions from Physiology, Temperament, and Language. *Developmental Psychobiology*, *44*(1), 68–83.

<https://doi.org/10.1002/dev.10152>

Yap, B. W., & Sim, C. H. (2011). Comparisons of various types of normality tests. *Journal of Statistical Computation and Simulation*, *81*(12), 2141–2155.

<https://doi.org/10.1080/00949655.2010.520163>

Appendix A

Materialen

Vragen Fysiek Fitheid

De vragen welke zijn gebruikt om tot de variabele Fysieke Fitheid te komen zijn als volgt:

- Vraag 45: hoeveel dagen per week gaat uw kind lopend en/of fietsend naar school, de peuterspeelzaal en/of de opvang?
- Vraag 46: hoeveel tijd neemt het ongeveer in beslag wanneer uw kind lopend en/of fietsend naar school, de peuterspeelzaal of de opvang gaat?
- Vraag 47: hoeveel dagen per week doet uw kind aan sporten op de school en/of peuterspeelzaal?
- Vraag 49: hoeveel dagen per week doet uw kind aan sporten?
- Vraag 51: hoeveel dagen per week heeft uw kind buiten gespeeld?
- Vraag 52: hoeveel tijd nam het buiten spelen in beslag?

De antwoordmogelijkheden bij vraag 45, 47 en 49 waren hetzelfde en konden beantwoord worden middels een 7-puntsschaal (1 = 1 dag per week, 5 = 5 dagen per week, 7 = kind gaat niet of is niet geweest). Bij vraag 46 werd gebruikt gemaakt van een 5-puntsschaal (1 = korter dan 10 minuten per dag, 3 = 20 tot 30 minuten per dag, 5 = één uur per dag of langer). Vraag 50 had een 4-puntsschaal (1 = korter dan een half uur per keer, 4 = 2 tot 3 uur per keer). De antwoordmogelijkheden bij vraag 51 konden beantwoord worden met een 9-puntsschaal (1 = 1 dag per week, 7 = 7 dagen per week, 8 = nooit, 9 = kind heeft niet buiten gespeeld). Ten slotte werd er bij vraag 52 gebruik gemaakt van een 5-puntsschaal (1 = korter dan een half uur per dag, 3 = 1 tot 2 uur per dag, 5 = 3 uur per dag of langer).

Vragen Sociaaleconomische Status

Bij de vragen om het opleidingsniveau van de ouders in kaart te brengen en zo tot de variabele Sociaaleconomische Status te komen werd er gebruik gemaakt van twee vragen, waarbij vraag 88 ging over de ouder die de vragenlijst invulde en vraag 89 over de andere ouder. Deze vragen werden gebruikt om het opleidingsniveau van de moeder te achterhalen en konden beantwoord worden middels een 10-puntsschaal (1 = basisschool, 2-4 = vmbo, havo, vwo respectievelijk, 5 = mbo, 6 = hbo, 7-9 = wo bachelor, master, PhD respectievelijk, 10 = invulmogelijkheid).

Appendix B

Vorbereidende fase

Correlatieanalyse Executieve Functies

Er werd een correlatieanalyse uitgevoerd om de aannemelijkheid van het samenvoegen van de variabelen welke executieve functies meten (in sub componenten inhibitie en werkgeheugen) aan te tonen. De correlatieanalyse is weergegeven in Tabel B1. De correlatie tussen Day/Night en Hand Tapping is zeer zwak en non-significant. De Day/Night en Hand Tapping hangen zwak samen met Head-Toes-Knees-Shoulders reeks 1 en gemiddeld met Head-Toes-Knees-Shoulders reeks 2. Head-Toes-Knees-Shoulders reeks 1 en reeks 2 correleren sterk met elkaar. Deze verbanden zijn significant. De Forward Digit Recall heeft een gemiddelde en significante samenhang met de Forward Corsi Block test.

Tabel B1

Correlatieanalyse van Executieve Functies.

Correlatie	1	2	3	4	5	6
1. DN	-					
2. HT	.087	-				
3. HTKS-1	.264*	.230*	-			
4. HTKS-2	.460**	.355**	.577**	-		
5. DR	.205*	.180	.187	.181	-	
6. CB	.342**	.275**	.255**	.419**	.463**	-

Note. De correlaties van de executieve functies zijn berekend middels Pearson's r . De volgende vuistregels zijn gebruikt voor het interpreteren van de correlaties: zwak tussen .1 en .29, gemiddeld tussen .30 en .49 (*cursief*) en sterk tussen .50 en 1 (**vetgedrukt**; Cohen, 1988).

DN = Day/Night; HT = Hand Tapping; HTKS-1 = Head-Toes-Knees-Shoulders reeks 1; HTKS-2 = Head-Toes-Knees-Shoulders reeks 2; DR = Digit Recall; CB = Corsi Block test.

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

Factoranalyse en Cronbach's Alfa Executieve Functies

Ter ondersteuning van de correlatieanalyse is een factoranalyse uitgevoerd. Hier dient echter wel een aantekening bij gemaakt te worden, aangezien het niet geheel toereikend was om een factoranalyse uit te voeren vanwege de, uiteindelijke, lage steekproefgrootte. Dit was opnieuw om te kijken welke afhankelijke variabelen samengevoegd kunnen worden tot sub componenten (inhibitie en werkgeheugen) van de executieve functies. In de factoranalyse zijn zes variabelen (Day/Night, Hand Tapping, Head-Toes-Knees-Shoulders reeks 1 en 2, Digit Recall en Corsi Block test) meegenomen. De Kaiser-Meyer-Olkin measure of sampling adequacy was .64, welke boven de geadviseerde waarde van .6 is (Hair et al., 2010) en de Bartlett's test of sphericity was significant ($\chi^2(15) = 72.45, p < .05$). Tabel B2 visualiseert de 2-factor oplossing voor deze zes items en laat zien dat de proportie totale variantie 59.34% is. Verder is te zien dat Day/Night, Hand Tapping en Head-Toes-Knees-Shoulders reeks 1 en 2 samen en Digit Recall en Corsi Block test samen een waarde van $\geq .4$ hebben, waarmee bevestigd wordt dat deze items samen een onderliggende dimensie meten. Dit is passend bij de gevonden literatuur, waarmee het gewaarborgd is om executieve functies op te delen in de variabelen inhibitie en werkgeheugen (zie: Gerstadt et al., 1994; Diamond & Taylor, 1996; McClelland et al., 2014; Gathercole et al., 2004; Corsi, 1972; Pickering et al., 1998). In Tabel B2 is tevens de Cronbach's alfa weergegeven. Deze waarde is gebaseerd op de ruwe scores van de betreffende variabelen en laten zien dat het discutabel is (Cronbach 1951; Streiner, 2033).

Tabel B2

Factoranalyse en Cronbach's Alfa van Executieve Functies.

Factornaam	Items	Factor 1	Factor 2	Cronbach's Alfa
Inhibitie	DN	.53		0.663
	HT	.47		

	HTKS-1	.82	
	HTKS-2	.94	
Werkgeheugen	DR	.86	0.632
	CB	.76	
	<i>Variantie verklaard</i>	40.21%	19.13%

Note. Extraction method: Principal Component Analysis; Rotation method: Oblimin with Kaiser Normalization.

Ladingen $\geq .40$ zijn vetgedrukt en kleine ladingen met een waarde van $\leq .30$ zijn onderdrukt.

De volgende vuistregels zijn gebruikt voor het interpreteren van de Cronbach's alfa: onacceptabel $\leq .5$, slecht $.5 \leq \alpha \leq .6$, discutabel $.6 \leq \alpha \leq .7$, acceptabel $.7 \leq \alpha \leq .8$, goed $.8 \leq \alpha \leq .9$ en uitstekend $.9 \leq \alpha$ (Cronbach 1951; Streiner, 2003).

DN = Day/Night; HT = Hand Tapping; HTKS-1 = Head-Toes-Knees-Shoulders reeks 1; HTKS-2 = Head-Toes-Knees-Shoulders reeks 2; DR = Digit Recall; CB = Corsi Block test.

Cronbach's Alpha Fysieke Fitheid

Allereerst is er een Cronbach's alfa berekend voor de zeven vragen (vraag 45, 46, 47, 49, 50, 51 en 52; Tabel B3). Hieruit kwam naar voren dat de Cronbach's alfa hoger zou worden wanneer vraag 51 en vraag 52 verwijderd worden. Om deze reden is er opnieuw een Cronbach's alfa berekend zonder deze twee vragen (Tabel B4 op de volgende pagina).

Tabel B3

Cronbach's Alfa voor Zeven Vragen Passend bij Fysieke Fitheid.

Items	Cronbach's alfa als item verwijderd wordt
Vraag 45	.367
Vraag 46	.380
Vraag 47	.468
Vraag 49	.426

Vraag 50	.413
Vraag 51	.547
Vraag 52	.532

Note. $\alpha = .492$.

Vraag 45 = hoeveel dagen lopend/fietsen naar school/psz/kdv; vraag 46 = hoe lang lopend/fietsend ongeveer onderweg naar school/psz/kdv; vraag 47 = hoeveel dagen per week sport op school/psz/kdv; vraag 49 = hoeveel dagen per week sport; vraag 50 = hoe lang per keer sport uw kind; vraag 51 = hoeveel dagen per week speelt uw kind buiten; vraag 52 = hoe lang speelt uw kind meestal buiten.

Tabel B4

Cronbach's Alfa voor Vijf Vragen Passend bij Fysieke Fitheid.

Items	Cronbach's alfa als item verwijderd wordt
Vraag 45	.571
Vraag 46	.594
Vraag 47	.663
Vraag 49	.570
Vraag 50	.564

Note. $\alpha = .646$.

Vraag 45 = hoeveel dagen lopend/fietsen naar school/psz/kdv; vraag 46 = hoe lang lopend/fietsend ongeveer onderweg naar school/psz/kdv; vraag 47 = hoeveel dagen per week sport op school/psz/kdv; vraag 49 = hoeveel dagen per week sport; vraag 50 = hoe lang per keer sport uw kind.

Factoranalyse en Composite Reliability Fysieke Fitheid

Allereerst is het goed om te benoemen dat het niet geheel toereikend was om een factoranalyse uit te voeren vanwege de, uiteindelijke, lage steekproefgrootte. De factoranalyse is uitgevoerd om waardes te verkrijgen voor de composite reliability. In de factoranalyse zijn vijf variabelen (vraag 45, vraag 46, vraag 47, vraag 49 en vraag 50) meegenomen. De Kaiser-Meyer-Olkin measure of sampling adequacy was .53, welke onder de geadviseerde waarde

van .6 is (Hair et al., 2010). Dit betekent dat de steekproef mogelijk niet adequaat is voor een factoranalyse. De Bartlett's test of sphericity was significant ($\chi^2 (10) = 146.600, p < .05$).

