

‘[T]he power of attention is different, not only in different individuals, but also at different times’ (Crichton, 1798, p.255). Ruim tweehonderd jaar geleden onderkende de Schotse arts Alexander Crichton al het belang van de relatie tussen executief functioneren en motivatie bij mensen met aandachtsproblemen. Ook in het ADHD-onderzoek van nu speelt deze relatie een cruciale rol. Sebastiaan DAVIS, Saskia van der Oord, Reinout Wiers en Pier Prins geven een uiteenzetting.

DE ROL VAN EXECUTIEF FUNCTIONEREN EN MOTIVATIE

EEN NIEUWE KIJK OP ADHD

CASUS: KIND MET ADHD, DEEL 1

Bart is elf jaar en heeft de diagnose ADHD. Zijn leerkracht omschrijft hem als een enthousiaste en intelligente jongen. Toch heeft Bart op school veel problemen. In de klas is hij met van alles bezig, behalve met zijn schoolwerk. Bart begint er wel aan, maar zodra hij even afgeleid raakt – vrijwel altijd door iets wat leuker of makkelijker is dan zijn schoolwerk – vergeet hij waarmee hij bezig was. Uiteindelijk gaat hij dan maar iets anders doen.

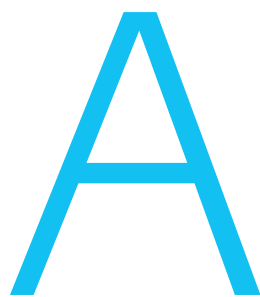
De leerkracht ziet Bart vaak uit het raam turen of met klasgenoten praten. Hij krijgt zijn werk niet op tijd af en moet dan nablijven. Tijdens het nablijven raffelt hij zijn werk af om zo snel mogelijk naar huis te kunnen. Zijn werk is dan slordig en staat vol fouten. Bart heeft volgens zijn leerkracht 'moeite om zich normaal te gedragen'. Hij praat vaak door de leerkracht heen en praat voor zijn beurt tijdens het kringgesprek. Hij stoort zijn klasgenoten door met zijn pen op tafel te tikken en met zijn benen te wiebelen als er rustig moet worden gewerkt. In spel doet Bart vaak te druk en te hardhandig. Dit zorgt voor veel irritatie bij zijn leerkracht en zijn klasgenootjes. Bart staat dan ook vaak op de gang en wordt door veel kinderen gemeden. Hoewel de leerkracht merkt dat zijn huidige werkwijze (waarschuwen, laten nablijven, op de gang zetten) weinig effect heeft, weet hij niet hoe hij wel grip op Bart kan

krijgen. Hij hoopt daarom dat ouders medicatie willen overwegen.

Thuis spelen er vergelijkbare problemen. Vooral het ochtendritueel vinden zijn ouders een ramp. Bart begint bijvoorbeeld wel met aankleden, maar als zijn ouders na tien minuten komen kijken waar hij blijft, ligt hij – met slechts één sok aan – languit op de vloer een stripboek te lezen. Als zijn ouders dan boos worden, reageert hij verbaasd. Bart is vaak zijn spullen kwijt en geeft daarvan anderen de schuld. Ook zijn jongere broer heeft veel last van zijn gedrag. Bart maakt veel lawaai, 'praat je de oren van het hoofd' en kan niet op zijn beurt wachten bij spelletjes. Er is vaak ruzie thuis. Zijn ouders vinden het moeilijk het gedrag van Bart te begrijpen. Hoe kan hij het na honderd keer waarschuwen nog vergeten? Waarom kan hij zijn aandacht wel vasthouden als het hem interesseert? Moeten ze hem meer ondersteunen of juist strenger aanpakken? Misschien moeten ze hem toch maar medicatie geven, of zijn er andere opties?

Ze hebben, kortom, veel vragen. Binnenkort hebben ze een afspraak met de psycholoog voor psycho-educatie.

(Tip: Lees deze casus opnieuw nadat u het hele artikel heeft gelezen en bedenk hoe het gedrag van Bart kan worden verklaard).



