



De ontwikkeling van executieve functies bij 5, 6 en 7 jarigen

De ontwikkeling van werkgeheugen en inhibitie

J.M. Meier 3330540 en A.C. Tack 3325865

Faculteit Sociale Wetenschappen, Master Orthopedagogiek
Gehandicaptenzorg en kinderrevalidatie
Universiteit Utrecht

Juni 2010

Beoordelaar: Dhr. Dr. A. Wijnroks
Tweede beoordelaar: Dhr. Dr. C. Volman

Samenvatting

Doel: Het doel van dit onderzoek is meer zicht krijgen in de ontwikkeling van het executief functioneren. De nadruk ligt op de onderlinge relatie tussen werkgeheugen en inhibitie. Nagegaan wordt of de leeftijd van de kinderen hierop van invloed is en in hoeverre problemen in de aandacht samenhangen met problemen in het executief functioneren. **Methode:** Bij 101 kinderen zijn vier computertaken afgenomen, die de twee executieve functies (inhibitie en werkgeheugen) representeren. De gebruikte taken zijn: Heartsflowers, Flankerfish, Odd One Out en Keep Track. Met de TRF zijn gegevens verzameld over de mate waarin de kinderen aandachtproblemen laten zien. **Resultaten:** Tussen de twee executieve functies werkgeheugen en inhibitie is een zwakke samenhang gevonden. De prestaties van de vijfjarigen op zowel de inhibitietaak Flankerfish als de werkgeheugentaak Keep Track verschillen significant van de zesjarigen. Op de inhibitietaak Heartsflowers en de werkgeheugentaak Odd One Out is leeftijd niet van invloed gebleken. Kinderen met aandachtproblemen scoren niet opvallend minder goed op de computertaken. **Conclusie:** De inhibitietaken en werkgeheugentaken vertonen slechts weinig overlap en meten dus verschillende cognitieve functies. Er is geen eenduidig antwoord mogelijk op het verloop van de ontwikkeling van het werkgeheugen en het vermogen tot inhiberen, dit blijkt afhankelijk van de taak. Kinderen met aandachtproblemen beschikken niet over een minder goed ontwikkeld werkgeheugen en niveau van inhibitie, dan kinderen zonder aandachtproblemen. Meer onderzoek is gewenst aangezien in dit onderzoek geen eenduidige resultaten gevonden worden.

Zoektermen: executieve functies, werkgeheugen, inhibitie, jonge kinderen, aandacht

Voorwoord

Deze thesis is geschreven als afsluitend onderzoek van de master Orthopedagogiek aan de Universiteit Utrecht. Het executief functioneren was voor ons een enigszins onbekend construct. Het mogen onderzoeken van kleuters is voor ons doorslaggevend geweest bij de keuze voor dit onderzoek.

Bij het proces van onderzoeksopzet tot thesis is het prettig geweest dat we enigszins konden afwijken van de richtlijnen. De onderzoekspopulatie was redelijk omvangrijk, dit veroorzaakte enige problemen bij het voorbereiden van de data-analyse. Op een dergelijk moment in het proces is samenwerking erg belangrijk, maar niet altijd even gemakkelijk. Na een jaar hard werken zijn we dan ook erg trots dat onze masterthesis is afgerond.

Een woord van dank, voor allereerst de kinderen die de computertaken hebben uitgevoerd en hun ouders voor het verlenen van toestemming. De leerkrachten bedanken we voor het benaderen van de ouders, het invullen van de vragenlijsten en het organisatorisch meedenken tijdens de testdagen. Lex Wijnroks willen we bedanken voor zijn betrokkenheid, begeleiding en feedback tijdens de verschillende fasen van het onderzoek. Daarnaast willen we Mathé Beijer en Jaap de Jong bedanken voor de ondersteuning bij het schrijven van deze thesis en het fijne thuiskomen na een dag hard werken. Tot slot een woord van dank voor onze ouders voor het vertrouwen en het sponsoren van onze studies.

Janneke Meier & Annemieke Tack

Utrecht, juni 2010

De ontwikkeling van executieve functies bij 5, 6 en 7 jarigen

De ontwikkeling van het werkgeheugen en inhibitie

J.M. Meier en A.C. Tack

Universiteit Utrecht, 2010

Onderzoek naar het ontwikkelingsverloop van het executief functioneren is van belang voor het beter begrijpen van stoornissen die gerelateerd zijn aan problemen met executieve functies, zoals ADHD en autisme (Holmes et al., 2010; Matthys et al., 2008; Nigg, 2000). Tevens zijn kinderen met leerproblemen gebaat bij meer inzicht in deze ontwikkeling, zodat hen een passende preventie of interventie geboden kan worden (Best, Miller, & Jones, 2009; van der Sluis, de Jong, & van der Leij, 2007). Executieve functies (EF) zijn cognitieve processen die nodig zijn voor doelgericht, efficiënt en sociaal aangepast gedrag. Deze processen omvatten onder andere het vermogen om vooruit te denken (plannen), impulsen te onderdrukken (inhibitie), tijdelijk informatie op te slaan (werkgeheugen) en flexibel te denken (flexibiliteit). Executieve functies zijn belangrijk bij het uitvoeren van een nieuwe of moeilijke taak waarbij voortdurend bewuste aandacht en inzet nodig is (Davidson et al., 2006; Garon et al., 2008; Gioia, Isquith, Guy, & Kenworthy, 2000). Ze zorgen ervoor dat een persoon zijn gedrag snel en flexibel kan aanpassen aan de variërende vragen en eisen van de omgeving (Best et al., 2009; Huizinga, 2007). Uit neurologisch en neuroncognitief onderzoek is gebleken dat executieve functies vooral gerelateerd zijn aan het voorste gedeelte van de hersenen: de prefrontale cortex (Garon et al., 2008; Huizinga, 2007).

In de ontwikkeling van de executieve functies spelen de eerste vijf levensjaren een cruciale rol (Garon et al., 2008; Huizinga, Dolan, & van der Molen, 2006). Hoewel actief onderzoek is gedaan naar de executieve functies bij volwassenen, is geruime tijd zeer weinig bekend geweest over de vroege ontwikkeling van de executieve functies. In de afgelopen decennia is het onderzoek naar executieve functies bij kinderen zich gaan ontplooiën (Davidson et al., 2006; Garon et al., 2008; Hughes, 1998). Tot op heden zijn onderzoeken op dit gebied nog altijd schaars en de resultaten inconsistent. Het gebrek aan metingen om de executieve functies van jonge kinderen inzichtelijk te maken speelt daarin een belangrijke rol (Carlson, 2005; Garon et al., 2008; Matthys et al., 2008).