Tabel B5 visualiseert de 2-factor oplossing voor deze vijf items en laat zien dat de proportie totale variantie 68% is. Verder is te zien dat vraag 49 en vraag 50 samen en vraag 45 en vraag 46 samen een waarde van $\geq .4$ hebben. Vraag 47 heeft een waarde $\leq .4$ en lijkt daarmee geen toevoeging te hebben. Ondanks dat er twee onderliggende dimensies ten grondslag liggen aan fysieke fitheid, worden deze niet opgedeeld in twee aparte variabelen om de power zo hoog mogelijk te houden. Verder is in Tabel B5 de composite reliability en average variance extracted per factor en voor de variabelen samengevoegd tot fysieke fitheid te zien. Om tot deze waarden te komen zijn de factorladingen gebruikt. Er is geen composite reliability en average variance extracted berekend voor vraag 47 aangezien deze vraag niet tot een factor behoort en niet wordt meegenomen in de variabele fysieke fitheid. De composite reliability voor factor 2 is wenselijk, terwijl het niet wenselijk is voor factor 1 en fysieke fitheid (factor 1 en 2 samen).

Tabel B5

Factoranalyse en Composite Reliability van Fysieke Fitheid.

Factornaam	Items	Factor 1	Factor 2	CR	AVE
Geen sport	Vraag 45		.92	0.889	0.802
	Vraag 46		.87		
Geen	Vraag 47	.28	.28		
Sport	Vraag 49	.92		0.915	0.842
	Vraag 50	.92			
	<i>Variantie verklaard</i>	42.14%	25.93%		
Fysieke fitheid				0.948	0.822

Note. Extraction method: Principal Component Analysis; Rotation method: Oblimin with Kaiser Normalization.

Ladingen $\geq .40$ zijn **vetgedrukt**.

De volgende vuistregels zijn gebruikt voor het interpreteren van de composite reliability: wenselijk tussen .80 en .89 (*cursief*), niet wenselijk tussen 0.90 en 0.94 en helemaal niet wenselijk ≥ 0.95 (Hair et al., 2015).

Vraag 45 = hoeveel dagen lopend/fietsen naar school/psz/kdv; vraag 46 = hoe lang lopend/fietsend ongeveer onderweg naar school/psz/kdv; vraag 47 = hoeveel dagen per week sport op school/psz/kdv; vraag 49 = hoeveel dagen per week sport; vraag 50 = hoe lang per keer sport uw kind; vraag 51 = hoeveel dagen per week speelt uw kind buiten; vraag 52 = hoe lang speelt uw kind meestal buiten.

Appendix C

Informatieve fase

Beschrijvende Statistiek Executieve Functies

In Tabel C1 is de beschrijvende statistiek voor de ruwe scores van de executieve variabelen los en samengevoegd tot inhibitie en werkgeheugen te zien. De gemiddelden van Day/Night, Hand Tapping en Head-Toes-Knees-Shoulders reeks 2 wijken niet substantieel van elkaar af ($11.10 < M < 12.01$). Het gemiddelde van Head-Toes-Knees-Shoulders reeks 1 is groter en lijkt daarmee af te wijken met Day/ Night, Hand Tapping en Head-Toes-Knees-Shoulders reeks 2. Ten slotte liggen de gemiddelden van de Forward Digit Recall en de Forward Corsi Block test dicht bij elkaar ($4.50 < M < 5.45$).

Tabel C1

Beschrijvende Statistiek Ruwe Scores Executieve Functies.

Variabele	<i>n</i>	<i>M (SD)</i>	Min	Max
DN	108	11.10 (3.70)	0	16
HT	105	12.01 (3.61)	0	16
HTKS-1	114	16.58 (3.80)	0	20
HTKS-2	103	11.35 (5.90)	0	20
Inhibitie	71	13.31 (2.87)	3.25	17.25
DR	122	5.45 (1.71)	2	12
CB	112	4.50 (1.84)	0	12
Werkgeheugen	98	5.14 (1.52)	2	10

Note. DN = Day/Night; HT = Hand Tapping; HTKS-1 = Head-Toes-Knees-Shoulders reeks 1; HTKS-2 = Head-Toes-Knees-Shoulders reeks 2; DR = Digit Recall; CB = Corsi Block test.

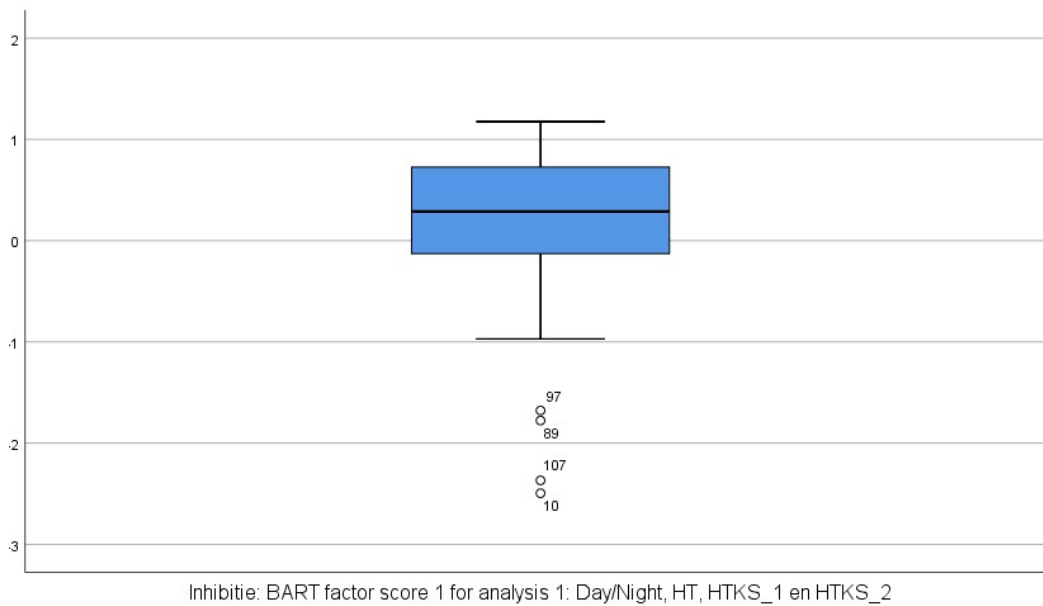
Inhibitie bestaat uit DN, HT, HTKS-1 en HTKS-2; werkgeheugen bestaat uit DR en CB.

Uitschieteranalyse met Boxplot

Er werd naar de uitschieters gekeken door alle variabelen visueel weer te geven in een boxplot (zie Figuur C1, C2, C3 en C4). In Figuur C1 en C3 is te zien dat er uitschieters zijn waarbij de waarden meer dan 1.5 IQR afwijken.

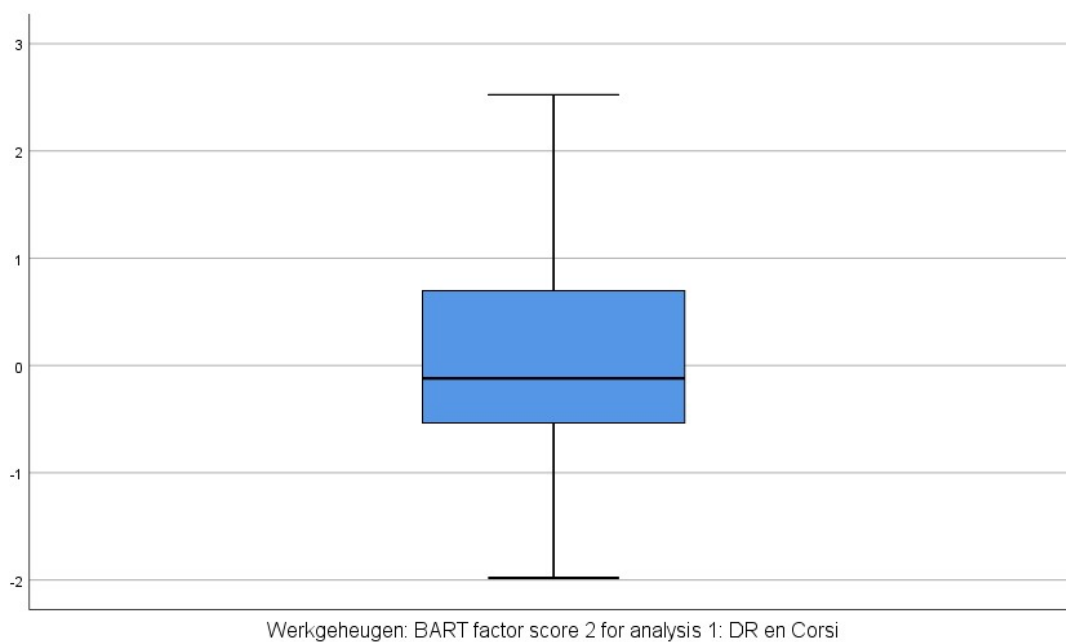
Figuur C1

Boxplot van Inhibitie ter Controle van Uitschieters.



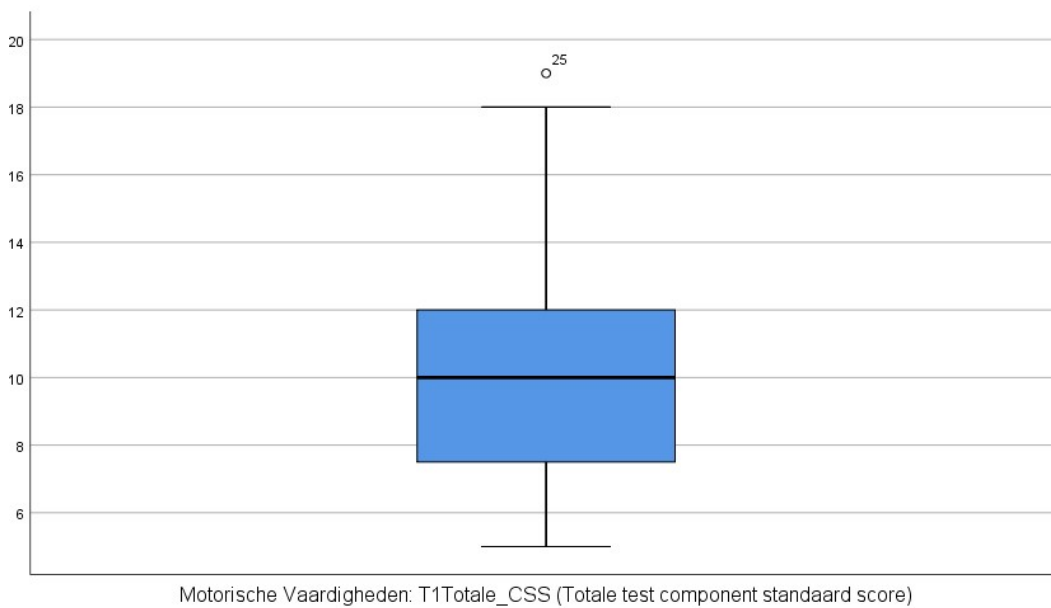
Figuur C2

Boxplot van Werkgeheugen ter Controle van Uitschieters.