Attention Deficit-Hyperactivity Disorder (ADHD) is een in hoge mate erfelijke ontwikkelingsstoornis (Nikolas & Burt, 2010), die wereldwijd naar schatting vijf procent van de kinderen treft (Faraone et al., 2015). Kinderen met ADHD hebben vaak moeite hun aandacht vast te houden, zijn chaotisch en slordig, snel afgeleid, vergeetachtig, praten veel, zijn vaak druk, beweeglijk, ongeduldig en impulsief (American Psychiatric Association, 2013). Deze kenmerken hebben vaak een negatieve invloed op het presteren op school en hun relaties met anderen binnen en buiten het gezin, wat weer kan leiden tot een negatief zelfbeeld (Barkley, 2006). Ook op volwassen leeftijd zorgt ADHD vaak voor problemen in het dagelijkse functioneren, onder andere in het gezin, op het werk en in sociale relaties (Barkley et al., 2008).

Hoewel ADHD wordt gediagnosticeerd op basis van gedragssymptomen, suggereert zowel theorie als onderzoek dat ADHD-symptomen veroorzaakt worden door onderliggende tekorten in onder andere executief functioneren en motivatie (bijv. Luman et al., 2010; Willcutt et al., 2012).¹ Het begrijpen van deze processen en hun onderlinge relatie is cruciaal voor vroegtijdige onderkenning, adequate psycho-educatie en een effectieve en op het individu afgestemde behandeling van ADHD.

TEKORTEN IN EXECUTIEF FUNCTIONEREN

Executieve functies (EF) zijn cognitieve controleprocessen die, via dorsale frontostriatale hersencircuits, verantwoordelijk zijn voor het reguleren van ons gedrag, onze gedachten en emoties. EF's stellen ons daarmee in staat tot zelfcontrole en doelgericht handelen. Zonder EF's zouden we overgeleverd zijn aan onze impulsen, constant vergeten waarmee we bezig zijn en kunnen we ons niet aanpassen als dingen net even anders gaan dan gepland.

Er wordt onderscheid gemaakt tussen diverse EF's (Boyer et al., 2016). Uit meta-analyses (Martinussen et al., 2005; Willcutt et al., 2012) blijkt dat kinderen met ADHD met name tekorten hebben in EF's als gedragsinhibitie en werkgeheugen.

Gedragsinhibitie is het vermogen om een eenmaal in gang gezette of dominante reactie te stoppen (Logan, Schachar & Tannock, 1997). Inhibitie maakt het mogelijk een eerste

impuls te onderdrukken en geeft zo de gelegenheid onze reactiemogelijkheden te overdenken voordat we reageren. Iemand met een beperkt inhibitievermogen zal daarom vaak 'eerst doen en dan pas denken' (Barkley et al., 2006; Boyer et al., 2016).