Oorzaken voor inconsistenties in de onderzoeksresultaten op het gebied van de ontwikkeling van de executieve functies bij jonge kinderen, zijn terug te leiden tot enkele punten: de definiëring en operationalisering van begrippen, de onderzoekspopulatie, evenals de taken die gebruikt worden en de wijze van afname. In literatuur wordt niet altijd eenduidig beschreven wat executieve functies zijn. Zo bestaan er twee modellen met betrekking tot de ontwikkeling van executieve functies, het één-componentenmodel en het meervoudig componentenmodel (Garon et al., 2008; Miyake et al., 2000; van der Sluis et al., 2007). Over het algemeen worden drie executieve functies als meest belangrijk erkend, te weten inhibitie, werkgeheugen en flexibiliteit (Huizinga et al., 2006; Lehto, Juujärvi, Kooistra, & Pulkkinen, 2003; Miyake et al., 2000). Davidson et al. (2006) bestempelen inhibitie en het werkgeheugen tot de kern van het executief functioneren. De drie executieve functies zijn goed te operationaliseren, meetbaar en betrokken in de uitvoering van complexere executieve functies (Miyake et al., 2000). Echter, de begrippen aandacht, executieve functies en de overlap met het werkgeheugen zorgen in de literatuur nog voor verwarring. Deze verwarring maakt het moeilijk de begrippen te operationaliseren en over te gaan tot het meten van aandacht en executieve functies (Klenberg, Korkman, & Pekka Lahti-Nuuttila, 2001; Senn, Epsy, & Kaufmann, 2004).

De tweede oorzaak voor de inconsistente onderzoeksresultaten zijn de verschillen in samenstelling van de steekproef. De leeftijden van de onderzoeksgroepen lopen binnen de onderzoeken uiteen, maar verschillen ook van elkaar, waardoor de resultaten vaak moeilijk te vergelijken zijn. Zo worden in het ene onderzoek (Davidson et al., 2006) kinderen van 4 tot 13 jaar gevolgd, terwijl in ander onderzoek (Carlson, 2005) kinderen van 1;8 tot 6;9 jaar onderzocht worden, of tussen 3 tot 5 jaar (Garon et al., 2008) en vanaf een leeftijd van 5 jaar in weer een ander onderzoek (Best et al., 2008). Bij vergelijking van de steekproeven valt tevens op dat onderzoek zich veelal richt op executieve functies in relatie tot gedragsstoornissen en leerproblemen en minder tot zich normaal ontwikkelende kinderen (Brocki, Eninger, Thorell, & Bohlin, 2010; Holmes et al., 2010; Johnstone, Barry, Markovska, Dimoska, & Clarke, 2009; Matthys et al., 2008; Sanders, Johnson, Garavan, Gill, & Gallagher, 2008; Van der Sluis et al., 2007).

De derde oorzaak voor de tegenstrijdigheid in de onderzoeksresultaten is dat er in de onderzoeken gebruik wordt gemaakt van verschillende taken (Davidson et al., 2006; Garon et al., 2008; Lehto et al., 2003; Senn et al., 2004). De taken die bestaan voor jonge kinderen zijn veelal onzuiver te noemen (Garon et al., 2008; van der Sluis et al., 2007). Deze executieve functietaken doen namelijk ook een beroep op niet executieve cognitieve mogelijkheden zoals

taal en motorische snelheid. Daarnaast vereist het uitvoeren van executieve taken vaak meer dan één executieve functie. Hierdoor kunnen de prestaties op de executieve taken niet gemakkelijk worden toegeschreven aan het ontbreken of juist de aanwezigheid van een bepaalde executieve functie (Garon et al., 2008; Senn et al., 2004). Dit geldt bijvoorbeeld voor de taken 'Shape School' van Epsy (1997) en 'Tower of Hanoi' van Simon (1975) (Senn et al., 2004).

In dit onderzoek zullen de executieve functies inhibitie en werkgeheugen onderzocht worden bij kinderen in de leeftijd van vijf, zes en zeven jaar. Gedurende de eerste levensjaren ontwikkelt zich de kern van de executieve functies, welke de basis vormt voor de ontwikkeling van de meer uitgebreide cognitieve processen tot aan de volwassenheid. Een belangrijke periode voor deze ontwikkeling bevindt zich tussen de drie en vijf jaar (Garon et al., 2008). Carlson (2005) benoemt dat een opvallende groei in deze ontwikkeling wordt waargenomen tussen de drie en zes jaar. De diverse executieve functies kunnen al tijdens de kindertijd van elkaar onderscheiden worden en kennen ieder een eigen ontwikkelingspatroon (Huizinga, 2007). Op welk moment de kinderen een bepaald plafond bereiken is echter niet bekend, maar ligt vermoedelijk rond het zesde levensjaar. Om deze transitie te onderzoeken is onderzoek nodig bij kinderen die rond deze transitieleeftijd zitten.

In de literatuur worden twee modellen met betrekking tot het wel of niet kunnen onderscheiden van de executieve functies veel besproken, het één-componentenmodel en het meervoudig-componentenmodel. Enerzijds is het mogelijk om de executieve functies te beschouwen als een centraal begrip met diverse subprocessen (één-componentenmodel). Anderzijds kunnen de executieve functies geclusterd worden in te onderscheiden functionele domeinen (meervoudig-componentenmodel). Het één-componentenmodel wordt ondersteund door theorieën van Norman en Shallice (1986), Posner and Rothbart (1998) en Baddeley (1986). Een eerste argument voor dit model is dat verschillende metingen van de executieve functies intern correleren, dit suggereert dat er sprake is van een algemeen proces. Ten tweede blijkt uit onderzoek dat uitkomsten van diverse executieve functietaken hoog correleren met een centraal aandachtsproces (Garon et al., 2008). Tot slot lijkt er een algemene ontwikkelingsspurte te zijn in het presteren op de taken op bepaalde leeftijden, in het bijzonder in de periode tussen drie en zes jaar (Carlson, 2005; Garon et al., 2008). Een argument voor het meervoudig-componentenmodel is dat het werkgeheugen en inhibitie te onderscheiden componenten zijn welke verschillende ontwikkelingspaden hebben, zoals Diamond betoogt in Garon et al. (2008). Als ondersteuning voor dit model geldt dat er variatie bestaat in de momenten waarop de executieve functies zich ontwikkelen. In het afgelopen decennium is in

de literatuur een verschuiving gaande van bovengenoemde modellen naar een integratief executieve functiemodel (Garon et al., 2008). Dit integratief executieve functiemodel is voorgesteld door Miyake et al. (2000). In dit model zijn de huidige ontwikkelingstheorieën met betrekking tot de executieve functies geïntegreerd, waarvan zowel aspecten van het één-componentenmodel als het meervoudig-componentenmodel deel uitmaken.