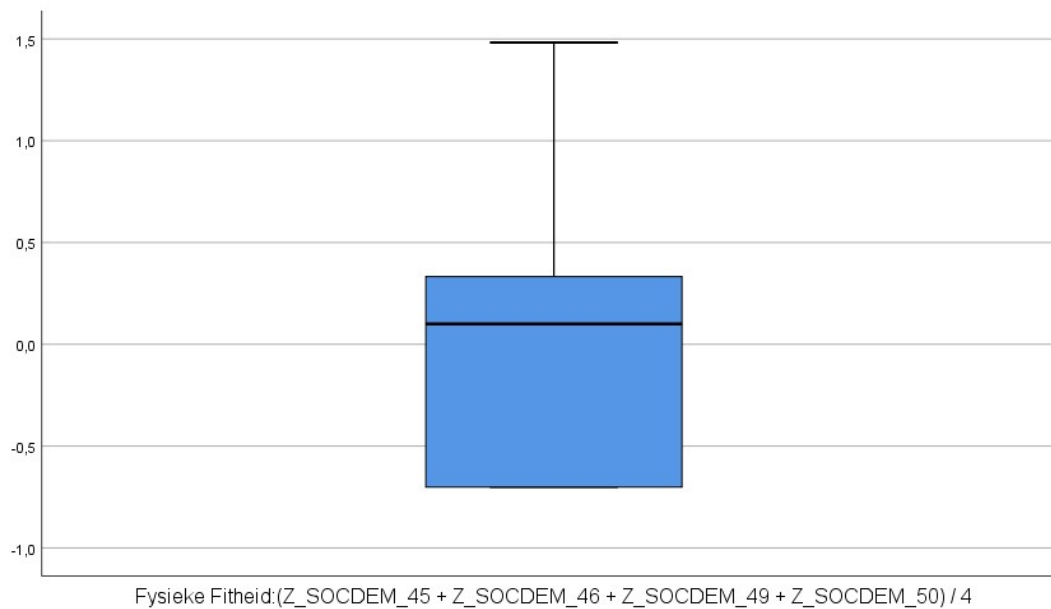


Figuur C3

Boxplot van Motorische Vaardigheden ter Controle van Uitschieters.

**Figuur C4**

Boxplot van Fysieke Fitheid ter Controle van Uitschieters.

**Uitschieteranalyse met Mediaan Absolute Deviatie (MAD; Leys et al., 2013)**

De MAD werd stapsgewijs uitgevoerd. In stap één werd de mediaan (*Mdn*) voor Inhibitie ($N = 64$; $Mdn = 0.2648$), Werkgeheugen ($N = 64$; $Mdn = -0.1730$), Motorische Vaardigheden ($N = 129$; $Mdn = 10$) en Fysieke Fitheid ($N = 120$; $Mdn = 0.0430$) berekend. In

stap twee is de mediaan van deze variabelen gebruikt door deze af te trekken van alle observaties en hiermee nieuwe variabelen aan te maken. Ter illustratie zag dit er voor de variabele Inhibitie als volgt uit: $ABS(EF_Inh-0.26)$. In stap drie werd de mediaan van de nieuwe variabelen voor Inhibitie ($N = 64$; $Mdn = 0.4399$), Werkgeheugen ($N = 64$; $Mdn = 0.6446$), Motorische Vaardigheden ($N = 129$; $Mdn = 2$) en Fysieke Fitheid ($N = 120$; $Mdn = 0.8655$) berekend. Bij stap vier werd de mediaan, berekend bij stap drie, vermenigvuldigd met 1.4826. Volgens Leys et al. (2013) is bij deze waarde aangenomen dat er voldaan is aan de normaliteitsassumptie en worden de uitschieters (veroorzaakt door schendingen van de normaliteitsassumptie) genegeerd. In Tabel C2 zijn de berekeningen weergegeven.

Tabel C2

Mediaan Absolute Deviatie (MAD; Leys et al., 2013) berekeningen voor Inhibitie, Werkgeheugen, Motorische Vaardigheden en Fysieke Fitheid.

Variabele	Mediaan Absolute Deviatie
Inhibitie	$0.4399 * 1.4826 = 0.6522$
Werkgeheugen	$0.6446 * 1.4826 = 0.9557$
Motorische Vaardigheden	$2 * 1.4826 = 2.9652$
Fysieke Fitheid	$0.8655 * 1.4826 = 1.2832$

In stap vijf werd de MAD gebruikt om exclusiecriteria op te stellen voor uitschieters. Er wordt een deviatie van 2.5 geadviseerd met de volgende formule: $Mdn \pm (2.5 * MAD)$, waarbij de *Mdn* staat voor de mediaan welke is berekend bij stap één (Leys et al., 2013). Wanneer deze exclusiecriteria worden opgesteld voor Inhibitie, Werkgeheugen, Motorische Vaardigheden en Fysieke Fitheid ziet dit er als volgt uit:

- Inhibitie: waarden kleiner dan $0.2648 - (2.5 * 0.6522) = -1.3657$ en groter dan $0.2648 + (2.5 * 0.6522) = 1.8953$ zijn uitschieters;

- Werkgeheugen: waarden kleiner dan $-0.1730 - (2.5 \times 0.9557) = -2.56225$ en groter dan $-0.1730 + (2.5 \times 0.9557) = 2.21625$ zijn uitschieters;
- Motorische Vaardigheden: waarden kleiner dan $10 - (2.5 \times 2.9652) = 2.587$ en groter dan $10 + (2.5 \times 2.9652) = 17.413$ zijn uitschieters;
- Fysieke Fitheid: waarden kleiner dan $0.0430 - (2.5 \times 1.2832) = -3.165$ en groter dan $0.0430 + (2.5 \times 1.2832) = 3.251$ zijn uitschieters.

Ten slotte werd in stap zes gekeken welke participanten uitschieters waren. Dit is gedaan door te kijken naar de Bartlett factor scores (of t-scores) van Inhibitie en Werkgeheugen, de c-standaardscores bij Motorische Vaardigheden en de z-scores bij Fysieke Fitheid in de dataset zelf en deze te sorteren op oplopend. Hieruit kwam naar voren dat er bij Inhibitie acht uitschieters zijn, namelijk: participant 96 ($T = -3.58 < -1.37$), participant 124 ($T = -2.50 < -1.37$), participant 27 ($T = -2.37 < -1.37$), participant 95 ($T = -2.03 < -1.37$), participant 110 ($T = -1.81 < -1.37$), participant 59 ($T = -1.78 < -1.37$), participant 83 ($T = -1.68 < -1.37$) en participant 75 ($T = -1.60 < -1.37$). Bij Werkgeheugen werden er drie uitschieters gevonden en deze waren: participant 121 ($T = 2.24 > 2.22$), participant 7 ($T = 2.42 > 2.22$) en participant 81 ($T = 2.52 > 2.22$). Er werden vijf uitschieters gevonden bij Motorische Vaardigheden en dit betrof de volgende participanten: participant 90 ($CSS = 1 < 2.59$), participant 200 ($CSS = 18 > 17.41$), participant 18 ($CSS = 19 > 17.41$), participant 58 ($CSS = 19 > 17.41$) en participant 166 ($CSS = 19 > 17.41$). Ten slotte kwamen er geen uitschieters naar voren bij Fysieke Fitheid.

Samenvatting Uitschieteranalyse Boxplot en MAD (Leys et al., 2013)

In Tabel C3 (volgende pagina) is een samenvatting gegeven van de uitschieters geïdentificeerd middels een boxplot en de MAD methode. In deze tabel is te zien er met de MAD andere participanten worden geïdentificeerd als uitschieter in vergelijking met de

boxplots. Dit heeft mogelijk als verklaring dat de participanten in de boxplots geen duidelijke (influential) uitschieters zijn.

Tabel C3

*Uitschieters voor Inhibitie, Werkgeheugen, Motorische Vaardigheden en Fysieke Fitheid
Gevonden middels Boxplot en Mediaan Absolute Deviatie (MAD) methode.*

Variabele	Boxplot	Mediaan Absolute Deviatie (MAD)
Inhibitie	Participant 97, 89, 107 en 10	Participant 96, 124, 27, 95, 110, 59, 83 en 75
Werkgeheugen	Geen	Participant 121, 7 en 81
MV	Participant 25	Participant 90, 200, 18, 58 en 166
Fysieke Fitheid	Geen	Geen

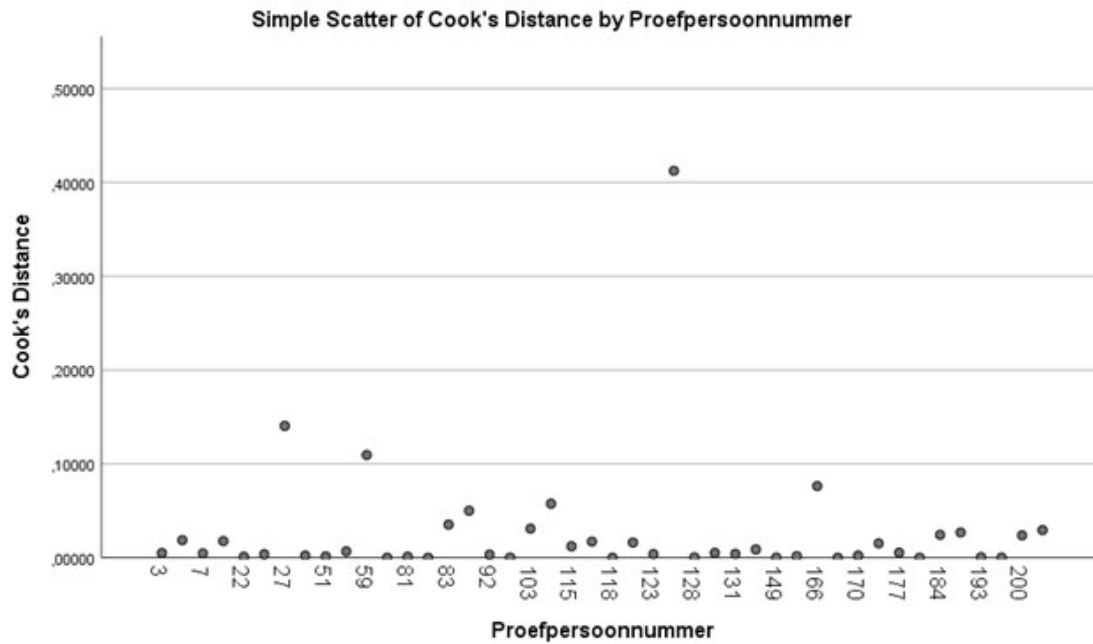
Note. MV = Motorische Vaardigheden.