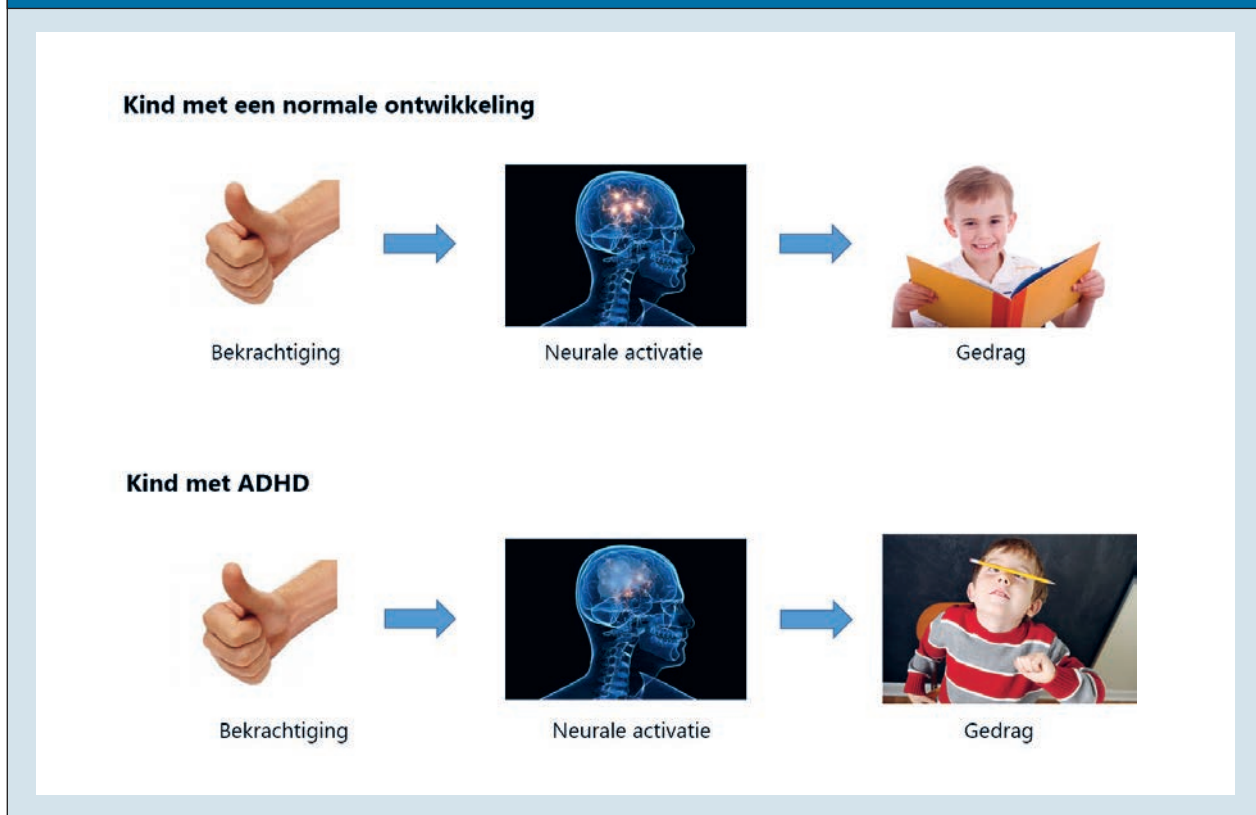
Het *werkgeheugen* (met name het visueel werkgeheugen) lijkt echter het meest beperkt bij kinderen met ADHD (Martinussen et al., 2005). Werkgeheugen wordt gedefinieerd als het vermogen om relevante informatie voor enkele seconden tot enkele uren actief in het geheugen te houden en deze informatie als het nodig is te bewerken, te updaten of te reorganiseren (te 'werken' met de informatie). Het werkgeheugen maakt daarmee vaardigheden als redeneren, plannen, leren en doelgericht handelen mogelijk (Baddeley, 2007). Iemand met een beperkt werkgeheugen heeft bijvoorbeeld moeite zich te herinneren waarmee hij bezig was, wat hij wilde vertellen, of wat hij nog moet doen om zijn doel te bereiken. Dit zou zich manifesteren in ADHD-symptomen zoals vergeetachtigheid, spullen kwijtraken, chaotisch en slordig werken, veel en 'van de hak op de tak' praten, beweeglijkheid, ongeduldigheid en het antwoord eruit gooien voordat een vraag is afgemaakt (Rapport et al., 2001). Symptomen als 'ongeduldigheid' en 'het antwoord eruit gooien voordat een vraag is afgemaakt' zouden bijvoorbeeld strategieën zijn die voorkomen dat een kind 'kwijtraakt' wat het in gedachten heeft (het kind wil zo snel mogelijk aan de beurt zijn of praat dwars door je heen omdat het niet in staat is om zijn gedachten nog langer vast te houden).

Ook het hyperactieve gedrag van kinderen met ADHD (zoals beweeglijkheid) zou een strategie zijn om werkgeheugentekorten te compenseren. Volgens het zogeheten *functional working memory model* (Rapport et al., 2001) activeert hyperactief gedrag het onderactieve brein van kinderen met ADHD. Hierdoor kunnen ze beter functioneren tijdens activiteiten die een beroep doen op werkgeheugen (met andere woorden: kinderen met ADHD zijn beweeglijk om beter te kunnen functioneren; als ze hun brein niet kunnen activeren vervallen ze in dromerig/afwezig gedrag).² Diverse studies laten inderdaad zien dat tekorten in het werkgeheugen samengaan met afwijkingen in aandacht, hyperactiviteit en impulsiviteit (bijv. Burgess et al., 2010;

¹ Voor overige oorzaken van ADHD-symptomen, zoals problemen met tijdsperceptie, zie Coghill et al. (2014).

² Omdat veel ADHD-symptomen een functie hebben, is het niet handig om ze af te leren zonder daarvoor een, minder storend, alternatief te bieden. Met een pen op tafel tikken kan bijvoorbeeld vervangen worden door trillen met de benen, een wiebelkussen, een energizer met de hele klas of een 'loopje' (de prullenbak legen of iets wegbrengen naar een andere klas).

FIGUUR 1. EFFECT VAN BEKRACHTIGING OP HET FUNCTIONEREN VAN KINDEREN MET EN ZONDER ADHD



Raiker et al., 2012; Sarver et al., 2015) en met problemen in het sociale en schoolse functioneren (Alloway et al., 2009; Kofler et al., 2011).