Een zeer belangrijke component van de executieve functies is het werkgeheugen. Het werkgeheugen is een systeem met een beperkte geheugencapaciteit dat constant moet worden aangepast. De cognitieve processen maken het mogelijk informatie tijdelijk toegankelijk (actief) te houden en tegen irrelevante invloeden te beschermen (inhibitie). Tevens beschikt het werkgeheugen over het vermogen om informatie te bewerken. Het staat toe om alternatieve mogelijkheden te produceren en te evalueren. (Davidson et al., 2006; Cowan, 1998; Garon et al., 2008; Pennington, 2009). Bij een goed functionerend werkgeheugen zijn andere executieve functies betrokken. Dit maakt ook het verschil tussen simpele en complexe werkgeheugentaken. Bij simpele werkgeheugentaken moet informatie tijdelijk toegankelijk worden gehouden (o.a. Digit span). Complexe werkgeheugentaken daarentegen vereisen ook het juist kunnen bewerken van deze informatie (o.a. Backward digit span) (Garon et al., 2008). Voor een leeftijd van zes maanden ontwikkelt zich de vaardigheid van het onthouden. Gedurende de ontwikkeling wordt dit uitgebreid met de vaardigheid van het meer en voor langere periode kunnen onthouden. Vanwege de verschillen in complexiteit van taken is het moeilijk eenduidige uitspraken te doen over de ontwikkeling van het werkgeheugen (Best et al., 2009; Garon et al., 2008; Huizinga et al., 2007). De ontwikkeling van het werkgeheugen lijkt echter door te gaan na de adolescentie (Best et al., 2009).

De meest gangbare definitie van inhibitie is het vermogen om een dominante, automatische of krachtige respons te onderdrukken (Davidson et al., 2006; Garon et al., 2008; Gioia et al., 2000; Sanders et al., 2008). De belangrijkste eigenschap van inhibitie is het tenietdoen van deze respons of de controle houden over de betrokken stimuli. Weerstand bieden tegen deze impulsen wordt ook wel gezien als een kernproces binnen het executief functioneren (Davidson et al., 2006; Gioia et al., 2000). Evenals bij het werkgeheugen kent inhibitie ook simpele en complexe taken. Simpele inhibitietaken doen nauwelijks een beroep op het werkgeheugen, maar meten enkel het onderdrukken van een dominante respons. Een voorbeeld van een simpele inhibitietaak is dat kinderen de keuze krijgen tussen een kleine beloning op dat moment of een grote beloning later. De te onderdrukken dominante respons is in dit geval een beloning, bij een andere taak kan dit ook een automatische reactie zijn. Bij complexe inhibitietaken gaat het om het onthouden van een regel, hier naar te handelen en

daarmee een dominante respons te onderdrukken. Voorbeelden hiervan zijn zogenoemde 'strooptaken', 'flankertaken' en 'Simontaken' (Garon et al., 2008). In het eerste levensjaar ontwikkelt zich de vaardigheid voor het onderdrukken van een respons (inhibitie). Vanaf dat moment tot een leeftijd van vijf jaar zijn kinderen steeds beter in staat voor een langere periode te inhiberen, zowel automatische responsen als responsen geassocieerd met een beloning. Daarna ontwikkelt de vaardigheid die nodig is voor het uitvoeren van complexe taken, namelijk het gebruiken van gedachten om gedrag te reguleren. Enkele van deze complexe taken vormen voor vijf- en zesjarigen een uitdaging. Afhankelijk van de taak wordt nog ontwikkeling waargenomen tot acht jaar, vijftien jaar en tot een leeftijd van 21 jaar (Best et al., 2009; Brocki & Bohlin, 2004; Garon et al., 2008; Huizinga et al., 2006).

Zeer gerelateerd aan het werkgeheugen en het vermogen tot inhiberen is de aandacht. Aandacht vereist actieve sturing van de om aandachtvragende bronnen om zo afleiding en belemmeringen in de aandacht te voorkomen. Dit is van belang bij individuele taken, bijvoorbeeld wanneer conflicthantering een rol speelt of een respons onderdrukt moet worden (Bayless & Stevenson, 2007). Tevens is het vermogen om schoolse vaardigheden te ontwikkelen, waaronder lezen en rekenen, in grote mate afhankelijk van processen die controle uitoefenen op aandacht en gedrag (Diamond, Barnett, Thomas, & Munro, 2007). Aandacht speelt bij kinderen een belangrijke rol in de ontwikkeling van de executieve functies. Het helpt kinderen om meer controle te krijgen over welke informatie zij verwerken. Het vermogen om een stimulus te selecteren en de aandacht te richten is al aanwezig bij een baby. Het vermogen om de aandacht te kunnen verplaatsen vraagt een aanzienlijke ontwikkeling. In het eerste levensjaar kan een kind de aandacht verplaatsen tussen twee objecten. In het tweede levensjaar is het kind in staat de aandacht te verplaatsen van een interne stimulus naar iets dat zich in de omgeving bevindt. Verdere ontwikkelingen omvatten onder andere het vermogen om de aandacht vast te houden voor een langere periode en aandacht vast te houden tijdens een gestructureerde taak. Veranderingen in de aandacht zorgen ervoor dat ouder worden de kinderen steeds beter, langer en nauwkeuriger hun aandacht kunnen afstemmen op een executieve functietaak (Garon et al., 2008).

Het doel van dit onderzoek is meer zicht krijgen op de ontwikkeling van de executieve functies; werkgeheugen en inhibitie en de relatie met aandacht bij vijf-, zes- en zevenjarige kinderen. De verwachting is dat wanneer kinderen ouder worden, een groei waarneembaar is in deze twee executieve functies. Gebaseerd op Best et al., 2009; Garon et al., 2008. Het onderzoek beoogt ook meer inzicht te krijgen in het construct zelf door te kijken naar de

onderlinge relatie tussen werkgeheugen en inhibitie. Op basis van Davidson et al., 2006; Garon et al., 2008; Miyake et al., 2000 wordt verwacht dat er een samenhang is tussen het werkgeheugen en inhibitie. Een sterke samenhang ($r > .50$) zal worden gezien als een ondersteuning voor het één-componentenmodel en een zwakke samenhang ($r < .30$) wordt beschouwd als een ondersteuning voor het meervoudig-componentenmodel. Elke correlatie tussen $r > .30$ en $r < .50$ zal gezien worden als een ondersteuning voor geen van beide modellen. Tenslotte wordt ook gekeken naar de relatie tussen problemen in de aandacht en werkgeheugen en inhibitie. Verwacht wordt dat kinderen met aandachtproblemen tevens problemen hebben in deze executieve functies (Garon et al., 2008; Holmes et al., 2010).