Multivariate Uitschietersanalyse met Cook's Distance

De Cook's distances zijn berekend door twee regressieanalyses uit te voeren: één van Inhibitie met Motorische Vaardigheden en Fysieke Fitheid en één van Werkgeheugen met Motorische Vaardigheden en Fysieke Fitheid. Hierbij werd Cook's distance aangevinkt in het menu. Vervolgens werden alle waarden groter dan drie keer het gemiddelde (Inhibitie: $3 * 0.27$; Werkgeheugen: $3 * 0.22$) gezien als multivariate uitschieters. Cook's distances zijn visueel gemaakt middels een spreidingsdiagram voor Inhibitie en Werkgeheugen (zie Figuur C5 en C6, volgende pagina). Hierin is te zien dat participant 27, 59 en 124 voor Inhibitie en participant 103 en 107 voor Werkgeheugen multivariate uitschieters zijn.

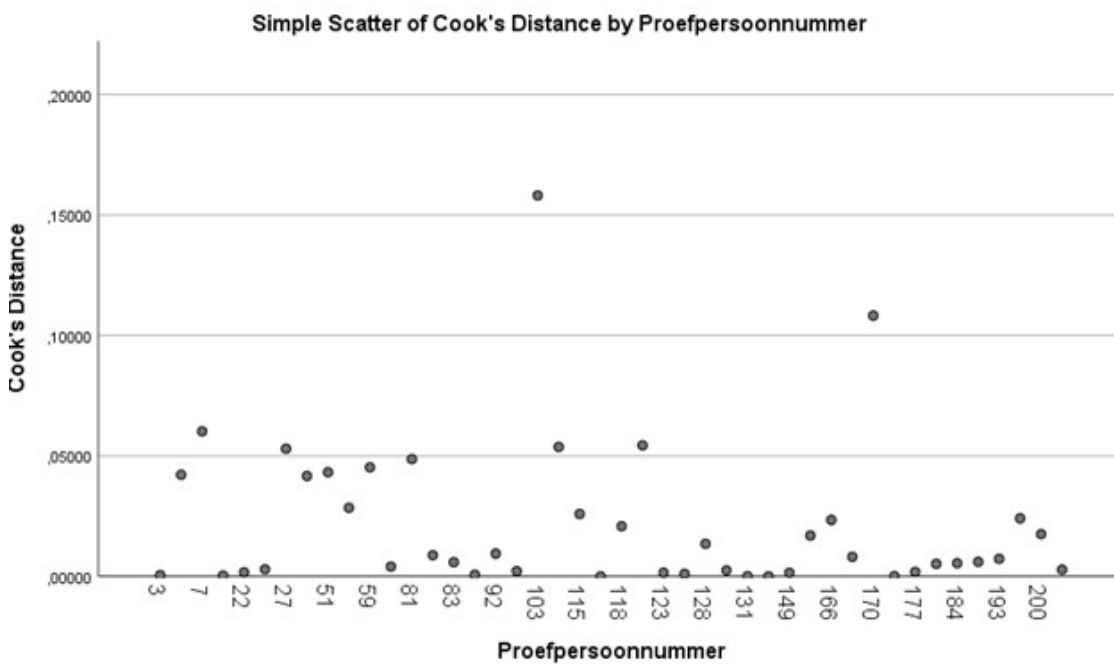
Figuur C5

Spreidingsdiagram Cook's Distance Inhibitie. Hier is te zien dat participant 27, 59 en 124 afwijkend waarden hebben in vergelijking met de andere participanten.



Figuur C6

Spreidingsdiagram Cook's Distance Werkgeheugen. Hier is te zien dat participant 103 en 107 afwijkende waarden hebben in vergelijking met andere participanten.

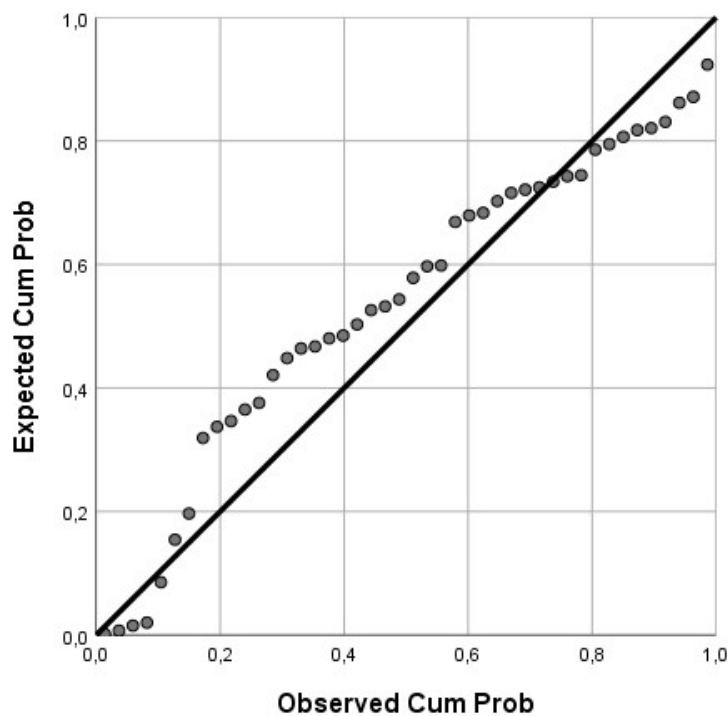


Normaliteitsassumptie

De normaliteitsassumptie werd eerst gecontroleerd en in Figuur C7 en Figuur C8 zijn de P-P plots te zien van de residuen van Inhibitie met en zonder uitschieters. Figuur C9 en C10 (volgende pagina's) geven de P-P plots weer van de residuen van Werkgeheugen met en zonder uitschieters.

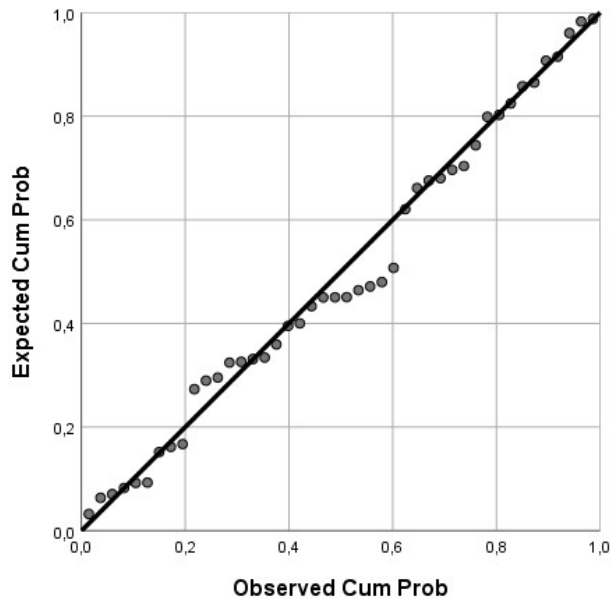
Figuur C7

P-P plot van de Bartlett factor score van Inhibitie met uitschieters. Dit figuur geeft de controle op normaliteit weer. Er is te zien dat een groot deel van de waarden wat verder van de lijn af liggen. Dit geeft een schending van normaliteit weer.



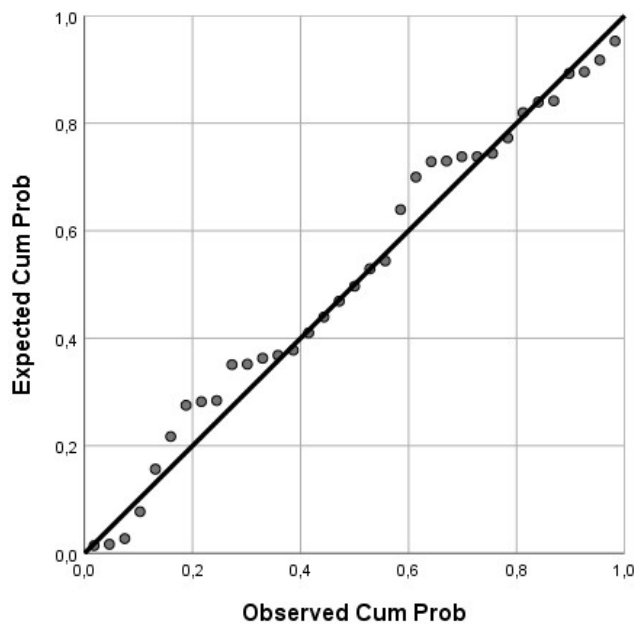
Figuur C8

P-P plot van de Bartlett factor score van Inhibitie zonder uitschieters. Dit figuur geeft de controle op normaliteit weer. Er is te zien dat veel waarden rondom de lijn liggen en een aantal wat verder ervan af. Dit geeft een mogelijke schending van normaliteit weer.



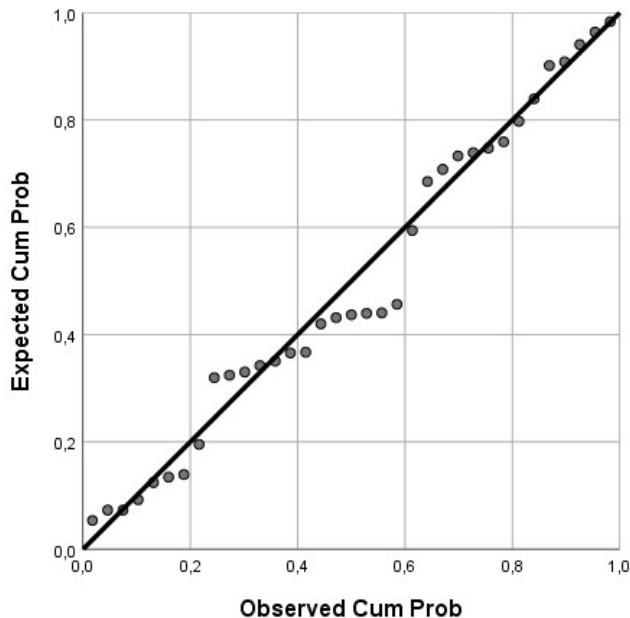
Figuur C9

P-P plot van de Bartlett factor score van Werkgeheugen met uitschieters. Dit figuur geeft de controle op normaliteit weer. Er is te zien dat veel waarden rondom de lijn liggen en een aantal wat verder ervan af. Dit geeft een mogelijke schending van normaliteit weer.