TEKORTEN IN MOTIVATIE

Volgens een tweede belangrijke theoretische benadering zijn de symptomen van kinderen met ADHD het gevolg van motivationele problemen (Haenlein & Caul, 1987; Sergeant et al., 1999; zie verder Sagvolden et al., 2005; Sonuga-Barke, 2011). Bekräftiging (bijvoorbeeld het vooruitzicht op een beloning) activeert de beloningscircuits in onze hersenen en deze activatie bepaalt vervolgens in hoeverre we gemotiveerd zijn om te handelen. Vanwege dopaminerge afwijkingen zouden de beloningscircuits van kinderen met ADHD echter minder worden geactiveerd door bekräftiging dan de beloningscircuits van kinderen met een normale ontwikkeling. Door dit verschil in neurale activatie heeft dezelfde bekräftiger minder effect op de motivatie en het gedrag van kinderen met ADHD dan op de motivatie en het gedrag van kinderen met een normale ontwikkeling (Volkow et al., 2011). Door deze verminderde gevoeligheid voor bekräftiging

worden kinderen met ADHD in het dagelijkse leven minder gemotiveerd om adequaat te functioneren dan kinderen met een normale ontwikkeling (zie figuur 1). Ze worden bijvoorbeeld minder gemotiveerd hun aandacht vast te houden, netjes en georganiseerd te werken, op hun plaats te blijven zitten, op hun beurt te wachten of te onthouden wat ze nog moeten doen om een doel te bereiken.

RELATIE TUSSEN EXECUTIEF FUNCTIONEREN EN MOTIVATIE

De observatie dat kinderen met ADHD vaak goed kunnen functioneren wanneer ze met iets leuks bezig zijn – een kind met ADHD raakt immers zelden afgeleid tijdens het spelen van een computerspel en zal het verlanglijstje voor zijn of haar verjaardag niet snel vergeten – heeft sommige theoretici doen suggereren dat ook de afwijkende EF-prestatie van kinderen met ADHD het gevolg is van, of tenminste sterk wordt beïnvloed door hun motivationele tekorten. Taken die EF meten zijn namelijk doorgaans saai vormgegeven en zouden daarom vooral voor kinderen met ADHD onvoldoende motiverend zijn om tot een optimale prestatie te komen. Een

Bart heeft volgens zijn leerkracht ‘moeite om zich normaal te gedragen’

slechte prestatie op een doorsnee EF-taak kan daarom net zo goed het gevolg zijn van motivationele tekorten als van tekorten in het EF. Zo liet een studie van Slusarek et al. (2001) zien dat de afwijkende prestatie van kinderen met ADHD op een test voor gedragsinhibitie normaliseerde (dat wil zeggen: niet meer verschilde van kinderen met een normale ontwikkeling) toen kinderen extra beloond werden. Dit suggereert dat niet zozeer tekorten in het inhibitievermogen, maar motivationele afwijkingen ten grondslag liggen aan de inhibitieproblemen van kinderen met ADHD (zie verder Ma et al., 2016).

Niettemin, niet inhibitie maar het werkgeheugen is de EF waarop kinderen met ADHD het meeste verschillen van kinderen met een normale ontwikkeling. In hoeverre werkgeheugentekorten van kinderen met ADHD te verklaren zijn door motivationele afwijkingen was tot voor kort echter onbekend. Aan de Universiteit van Amsterdam hebben wij hier de afgelopen jaren verschillende onderzoeken naar gedaan. Een aantal van deze studies beschrijven we hieronder (zie voor een compleet overzicht www.SebastiaanDovis.com; op deze site staan ook artikelen over het trainen van EF bij kinderen met ADHD, zie Dovis, Agelink van Rentergem & Huizenga, 2015a; 2015b; 2015c; Dovis et al., 2015d). De klinische implicaties van onze bevindingen staan in de slotparagraaf.