Methode

Participanten

Voorafgaand aan het onderzoek zijn 102 ouders van kinderen benaderd om deel te nemen aan het onderzoek. De voorwaarden voor de deelname van de kinderen was dat ze vijf, zes of zeven jaar oud waren. Aan het onderzoek hebben 101 kinderen (50 jongens, 51 meisjes) deelgenomen van zes reguliere basisscholen in Nederland. Bij twee kinderen is de output van de data deels niet goed opgeslagen waardoor uiteindelijk per taak gegevens beschikbaar zijn van 100 of 101 kinderen.

Onderzoeksinstrumenten

Werkgeheugentaken

Odd One Out (ODD). Deze taak is een bewerking van de Automated Working Memory Assessment testbatterij van Alloway (2007). Het kind ziet een rij van drie hokjes met daarin vormen op het scherm. Het kind moet aanwijzen welke vorm afwijkend is. De plek van de afwijkende vorm moet het kind onthouden. Direct daarna verschijnt een rij met drie lege hokjes. Het kind wijst aan op welke plek de afwijkende vorm stond. Wanneer het kind dit drie keer goed doet, komt er tweemaal een rij bestaande uit drie vormen op het scherm. Ook hier moet het kind eerst bij beide rijen aanwijzen welke vorm anders is. Vervolgens moet het kind, zodra het de lege vakjes ziet, de plekken aanwijzen waarin de afwijkende vormen hebben gestaan. Bij drie goede antwoorden komt er wederom een rij bij, oplopend tot maximaal zeven rijen achter elkaar. Bij twee foute antwoorden in dezelfde reeks wordt de taak gestopt. Het aantal goede antwoorden vormt de totaalscore op deze taak, de maximumscore is 21.

Keep Track (KT). Deze taak is overgenomen van Miyake en collega's (2000). Aan het kind worden plaatjes getoond die horen bij één van de vijf volgende categorieën: fruit

(aardbei, banaan, peer, kers), dieren (hond, kat, vogel, vis), vormen (cirkel, vierkant, driehoek, hart), speelgoed (step, lego, beer, auto) en lucht (zon, maan, sterren, wolk). Tijdens de serie, bestaand uit tien plaatjes, moet het kind alle plaatjes benoemen. Aan het einde van de serie, wanneer het vraagteken verschijnt, moet het kind het laatste plaatje van de betreffende categorie noemen. In elke serie worden één, twee of drie plaatjes van elke categorie getoond. Tijdens de series wordt onderaan het beeldscherm een wit figuur getoond dat aangeeft op welke categorie het kind extra goed moet letten. Het aantal plaatjes dat herinnerd moet worden loopt op van één tot vier plaatjes. Er zijn twee series van elke moeilijkheidsgraad, in totaal acht series. Elk goed antwoord wordt geteld. Er kunnen dus één, twee, drie of vier goede antwoorden gegeven worden bij elke taak, die een maximumscore van 20 kan opleveren. Het aantal goede antwoorden vormt de totaalscore op deze taak. Voorafgaand aan de taak wordt het kind vertrouwd gemaakt met de plaatjes en de categorieën. Tevens maakt het kind een oefenopgave die, wanneer nodig, herhaald wordt.

Inhibitietaken

De inhibitie wordt gemeten door het kind steeds te laten reageren op een figuur, meestal een links of rechtswijzend figuur. Het doel is de figuren aan de zijkant(en) te negeren, welke congruent (in dezelfde richting kijkend) of incongruent (in de tegenovergestelde richting kijkend) kunnen zijn. Incongruente figuren veroorzaken een onderbreking tussen de concurrerende responsen en zorgen voor een toenemende reactietijd en fouten, terwijl congruente figuren zorgen voor een afname in de reactietijd en fouten (Johnstone, Barry, Markovska, Dimoska, & Clarke, 2009).

Flankerfish (FF). Deze taak is een bewerking van de 'Arrows en de Dots taak' van Davidson et al. (2006) en is geschikt om bij jonge kinderen af te nemen. Tijdens deze taak moet het kind de hongerige vis 'eten' geven door te drukken op de knop aan de kant waar de vissen naar toe kijken. Wanneer de vissen blauw zijn, is de hongerige vis degene in het midden. Wanneer de vissen roze zijn, zijn de hongerige vissen degene aan de buitenkant. De taak bestaat uit drie delen, alleen blauwe vissen (alleen de middelste vis), alleen roze vissen (alleen de buitenste vissen) en een combinatie van zowel blauwe als roze vissen. Het kind moet per onderdeel eerst oefenen en krijgt daarbij feedback van de computer en van de onderzoeker om vervolgens de definitieve opgaven uit te voeren. Tijdens de definitieve opgaven heeft het kind 2000 milliseconde om te reageren.

Heartsflowers (HF). Deze taak is een bewerking van de 'Dots taak' van Davidson et al. (2006). Het kind moet wanneer het een rood hart ziet op de knop drukken aan dezelfde kant

als waar het hart te zien is. Wanneer het kind een rode bloem ziet, moet de knop aan de tegenovergestelde kant ingedrukt worden. De taak bestaat uit drie delen, alleen harten, alleen bloemen en een combinatie van harten en bloemen. Voorafgaand aan de eerste twee delen maakt het kind oefenopgaven. Tijdens de definitieve opgaven heeft het kind 1500 milliseconde om te reageren.

Teacher's Report Form (TRF)

De TRF is ontworpen door Achenbach (1991) om op gestandaardiseerde wijze het functioneren van kinderen en jeugdigen, zoals door de leerkracht gepercipieerd, te beschrijven. Op basis van de TRF kan de leerkracht in korte tijd een goed overzicht geven van het gedrag van een leerling, gerelateerd aan wat leerkrachten van leerlingen in de normgroep vinden.

Met behulp van de handleiding zijn de items behorend bij de schaal aandacht geselecteerd. De leerkrachten van de deelnemende kinderen is gevraagd deze items te scoren door aan te geven of de vraag (0) helemaal niet (1) een beetje of soms (2) duidelijk of vaak bij het kind past.