Figuur C10

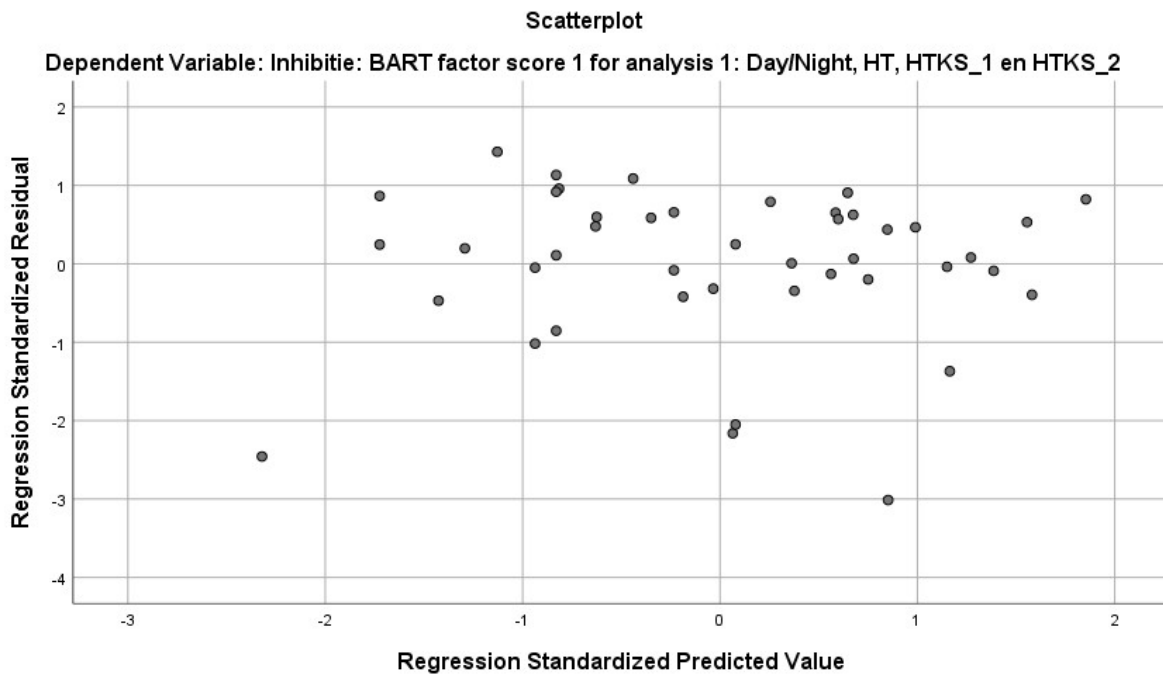
P-P plot van de Bartlett factor score van Werkgeheugen zonder uitschieters. Dit figuur geeft de controle op normaliteit weer. Er is te zien dat een groot deel van de waarden wat verder van de lijn af liggen. Dit geeft een schending van normaliteit weer.

**Assumptie Omtrent Homoscedasticiteit**

De assumptie omtrent homoscedasticiteit is gecontroleerd door een spreidingsdiagram te maken van de residuen van Inhibitie met Motorische Vaardigheden en Fysieke Fitheid en de residuen van Werkgeheugen met Motorische Vaardigheden en Fysieke Fitheid. Figuur C11 en C12 (op de volgende pagina) geven de spreidingsdiagrammen weer van Inhibitie met en zonder uitschieters. Voor Werkgeheugen zijn de spreidingsdiagrammen te zien, met en zonder uitschieters, in Figuur C13 en C14.

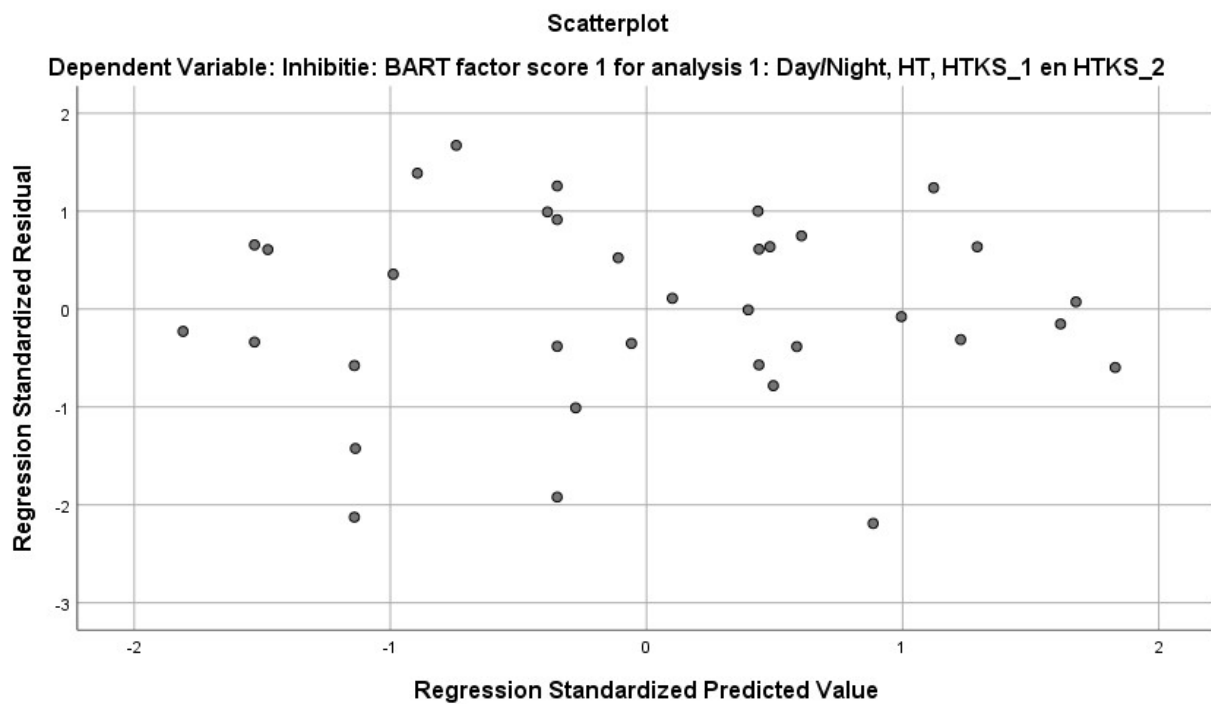
Figuur C11

Spreadingsdiagram van de Bartlett factor score van Inhibitie met uitschieters. Dit figuur geeft de controle op homoscedasticiteit weer. Er lijkt sprake te zijn van een (soort) gelijke variantie aangezien de afstand tot de regressielijn voor de meest verre punten ongeveer gelijk is. Dit geeft aan dat aan de assumptie van homoscedasticiteit is voldaan.



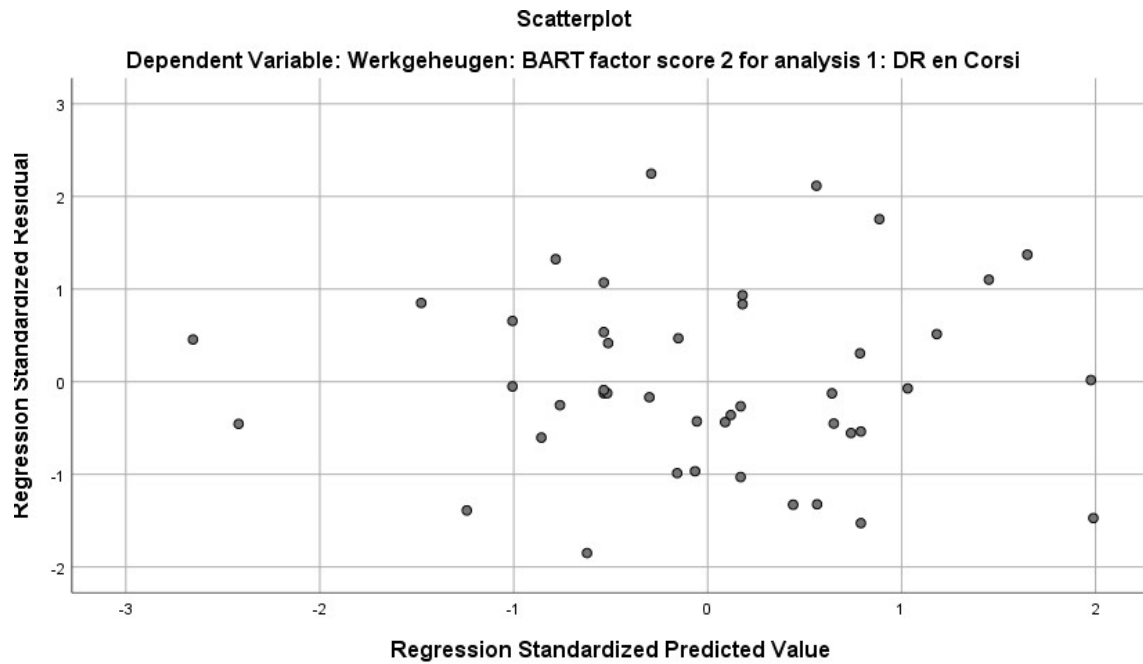
Figuur C12

Spreadingsdiagram van de Bartlett factor score van Inhibitie zonder uitschieters. Dit figuur geeft de controle op homoscedasticiteit weer. De variantie lijkt iets meer gelijk te zijn in vergelijking met het spreadingsdiagram met uitschieters. Er is nog steeds voldaan aan de assumptie van homoscedasticiteit.