DE INVLOED VAN MOTIVATIE OP WERKGEHEUGEN

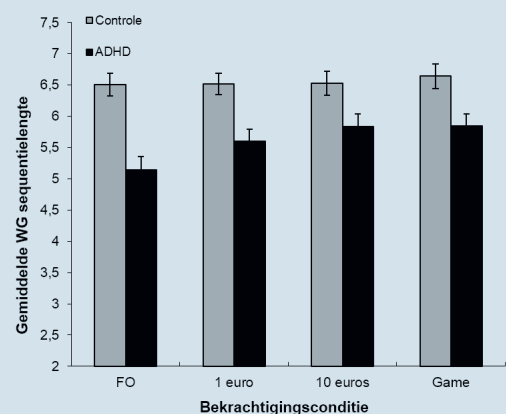
In een eerste studie (Dovis et al., 2012) onderzochten we de effecten van verschillende bekrachtigers op het visuele werkgeheugen van kinderen met het gecombineerde subtype van ADHD (kinderen met problemen in aandacht, hyperactiviteit en impulsiviteit) en kinderen met een normale ontwikkeling (controlekinderen). De kinderen waren tussen de negen en twaalf jaar oud. Er werd een visuele

werkgeheugentaak afgenomen onder vier bekrachtigingscondities: (1) *feedback only* (alleen standaard feedback: een groene krul en een positief geluid bij een correcte reactie en een rood kruis en een negatief geluid bij een incorrecte reactie); (2) *feedback + 1 euro* (het kind werd verteld dat hij/zij 1 euro kon verdienen als hij/zij goed genoeg presteerde op de taak); (3) *feedback + 10 euro* (het kind werd verteld dat hij/zij tien euro kon verdienen bij een goede prestatie op de taak), en (4) een *game versie* van de taak (waarbij de taak was vormgegeven als een computerspel).

Met *feedback only* presteerden kinderen met ADHD slechter op de werkgeheugentaak dan kinderen in de controlegroep. Extra bekrachtiging (één euro, tien euro en gaming) verbeterde de prestatie van kinderen met ADHD, maar niet de prestatie van controlekinderen (zie figuur 2). Dit suggereert dat kinderen met ADHD niet optimaal presteren als zij op een gangbare manier worden bekrachtigd (dus met standaardfeedback na iedere opgave en met de instructie ‘doe je uiterste best, maak zo min mogelijk fouten’), terwijl kinderen met een normale ontwikkeling ook zonder extra bekrachtiging een optimale prestatie laten zien. Deze resultaten ondersteunen het idee dat kinderen met

FIGUUR 2

Gemiddelde werkgeheugen (wg) sequentielengte van kinderen met ADHD en controlekinderen in de *feedback only* (FO), 1 euro, 10 euro en game conditie. wg sequentielengte staat voor het aantal eenheden dat een kind kan onthouden en reorganiseren op de visuele wg taak en is daarmee een index voor de visuele wg prestatie (uit Dovis et al., 2012).



ADHD minder worden gestimuleerd door bekrachtiging dan kinderen met een normale ontwikkeling.

Daarnaast bleken de extra bekrachtigers de werkgeheugenprestatie van kinderen met ADHD niet te 'normaliseren'; hun werkgeheugenprestatie bleef slechter dan de prestatie van kinderen met een normale ontwikkeling. De werkgeheugentekorten van kinderen met ADHD kunnen dus deels, maar niet volledig, worden verklaard door motivationele afwijkingen (zie wederom figuur 2).

Een interessante aanvulling hierop is het meer recente onderzoek van Strand et al. (2012), dat laat zien dat sterke bekrachtiging (met geld) de werkgeheugenprestaties van kinderen met ADHD even veel verbeterd als ADHD-medicatie. De combinatie van bekrachtiging en medicatie was bovendien effectiever dan bekrachtiging of medicatie afzonderlijk. Dit is in lijn met onze bevinding dat extra bekrachtigen een sterk positieve invloed kan hebben op het functioneren van kinderen met ADHD. Bovendien suggereert het dat extra bekrachtigen ook helpt als kinderen al ADHD-medicatie gebruiken.

De werkgeheugentaak duurde ruim twintig minuten. Aangezien bekend is dat de prestatie van kinderen met ADHD

abnormaal snel verslechtert naarmate een taak langer duurt, werd er ook naar het effect van de bekrachtigers op de stabiliteit van de prestatie over tijd gekeken (zie figuur 3). Met alleen feedback of met feedback en één euro verslechterde de prestatie van kinderen met ADHD sneller dan de prestatie van controlekinderen. Echter, met de sterkste bekrachtigers (tien euro en gaming) konden ze tot het einde van de taak (gedurende ruim twintig minuten) even stabiel blijven presteren als controlekinderen (zie weer figuur 3). Dit suggereert dat het abnormaal snel verslechteren van de taakprestatie van kinderen met ADHD het gevolg is van motivationele tekorten. Om stabiel te blijven presteren hebben kinderen met ADHD dan ook sterke bekrachtiging nodig.