Procedure

Voorafgaand aan het onderzoek is een pilot uitgevoerd, waarbij de testbatterij werd afgenomen bij twee meisjes van vijf en zeven jaar. Uit deze pilot bleek dat het op één moment afnemen van de gehele testbatterij de concentratie van de kinderen deed verminderen. De testafname is daarom verdeeld in twee testmomenten van beide twintig minuten. Tevens is de volgorde van afname van de taken bepaald aan de hand van afnameduur en hetgeen de taak meet (inhibitie/werkgeheugen). Testmoment 1 bevatte de taken HF en KT, testmoment 2 bevatte de taken FF en ODD.

Na deze pilot zijn zes scholen benaderd met informatie over de inhoud en omvang van het onderzoek. Hiervan hebben vijf scholen deelgenomen aan het onderzoek. De leerkrachten hebben instructies ontvangen om ieder vijf à zes ouders te benaderen. De kinderen/ouders behorende bij de nummers 3, 4, 9, 11, 14 en 18 van de leerlingenlijst zijn benaderd om deel te nemen aan het onderzoek. Wanneer het kind behorend bij een dergelijk nummer geen 5, 6, of 7 jaar oud was of de ouders geen toestemming gaven, kon de leerkracht de ouders van het kind dat daarboven op de lijst stond benaderen.

Wanneer de ouders van het kind definitief toestemming gegeven hadden, heeft de leerkracht voor het kind de desbetreffende vragenlijst ingevuld. Vervolgens zijn de kinderen,

verspreid over één of twee dagen, tweemaal uit de klas gehaald voor het uitvoeren van taken. De kinderen werden op hun gemak gesteld en vervolgens werd gestart met de eerste taak. Aan elke taak ging een mondelinge instructie vooraf.

De uitvoer van de computertaken leverde per respondent een outputbestand op, zodoende zijn er per computertaak 100 à 101 bestandjes.

Data analyse /technieken

Na verzameling van de data zijn de ruwe databestanden samengevoegd per taak. Vervolgens is de 'correct respons' berekend. Bij de inhibitietaken is gebruik gemaakt van de data behorende bij de mixed trial. De data werd meegerekend wanneer a) de eerste respons die volgde op een stimulus correct was en b) als de reactietijd bij HF en FF gelijk of groter was dan 200 milliseconde. Bij de werkgeheugentaken is gebruik gemaakt van de totaalscore.

Allereerst is een tweezijdige t-toets uitgevoerd om te bepalen of geslacht van invloed was op het presteren op de computertaken. Een One-way-Anova heeft duidelijkheid gegeven over de invloed van leeftijd op het presteren op de computertaken. Voor de meting van de samenhang tussen de vier computertaken is gebruik gemaakt van een Pearson's productmomentcorrelatie. Om na te gaan of het hebben van aandachtproblemen van invloed is op het presteren op de computertaken is de Mann-Whitney U uitgevoerd (eenzijdige toetsing). Hiertoe zijn de respondenten verdeeld in twee groepen. Eén groep met vrijwel geen tot nauwelijks problemen in de aandacht ($n = 90$) en een groep met licht tot ernstige problemen in de aandacht ($n = 10$). In laatst genoemde groep zijn kinderen ingedeeld met een score hoger dan 14 op de aandachtsschaal van de TRF. Er werd afgeweken van de norm van de TRF voor bepaling van klinisch/subklinisch gebied, omdat er slechts drie kinderen binnen dit gebied vielen.

Resultaten

Geslacht bleek niet significant van invloed op het presteren van de kinderen op de vier computertaken en is daarom in de verdere analyses niet meegenomen.

Middels de Manova zijn de prestaties op de congruente en incongruente opgaven van de inhibitietaken Heartsflowers en Flankerfish vergeleken. Gekeken naar de correct respons tussen de congruente en incongruente opgaven HF is een significant verschil waargenomen ($F(1,97) = 25.924$; $p < .001$). Leeftijd is hierop niet van invloed gebleken ($F(2,97) = 1.081$; $p = .343$). Tevens zijn tussen de leeftijdsgroepen geen significante verschillen waargenomen ($F(2,97) = 1.522$; $p = .223$). FF kent een significant verschil tussen de correct respons van de

congruente en incongruente opgaven ($F(1,97) = 5.678$; $p = .019$). Leeftijd is hierop niet van invloed gebleken ($F(2,97) = .828$; $p = .440$). Tussen de leeftijdsgroepen zijn significante verschillen waargenomen ($F(2,97) = 8.203$; $p = .001$). Uit de post hoc vergelijkingen volgens de LSD-methode blijkt dat er bij de vijf- versus zesjarigen sprake is van een significant verschil ($p = .022$). Er is geen significant verschil waargenomen tussen de zes- versus zevenjarigen ($p = .063$).

Gekeken naar de reactietijden tussen de congruente en incongruente opgaven van HF werd een significant verschil waargenomen ($F(1,97) = 339.315$; $p < .001$). Leeftijd is hierop niet van invloed gebleken ($F(2,97) = .201$; $p = .818$). Tussen de leeftijdsgroepen zijn significante verschillen waargenomen ($F(2,97) = 3.178$; $p = .046$). Uit de post hoc vergelijkingen volgens de LSD-methode blijkt dat er bij de vijf- versus zesjarigen sprake is van een significant verschil ($p = .036$). Er is geen significant verschil waargenomen tussen de zes- versus zevenjarigen ($p = .817$). FF kent geen significant verschil tussen de reactietijden van de congruente en incongruente opgaven ($F(1,97) = 1.390$; $p = .241$). Leeftijd is hierop niet van invloed gebleken ($F(2,97) = 1.732$; $p = .182$). Tussen de leeftijdsgroepen zijn significante verschillen waargenomen ($F(2,97) = 4.366$; $p = .015$). Uit de post hoc vergelijkingen volgens de LSD-methode blijkt dat er geen significante verschillen zijn gevonden tussen de vijf- versus zesjarigen en zes- versus zevenjarigen ($p = .053$; $p = .291$). Er is wel een significant verschil waargenomen tussen de vijf- versus zevenjarigen ($p = .006$).

Tabel 1. Beschrijvende statistieken, weergegeven per leeftijdsgroep met correct respons en reactietijd voor elke taak.