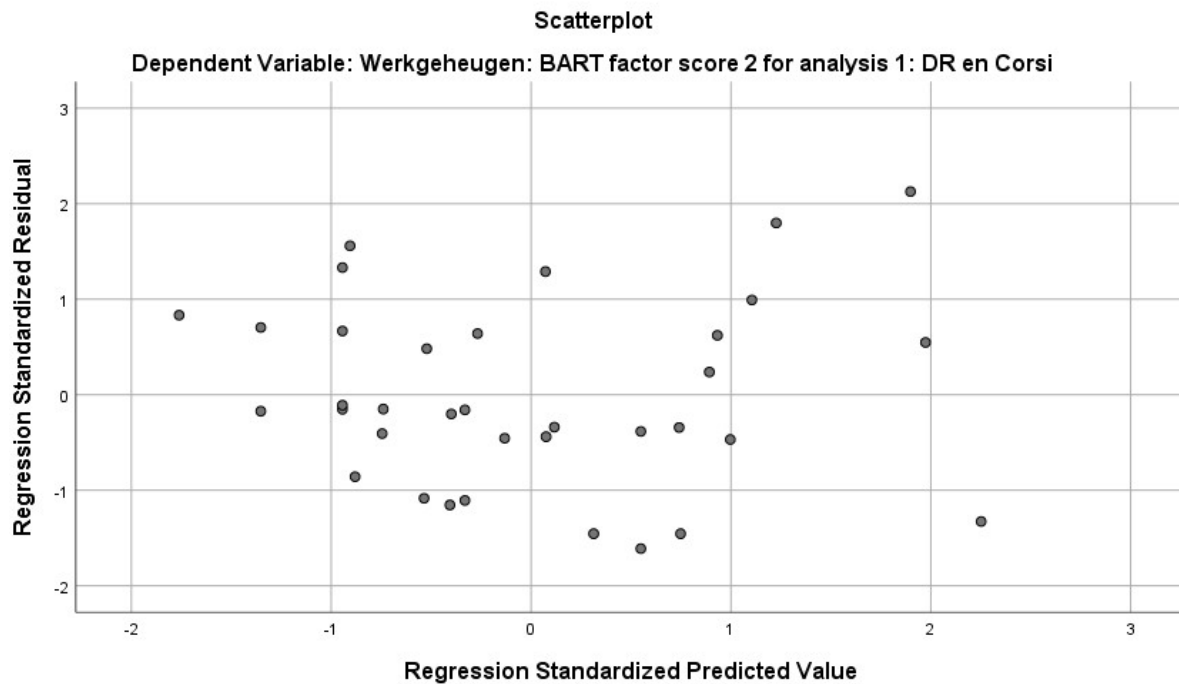
Figuur C13

Spreidingsdiagram van de Bartlett factor score van Werkgeheugen met uitschieters. Dit figuur geeft de controle op homoscedasticiteit weer. De variantie is op sommige punten iets ongelijk, maar nog steeds voldoende om te spreken van homoscedasticiteit.



Figuur C14

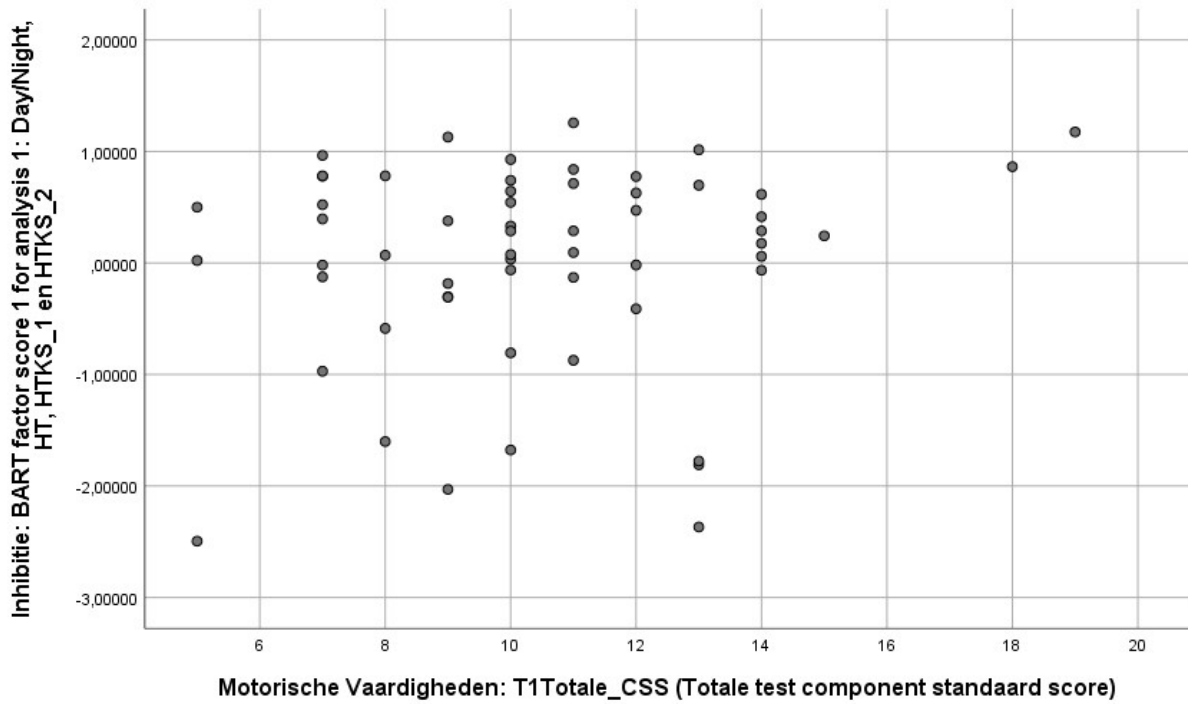
Spreidingsdiagram van de Bartlett factor score van Werkgeheugen zonder uitschieters. Dit figuur geeft de controle op homoscedasticiteit weer. Het weglaten van de uitschieters verandert iets aan de verdeling van de variantie, aangezien de spreiding iets groter lijkt te zijn. Er is echter nog steeds voldoende om te spreken van homoscedasticiteit.

**Assumptie omtrent Lineariteit**

De assumptie omtrent lineariteit is gecontroleerd door van alle variabelen een spreidingsdiagram te maken. Deze spreidingsdiagrammen zijn te zien in Figuur C15, C16, C17, C18, C19, C20, C21 en C22 op de volgende pagina's.

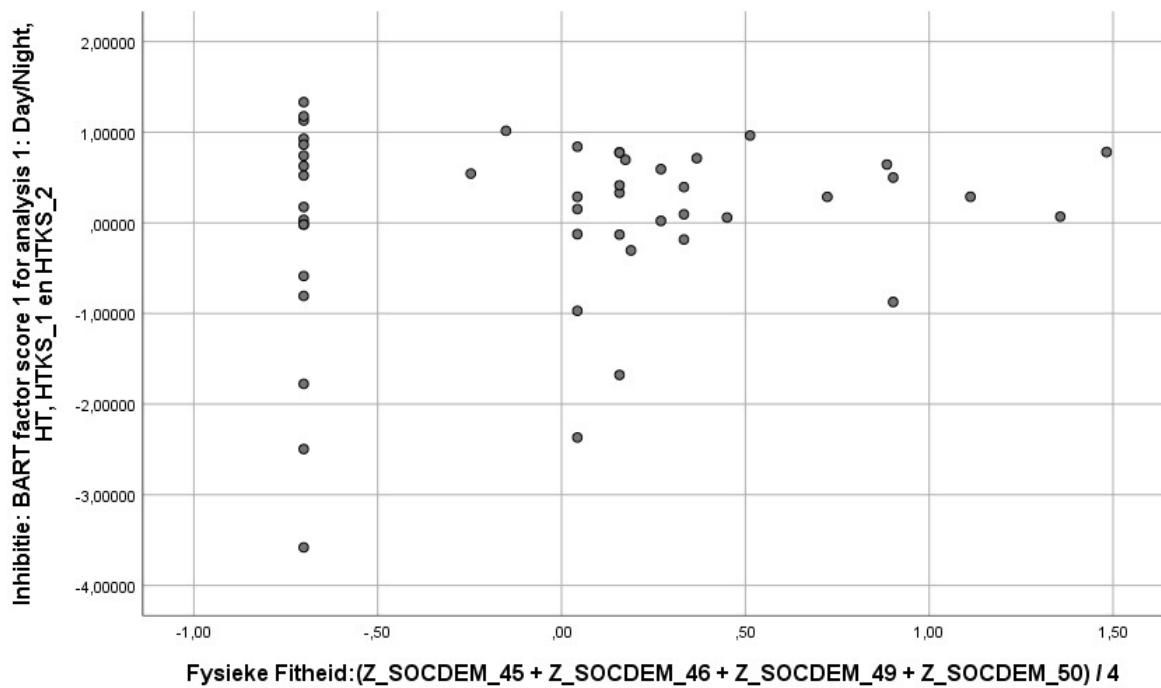
Figuur C15

Spreidingsdiagram van de Bartlett factor score van Inhibitie en de c-standaardscores van Motorische Vaardigheden met uitschieters. Dit figuur geeft de controle op lineariteit weer. Er kan ongeveer een rechte lijn getrokken worden vanaf de 0 en er is geen ander duidelijk patroon te zien dan lineariteit.



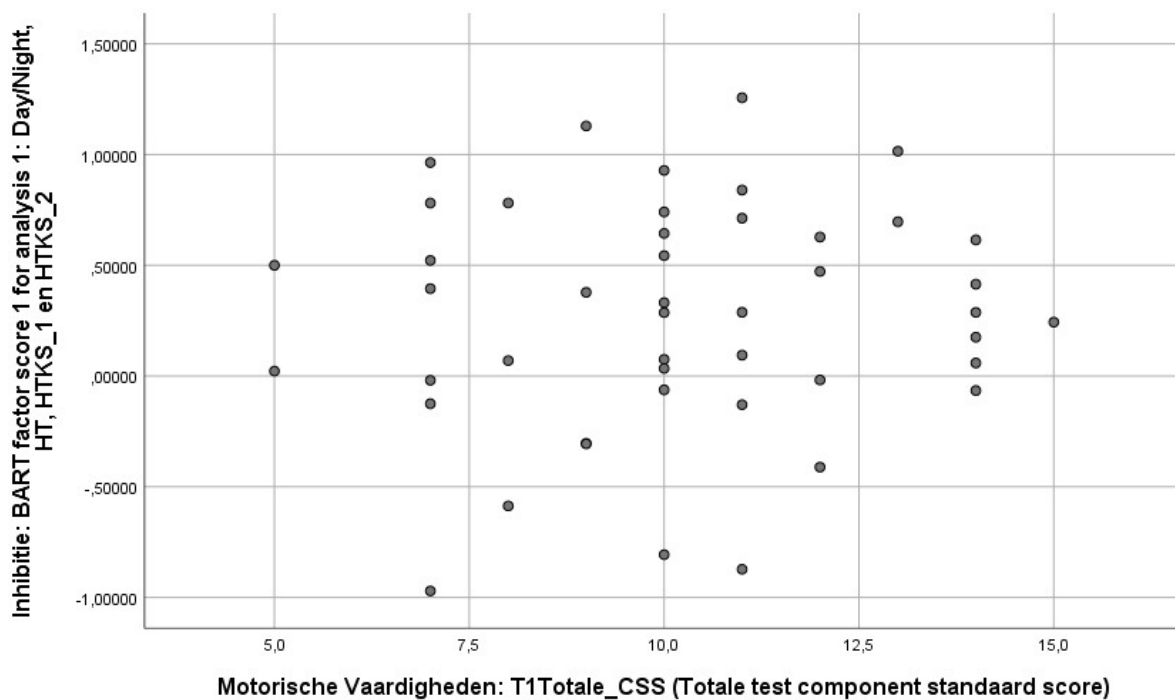
Figuur C16

Spreidingsdiagram van de Bartlett factor score van Inhibitie en de z-scores van Fysieke Fitheid met uitschieters. Dit figuur geeft de controle op lineariteit weer. Het is opvallend dat veel punten zich lijken te centreren bij een specifieke waarde van Fysieke Fitheid. Desondanks is er ongeveer een rechte lijn te trekken en er is geen ander duidelijk patroon te zien dan lineariteit.