Taken	Leeftijd						
		5		6		7	
	N	40		36*		24	
Correct Respons	Range	Mean	sd	Mean	sd	Mean	sd
Heartsflowers Congruent	0-12	11,43	0,747	11,39	0,803	11,71	0,55
Heartsflowers Incongruent	0-12	10,23	1,993	10,78	1,623	10,79	1,25
Heartsflowers Mixed	0-33	24,15	5,6	25,28	3,814	26,54	3,89
Flankerfish Congruent	0-17	13,18	3,587	14,14	6,397	15,38	1,996
Flankerfish Incongruent	0-17	11,6	4,018	13,47	2,772	14,88	1,872
Flankerfish Mixed	0-45	26,73	7,449	31,14	5,571	32,71	4,823
Odd One Out	0-21	5,3	2,452	6	2,749	6,63	2,601
Keep Track	0-20	8,73	3,602	10,78	3,181	12,63	2,7
Reactietijd (in ms)							
Heartsflowers Congruent	200-1500	570,39	132,167	508,49	98,529	489,77	90,472
Heartsflowers Incongruent	200-1500	805,42	164,669	735,88	165,414	738,11	214,549
Heartsflowers Mixed	200-1500	1051,58	196,292	1025,28	142,282	977,31	192,264
Flankerfish Congruent	200-2000	1146,34	233,843	1026,27	200,401	971,43	195,345
Flankerfish Incongruent	200-2000	1116,55	197,641	1076,22	195,733	1031,55	231,762
Flankerfish Mixed	200-2000	1191,28	205,512	1152,24	134,542	1171,02	142,659

* Bij de taak Odd One Out bestaat de zesjarige onderzoekspopulatie uit 37 respondenten, de totale onderzoekspopulatie is bij Odd One Out 101.

De Pearson's productmomentcorrelatie geeft de verbanden weer tussen de inhibitietaken en de werkgeheugentaken. Hieruit is gebleken dat het verband tussen de twee inhibitietaken HF en FF zwak tot gemiddeld is ($r = .223$; $p = .027$). Het verband tussen de werkgeheugentaken ODD en KT is gemiddeld ($r = .320$; $p = .001$). Het onderlinge verband tussen de werkgeheugentaken en de inhibitietaken is zwak tot gemiddeld (HF <-> ODD $r = .275$; $p = .006$, HF <-> KT $r = .201$; $p = .046$, FF <-> ODD $r = .271$; $p = .006$, HF <-> KT $r = .207$; $p = .039$).

Op basis van een enkelvoudige variatieanalyse is geconstateerd dat de prestaties van de vijfjarigen op zowel de inhibitietaak FF als de werkgeheugentaak KT significant verschillen van de zesjarigen. Er is bij beide taken geen significant verschil waargenomen tussen de zes- en zevenjarigen. Op de inhibitietaak HF en de werkgeheugentaak ODD is leeftijd niet van invloed gebleken. Er is een significant verschil waargenomen in het presteren op de taak FF tussen vijf-, zes- en zevenjarigen ($F(2,97) = 8.271$; $p < .001$). Uit de post hoc vergelijkingen volgens de Bonferroni-methode blijkt dat er bij de vijf- versus zesjarigen sprake is van een significant verschil ($p = .008$). Er is geen significant verschil waargenomen tussen de zes- versus zevenjarigen ($p = 1.0$). De verschillen in het presteren op de inhibitietaak FF kan voor 15 procent verklaard worden door de leeftijd ($\eta^2 = 0.15$). Tevens is een significant verschil geconstateerd in het presteren op de werkgeheugentaak KT tussen de leeftijdsgroepen ($F(2,97) = 11.145$; $p < .001$). Uit de post hoc vergelijkingen is gebleken dat vijf- versus zesjarigen significant van elkaar verschillen ($p = .022$). Er is geen significant verschil waargenomen tussen de zes- versus zevenjarigen ($p = .101$). De verschillen in het presteren op de taak KT kan voor 19 procent verklaard worden door de leeftijd ($\eta^2 = 0.19$). Geen significante verschillen zijn waargenomen in het presteren op de taken HF en ODD tussen de drie leeftijdsgroepen (HF: $F(2,97) = 2.029$; $p = .137$; ODD: $F(2,98) = 2.021$; $p = .138$).

Tabel 2. Beschrijvende statistieken weergegeven voor de groep met vrijwel geen tot nauwelijks of licht tot ernstige problemen in de aandacht.

Taken	Problemen in de aandacht					
	N	geen tot nauwelijks 90			licht tot ernstig 10	
		Range	Mean	sd	Mean	sd
Correct Respons						
Heartsflowers	Mixed	0-33	25,31	4,751	23,5	3,779
Flankerfish	Mixed	0-45	29,99	6,752	27,6	5,985
Odd One Out		0-21	6	2,675	4,7	1,829
Keep Track		0-20	10,72	3,349	7,5	4,378

Tabel 2 laat zien dat de kinderen met licht tot ernstige aandachtproblemen gemiddeld minder goede antwoorden geven en een tragere reactietijd laten zien dan kinderen met geen tot nauwelijks problemen in de aandacht. Uit de Mann-Whitney U toets is gebleken dat kinderen met licht tot ernstige aandachtproblemen minder goed presteren op de taak KT dan kinderen met vrijwel geen tot nauwelijks aandachtproblemen. Dit verschil is significant ($U = 250$; $p < 0,01$) bij eenzijdige toetsing. Bij de andere drie taken is geen significant verschil waargenomen tussen de aandacht en het presteren op de taken bij eenzijdige toetsing.

Conclusie en discussie

Dit onderzoek had als doel de ontwikkeling van de executieve functies; werkgeheugen en inhibitie en de relatie met aandacht bij vijf-, zes- en zevenjarige kinderen te onderzoeken. Meer inzicht krijgen in deze ontwikkeling draagt bij aan het beter kunnen inspelen op gedrag- en leerproblemen die gerelateerd zijn aan de executieve functies (Best et al., 2008; Holmes et al., 2010; Matthys et al., 2008; Van der Sluis et al., 2007). De executieve functies inhibitie, werkgeheugen en flexibiliteit worden in veel onderzoeken als meest belangrijk erkend. Gezien de omvang van dit onderzoek is besloten de executieve functie flexibiliteit buiten beschouwing te laten. Dit is gebaseerd op hetgeen Davidson et al. (2006) beschrijven, namelijk dat inhibitie en werkgeheugen de kern van de executieve functies vormen.

Ten eerste is onderzocht of er een samenhang is tussen het werkgeheugen en het vermogen tot inhiberen. Verwacht werd dat er een verband is tussen het werkgeheugen en inhibitie. Er is een zwakke samenhang gebleken tussen de inhibitietaken en de werkgeheugentaken. Dit is een ondersteuning voor het meervoudig componentenmodel dat uitgaat van te onderscheiden componenten met een eigen ontwikkelingspatroon. De correlaties tussen de twee werkgeheugentaken en de twee inhibitietaken bleken zwak tot gemiddeld. De scores op de twee werkgeheugentaken en de twee inhibitietaken bleken ook onderling matig samen te hangen. Geconcludeerd kan worden dat het werkgeheugen en inhibitie verschillende componenten zijn. Echter, de taken die inhibitie beogen te meten en de taken die het werkgeheugen moeten meten vertonen slechts weinig overlap en meten dus verschillende cognitieve functies (Garon et al., 2008). Bij beide inhibitietaken hebben de kinderen meer moeite met de incongruente opgaven dan met de congruente opgaven, geconcludeerd kan worden dat beide taken geschikt zijn voor het meten van inhibitie.

De tweede vraag betrof het verloop van de ontwikkeling van het werkgeheugen en het vermogen tot inhiberen tussen het vijfde en zevende levensjaar. Verwacht werd dat naarmate

kinderen ouder worden ze beter presteren op deze twee executieve functies. Er bleek een significante toename van het presteren op de inhibitietaak FF en de werkgeheugentaak KT tussen de vijf en zes jaar. Het verschil in het presteren op de taak FF kan voor 15 procent verklaard worden door de leeftijd, voor de taak KT kan dit voor 19 procent. Op beide executieve functies werd in dezelfde leeftijdsperiode een significante toename in het presteren op de taak waargenomen. Het werkgeheugen en inhibitie bleken voor deze taken samen te hangen, daarom past dit resultaat binnen het eerdergenoemde één-componentenmodel. Er werden geen significante verschillen gevonden tussen de drie leeftijdsgroepen in het presteren op de inhibitietaak HF en de werkgeheugentaak ODD. Voor deze taken blijken het werkgeheugen en inhibitie te onderscheiden componenten en dit sluit aan bij het meervoudig-componentenmodel (Garon et al., 2008). Een eenduidig antwoord op het verloop van de ontwikkeling van het werkgeheugen en inhibitie is dan ook niet mogelijk, dit blijkt afhankelijk van de taak. Bij het beantwoorden van deze vraag moet echter ook meegenomen worden dat de scores op de twee werkgeheugentaken en de twee inhibitietaken onderling matig samenhangen. Zo kan het verschil in presteren op de twee werkgeheugentaken ODD en KT verklaard worden door de moeilijkheidsgraad van de taken. Aannemelijk is dat de taak ODD, door de vele handelingen die uitgevoerd moeten worden en de snelle instructie die via de luidspreker van de computer verloopt, te moeilijk is voor kinderen van vijf-, zes- en zeven jaar. Een verklaring voor het verschil in het presteren op de twee inhibitietaken tussen de vijf-, zes- en zevenjarigen is eveneens dat de taken HF en FF qua moeilijkheid sterk van elkaar verschillen. HF is een simpele taak te noemen in verhouding met FF. HF doet een beroep op een niveau van inhiberen waar kinderen van vijf jaar al over beschikken. Hierdoor maakt HF de ontwikkeling van inhibitie niet inzichtelijk bij de populatie van dit onderzoek. FF daarentegen, een complexe taak, is vanwege het benodigde niveau van inhiberen geschikt voor het meten van de ontwikkeling van inhibitie bij de populatie van dit onderzoek.

De derde vraag richtte zich op de relatie tussen problemen in de aandacht en het werkgeheugen en inhibitie. Verwacht werd dat kinderen met aandachtproblemen tevens problemen hebben in deze twee executieve functies. Resultaten toonden aan dat kinderen met licht tot ernstige aandachtproblemen minder goed presteerden op de werkgeheugentaak KT. Een verklaring hiervoor is dat KT in verhouding tot de andere taken een groot beroep op de aandacht van de kinderen doet. Bij de andere drie taken zijn geen significante verschillen gevonden. Er kan niet geconcludeerd worden dat kinderen met aandachtproblemen over een minder goed ontwikkeld werkgeheugen en niveau van inhibitie beschikken dan kinderen zonder aandachtproblemen. De resultaten zijn mogelijk beïnvloed, doordat de samenstelling

van de groepen heeft plaatsgevonden met behulp van een arbitraire maat. Er is namelijk afgeweken van de norm van de TRF voor bepaling van klinisch/subklinisch gebied, omdat er slechts drie kinderen binnen dit gebied vielen.

Krachtig aan dit onderzoek is de omvangrijke onderzoekspopulatie en de gelijke verdeling tussen jongens en meisjes. Positief is eveneens het gebruik van twee computertaken voor het meten van één executieve functie. Het onderzoek kent ook enkele beperkingen. De analyses zijn uitgevoerd, nadat de kinderen ingedeeld waren in groepen (vijf, zes en zeven jaar), hierdoor is data verloren gegaan. Wanneer de exacte leeftijd van de kinderen wordt gebruikt tijdens de analyses, zoals Davidson et al. (2006) doen, ontstaat er een beter beeld van het presteren van de kinderen op de taken. De werkgeheugentaak KT blijkt voor de kinderen van vijf jaar een uitdaging, waardoor sommige kinderen tijdens deze taak wellicht een faalervaring hebben opgedaan. Vooral het verbaal antwoord geven op de taak kan confronterend zijn voor het kind, omdat het bijvoorbeeld het antwoord schuldig moet blijven.

Voor vervolgonderzoek naar de relatie tussen de aandacht en de executieve functies wordt aanbevolen de respondenten middels de TRF te selecteren op het hebben van wel of geen aandachtproblemen, om zo een onderzoeksgroep te krijgen van voldoende omvang. Tevens is het aan te raden om zowel de leerkracht als de ouder te vragen om de items behorend bij de aandachtsschaal van de TRF/CBCL (Child Behavior Checklist) in te vullen. De leerkracht kan door het kind te vergelijken met de klas een ander beeld schetsen dan de ouder ervaart, op deze manier wordt dit ondervangen. Tevens is het voor vervolgonderzoek van belang dat de verschillende executieve functies eenduidig gedefinieerd worden op basis van theoretische bevindingen, zodat twijfel over de inhoud van deze functies wordt voorkomen. De vele taken die bestaan voor het meten van de executieve functies zorgen voor moeilijk vergelijkbare onderzoeksresultaten. Ook hiervoor geldt dat meer consensus bereikt moet worden in de toepassing van de taken. Meer vergelijkbaar onderzoek naar de ontwikkeling van het werkgeheugen en het vermogen tot inhiberen is noodzakelijk om tot een compleet beeld van deze executieve functies te komen.

Referenties

Achenbach, T.M. (1991). Manual for the Child Behavior Checklist 4-18 and 1991 profile.

Burlington, Vermont: University of Vermont, Departement of Psychiatry.

Alloway, T.P. (2007). Automated Working Memory Assessment (AWMA). London: Harcourt Assessment.