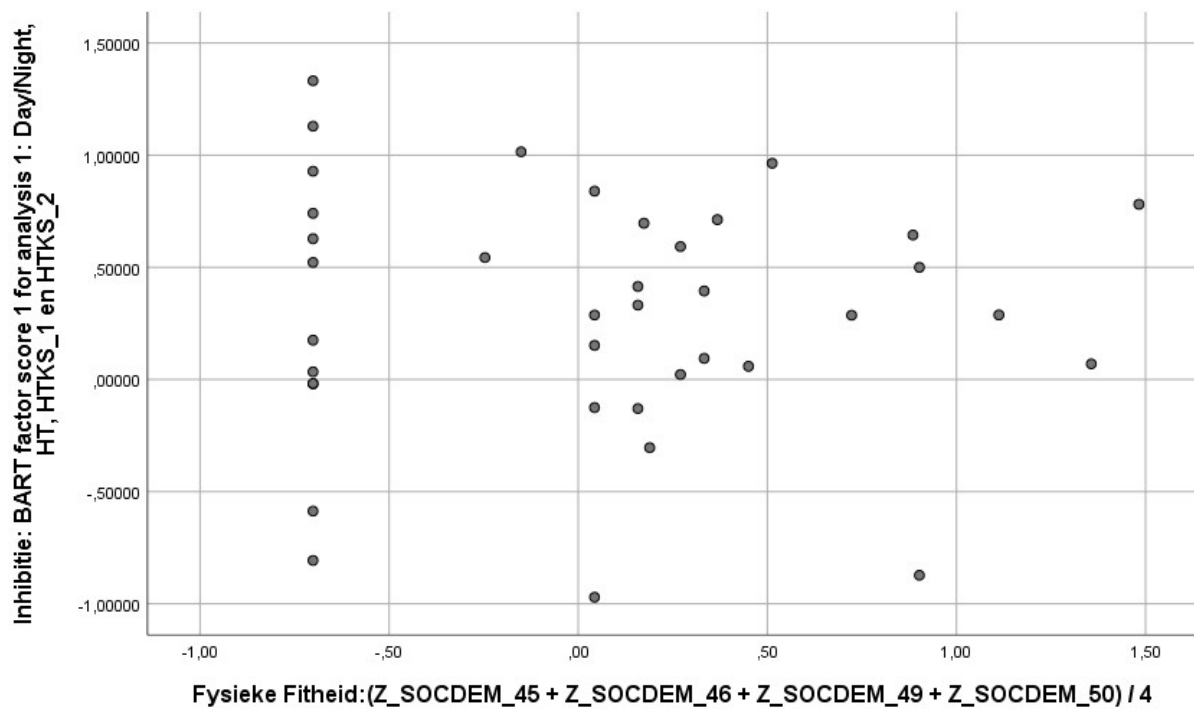
Figuur C17

Spreidingsdiagram van de Bartlett factor score van Inhibitie en de c-standaardscores van Motorische Vaardigheden zonder uitschieters. Dit figuur geeft de controle op lineariteit weer. Wanneer de uitschieters worden verwijderd is te zien dat er wat in de verdeling van punten veranderd. Zo liggen ze dichterbij elkaar en is de verdeling van scores lager. Opnieuw lijkt de assumptie van lineariteit niet te zijn geschonden omdat er ongeveer een rechte lijn te trekken is en er geen ander duidelijk patroon te zien is.



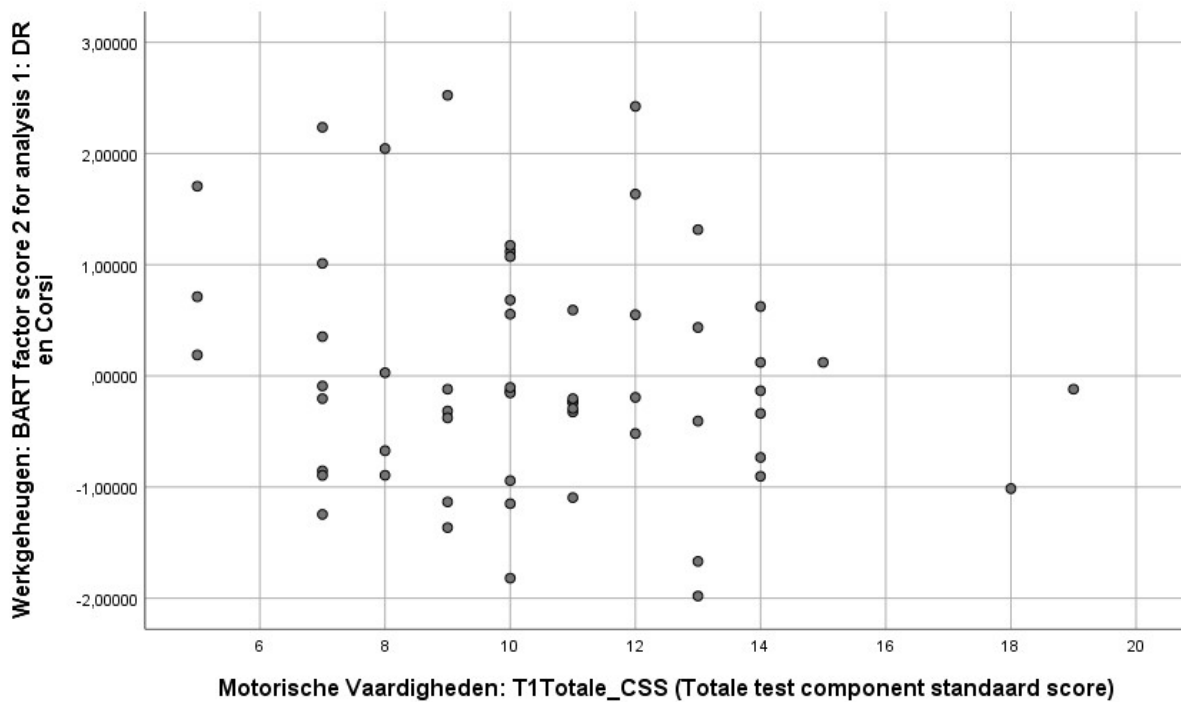
Figuur C18

Spreidingsdiagram van de Bartlett factor score van Inhibtie en de z-scores van Fysieke Fitheid zonder uitschieters. Dit figuur geeft de controle op lineariteit weer. De uitschieters lijken geen effect te hebben op het centreren van de punten bij een specifieke waarde van Fysieke Fitheid. Opnieuw lijkt de assumptie van lineariteit niet te zijn geschonden omdat er ongeveer een rechte lijn te trekken is en er geen ander duidelijk patroon te zien is.



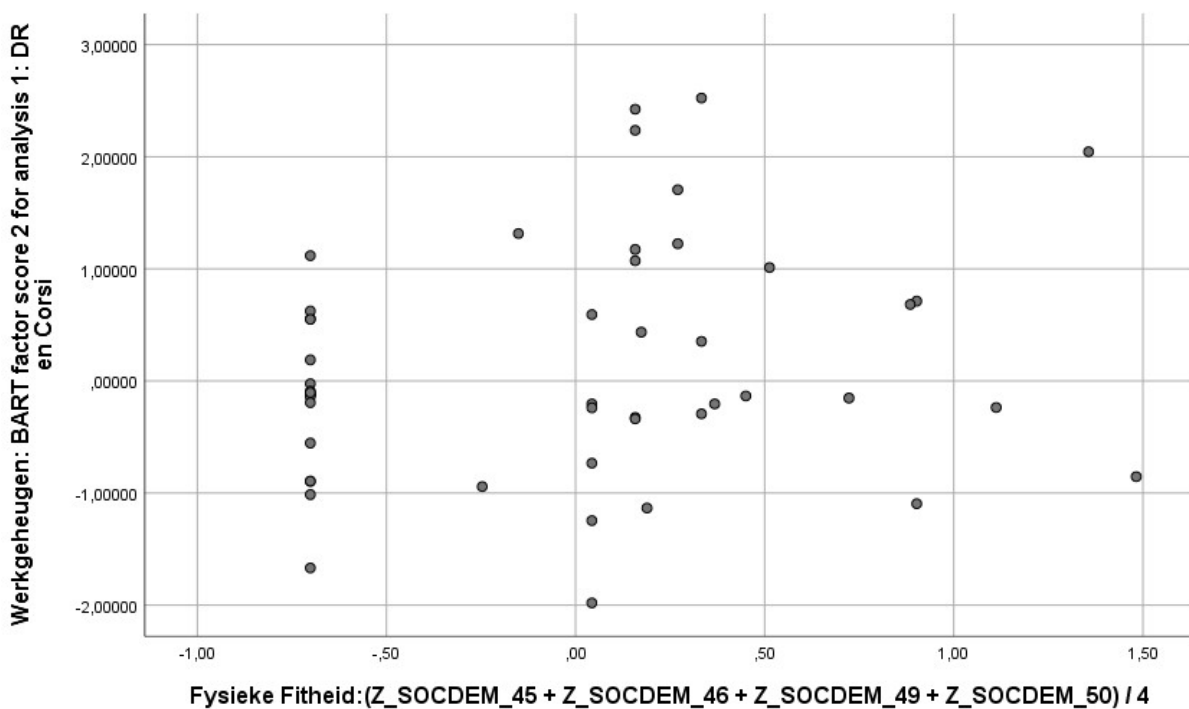
Figuur C19

Spreidingsdiagram van de Bartlett factor score van Werkgeheugen en de c-standaardscores van Motorische Vaardigheden met uitschieters. Dit figuur geeft de controle op lineariteit weer. Er kan ongeveer een rechte lijn getrokken worden vanaf de 0 en er is geen ander duidelijk patroon te zien dan lineariteit.