- Baddely, A. (1986). Working memory. Oxford, Engeland: Oxford University Press.
- Bayless, S., & Stevenson, J. (2007). Executive functions in school-age children born very prematurely. *Early Human Development*, 83, 247-254.
- Best, J.R., Miller, P.H., & Jones, L.L. (2009). Executive functions after age 5: Changes and correlates. *Developmental review*, 29, 180-200.
- Brocki, K.C., Bohlin, G. (2004). Executive Functions in Children Aged 6 to 13: A Dimensional and Developmental study. *Developmental Neuropsychology*, 26, 571-574.
- Brocki, K.C., Eninger, L., Thorell, L.B., & Bohlin, G. (2010). Interrelations Between Executive Function and Symptoms of Hyperactivity/Impulsivity and Inattention in Preschoolers: A Two Year Longitudinal Study. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 38, 163–171.
- Carlson, S.M. (2005). Developmentally sensitive measures of executive function in preschool children. *Developmental neuropsychology*, 28, 595-616.
- Cowan, N. (1998). Visual and auditory working memory capacity. *Trends in Cognitive Sciences*, 2, 77-78.
- Davidson, M.C., Amso D., Anderson L.C. & Diamond A. (2006). Development of cognitive control and executive functions from 4 to 13 years: Evidence from manipulations of memory, inhibition, and task switching. *Neuropsychologia*, 44, 2037–2078.
- Diamond, A., Barnett, W.S., Thomas, J., & Munro, S. (2007). Preschool program improves cognitive control. *Science*, 318, 1387-1388.
- Epsy, K.A. (1997). The shape school: assessing executive function in preschool children. *Developmental neuropsychology*, 13, 495-499.
- Garon, N., Bryson, S.E., & Smith, I.M. (2008). Executive function in preschoolers: a review using an integrative framework. *Psychological Bulletin*, 134, 31-60.
- Gioia, G. A., Isquith, P. K., Guy, S. C., & Kenworthy, L. (2000). Behavior Rating Inventory of Executive Function BRIEF): Professional manual. Lutz, FL: Psychological Assessment Resources.
- Holmes, J., Gathercole, S.E., Place, M., Alloway, T.P., Elliot, J.G., & Hilton, K.A. (2010). The diagnostic utility of executive function assessments in the identification of ADHD in children. *Child and Adolescent Mental Health*, 15, 37-43.
- Huizinga, M. (2007). De ontwikkeling van executieve functies tussen kindertijd en jongvolwassenheid. *Neuropraxis*, 3, 74-82.

- Huizinga, M., Dolan, C.V., van der Molen, M.W. (2006). Age-related change in executive function: developmental trends and a latent variable analysis. *Neuropsychologia*, *44*, 2017–2036.
- Johnstone, S.J., Barry, R.J., Markovska, V., Dimoska, A., & Clarke, A.R. (2009). Response inhibition and interference control in children with AD/HD: A visual ERP investigation. *International Journal of Psychophysiology*, *72*, 145–153.
- Klenberg, L., Korkman, M., Lahti-Nuutila, P. (2001). Differential Development of Attention and Executive Functions in 3- to 12-Year-Old Finnish Children. *Developmental Neuropsychology*, *20*, 407-428.
- Lehto, E. J., Juujärvi, P., Kooistra, L., & Pulkkinen, L. (2003). Dimensions of executive functioning: evidence from children. *British Journal of Developmental Psychology*, *21*, 59-80.
- Matthys, W., Raaijmakers, M.A.J., Smidts, D.P., Sergeant, J.A., Maassen, G.H., Posthumus, J.A., Engeland, H. (2008). Executive Functions in Preschool Children with Aggressive Behavior: Impairments in Inhibitory Control. *Journal of Abnormal Child Psychology*, *36*, 1097–1107.
- Miyake, A., Friedman, N.P., Emerson, M.J., Witzki, A.H., Howerter, A., & Wager, T.D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex ‘frontal lobe’ tasks: a latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, *41*, 49-100.
- Nigg J.T. (2000). On inhibition/disinhibition in developmental psychopathology: views from cognitive and personality psychology and a working inhibition taxonomy. *Psychological Bulletin*, *126*, 220-246.
- Norman, D., & Shallice, T. (1986). Attention to action: Willed and automatic control of behaviour. In R. Davidson, G. Schwartz, & D. Shapiro (Eds.), *Consciousness and self-regulation* (pp. 1-18). New York: Plenum Press.
- Pennington, B. P. (2009). Neuropsychological constructs. In *Diagnosing Learning Disorders (Second Edition): A Neuropsychological Framework* (pp.13-22). New York: The Guilford press.
- Posner, M., & Rothbart, M. (1998). Attention, self-regulation and consciousness. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, *353*, 1915-1927.
- Sanders, J., Johnson, K.A., Garavan, H., Gill, M., & Gallagher, L. (2008). A review of neuropsychological and neuroimaging research in autistic spectrum disorders:

attention, inhibition and cognitive flexibility. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 2, 1-16.

Senn, T.E., Espy, K.A., Kaufmann, P.M. (2004). Using path analysis to understand executive function organization in preschool children. *Developmental Neuropsychology*, 26, 445-464.

Simon, H.A. (1975). De functional equivalence of problem solving skills. *Cognitive psychology*, 7, 268-288.

Van der Sluis, S., de Jong P.F., & van der Leij, A. (2007). Executive functioning in children, and its relations with reasoning, reading, and arithmetic. *Intelligence*, 35, 427-449.

Abstract

Aim: The aim of this research is to purchase more notion in the development of the executive functioning. The emphasis lies on the correlation between working memory and inhibition. This study examines if the age of the children is on influence on these executive functions and if problems in the attention correlate with problems in the executive functioning. **Method:** 101 children have accomplished four computertasks, which represent the two executive functions (working memory and inhibition). The used tasks are: Heartsflowers, Flankerfish, Odd One Out and Keep Track. With the TRF data have been collected concerning the degree in which the children show attention problems. **Results:** A weak correlation was found between the two executive functions; working memory and inhibition. The performances of the five year old children on both the inhibition task Flankerfish and the working memory task Keep Track, differ significantly from the six years olds. This effect of age was not found on the inhibition task Heartsflowers and the working memory task Odd One Out. Children with attention problems do not score substantially less on the computer tasks. **Conclusion:** The inhibition tasks and working memory show a weak relation and therefore measure both different cognitive functions. There is no clear answer on increase of the development of the working memory and inhibition. This appears to depend on the kind of task. Children with attention problems do not have less well developed working memory and inhibition, than children without attention problems. More research is required because in this research no univocal results were found.

Keywords: executive functions, working memory, inhibition, young children, attention