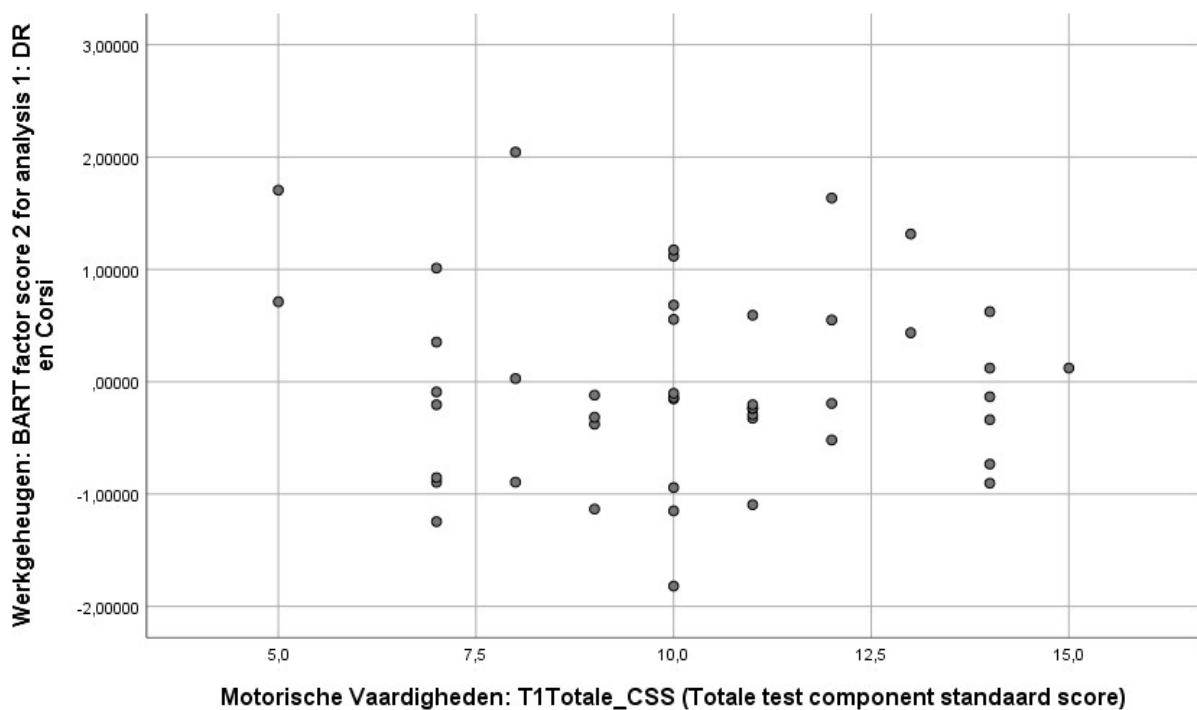
Figuur C20

Spreidingsdiagram van de Bartlett factor score van Werkgeheugen en de z-scores van Fysieke Fitheid met uitschieters. Dit figuur geeft de controle op lineariteit weer. Opnieuw is te zien dat een aantal punten zich lijken te centreren bij een waarde van Fysieke Fitheid. Mogelijk is dit te verklaren door de variabele Fysieke Fitheid, aangezien een soort gelijk iets te zien is bij de afhankelijke variabele Inhibitie. Desondanks is er ongeveer een rechte lijn te trekken en er is geen ander duidelijk patroon te zien dan lineariteit.



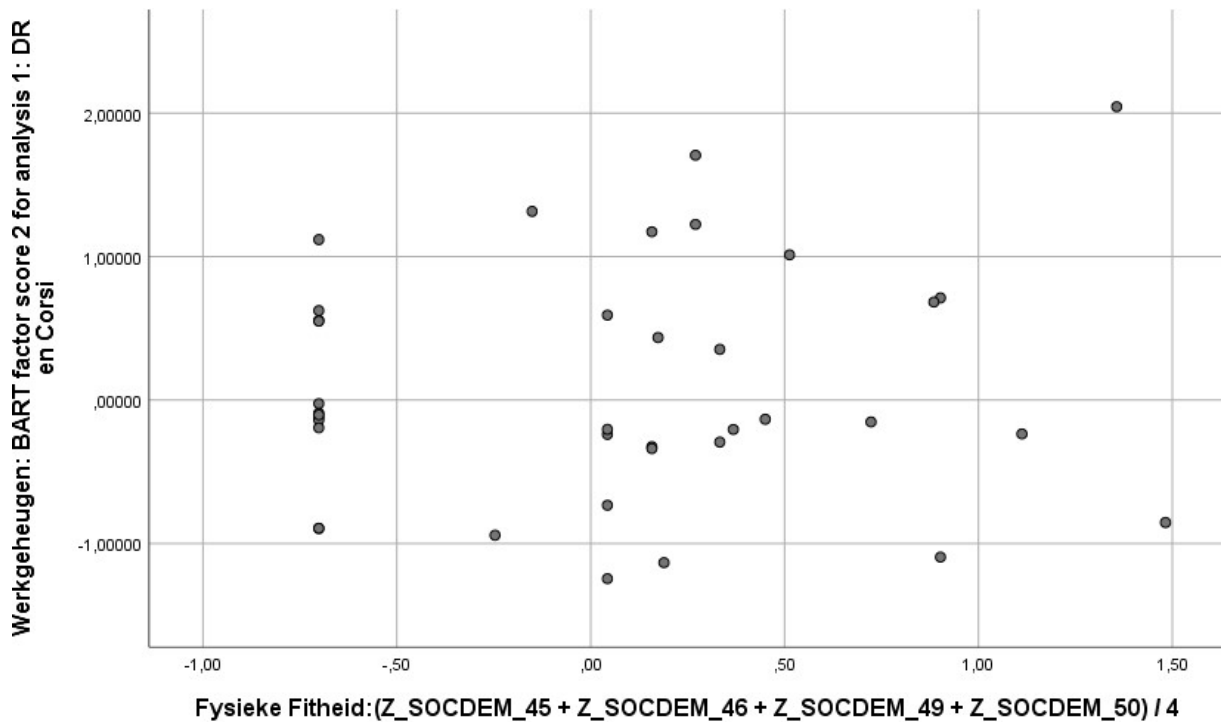
Figuur C21

Spreidingsdiagram van de Bartlett factor score van Werkgeheugen en de c-standaardscores van Motorische Vaardigheden zonder uitschieters. Dit figuur geeft de controle op lineariteit weer. Wanneer de uitschieters worden verwijderd is te zien dat er wat in de verdeling van punten veranderd. Zo liggen ze dichterbij elkaar en is de verdeling van scores lager. Opnieuw lijkt de assumptie van lineariteit niet te zijn geschonden omdat er ongeveer een rechte lijn te trekken is en er geen ander duidelijk patroon te zien is.



Figuur C22

Spreadingsdiagram van de Bartlett factor score van Werkgeheugen en de z-scores van Fysieke Fitheid zonder uitschieters. Dit figuur geeft de controle op lineariteit weer. Het verwijderen van uitschieters lijkt niet zoveel te doen met de verdeling van de punten. Er is ongeveer een rechte lijn te trekken en er is geen ander duidelijk patroon te zien dan lineariteit.



Appendix D

Analyserende fase

Berekenen Cohen's f^2

Om tot de Cohen's f^2 te komen, werd er gebruik gemaakt van de volgende berekening:

$R^2 / (1 - R^2)$. Hieruit kwam het volgende, per regressieanalyse, naar voren:

- Inhibitie, Motorische Vaardigheden, Fysieke Fitheid en Sociaaleconomische Status met uitschieters: $0.056 / (1 - 0.056) = 0.059$
- Inhibitie, Motorische Vaardigheden, Fysieke Fitheid en Sociaaleconomische Status zonder uitschieters: $0.081 / (1 - 0.081) = 0.088$
- Werkgeheugen, Motorische Vaardigheden, Fysieke Fitheid en Sociaaleconomische Status met uitschieters: $0.071 / (1 - 0.071) = 0.076$
- Werkgeheugen, Motorische Vaardigheden, Fysieke Fitheid en Sociaaleconomische Status zonder uitschieters: $0.027 / (1 - 0.027) = 0.028$

Moderatoranalyse

De gestandaardiseerde hellingen van Motorische Vaardigheden op Inhibitie en Werkgeheugen per level (laag, gemiddeld en hoog; laag en hoog respectievelijk) van Fysieke Fitheid en Sociaaleconomische Status zijn weergegeven in Tabel D1.

Koptekst: Samenhang Executieve Functies en Motorische Vaardigheden

Tabel D1

Hellingen Motorische Vaardigheden om Inhibitie en Werkgeheugen te voorspellen per level van Fysieke Fitheid en Sociaaleconomische Status.

Variabele		Inhibitie					Werkgeheugen				
		WM	<i>B (SE)</i>	t	LLCI	ULCI	WM	<i>B (SE)</i>	t	LLCI	ULCI
Model 1 (met uitschieters)	Lage FF	-.627	.107 (.051)	2.079*	.003	.211	-.627	-.041 (.064)	-.646	-.171	.088
	Gemiddelde FF	0	.028 (.046)	.605	-.065	.121	0	-.080 (.057)	-1.399	-.196	.036
	Hoge FF	.627	-.051 (.076)	-.675	-.204	.102	.627	-.119 (.094)	-1.272	-.309	.070
	Lage SES	-.811	.242 (.155)	1.554	-.071	.554	-.811	.353 (.172)	2.058*	.008	.698
	Hoge SES	.189	.044 (.046)	.955	-.048	.135	.189	-.096 (.050)	-1.913	-.198	.005
Model 2 (zonder uitschieters)	Lage FF	-.654	.088 (.060)	1.459	-.035	.211	-.654	.136 (.090)	1.522	-.046	.319
	Gemiddelde FF	0	.031 (.037)	.832	-.045	.107	0	-.005 (.055)	-.094	-.118	.108
	Hoge FF	.654	-.026 (.054)	-.479	-.137	.085	.654	-.147 (.081)	-1.821	-.311	.018
	Lage SES	-.805	.115 (.111)	1.036	-.110	.339	-.805	.395 (.176)	2.252*	.040	.751
	Hoge SES	.195	.034 (.037)	.929	-.041	.109	.195	-.046 (.059)	-.785	-.165	.073

Note. WM = Waarde van de Moderator; FF = Fysieke Fitheid; SES = Sociaaleconomische Status; LLCI = Lower Level Confidence Interval; ULCI = Upper

Level Confidence Interval; *N* = 41 (met uitschieters); *N* = 32 (zonder uitschieters).

**p* < .05