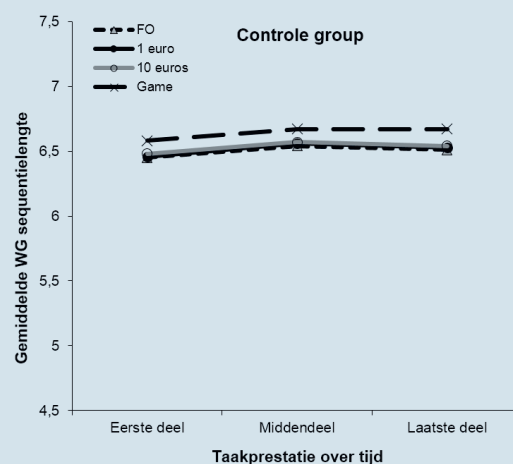
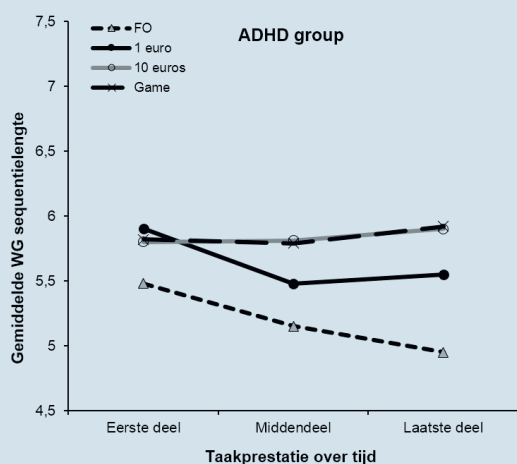
COMPONENTEN WERKGEHEUGEN

Bovenstaande studie geeft aan dat het visuele werkgeheugen van kinderen met ADHD afwijkend is, zelfs als wordt gecontroleerd voor hun motivationele tekorten. Extra motiveren verbetert weliswaar de werkgeheugenprestatie van kinderen met ADHD, maar ze blijven slechter presteren, dan kinderen met een normale ontwikkeling.

FIGUUR 3

Gemiddelde werkgeheugen (wg) sequentiellengte over tijd (verdeeld in drie delen om de veranderingen over tijd inzichtelijk te maken) van kinderen met ADHD en controlekinderen in de feedback only (FO), 1 euro, 10 euro en

game conditie. wg sequentiellengte staat voor het aantal eenheden dat een kind kan onthouden en reorganiseren op de visuele wg-taak en is daarmee een index voor de visuele wg-prestatie (uit Dosis et al., 2012)



Werkgeheugen bestaat echter uit meerdere componenten: *kortetermijngeheugen* en een *centraal executief controlesysteem* (Baddeley, 2007). Het kortetermijngeheugen maakt het mogelijk informatie gedurende een korte periode vast te houden in het geheugen. Het executieve controlesysteem stelt ons in staat de informatie in het kortetermijngeheugen te superviseren, controleren en bewerken. Als je probeert informatie vast te houden in je kortetermijngeheugen (bijvoorbeeld een boodschappenlijstje) en iemand geeft je nieuwe informatie ('je hoeft geen pindakaas te halen, maar neem in plaats daarvan jam en tandpasta mee'), dan bepaalt de kwaliteit van je executieve controlesysteem in hoeverre je in staat bent de informatie in je kortetermijngeheugen adequaat aan te passen (dus zonder dat er relevante informatie verloren gaat; iemand met een slecht functionerend executieve controlesysteem zal bijvoorbeeld boodschappen vergeten zodra het lijstje in zijn kortetermijngeheugen moet worden aangepast).

Omdat het werkgeheugen uit meerdere componenten bestaat, is het mogelijk dat tekorten in één of beide componenten de werkgeheugenproblemen van kinderen met ADHD veroorzaken. Een kind kan bijvoorbeeld vergeetachtig gedrag vertonen door een gebrek aan opslagcapaciteit (kortetermijngeheugen), door een gebrek aan controle over de opgeslagen informatie (executieve controle), of door een combinatie hiervan. Om voorlichting en behandeling beter af te stemmen op de onderliggende tekorten van kinderen met ADHD, is het van belang te achterhalen welke componenten van het werkgeheugen beperkt zijn en hoe ze worden beïnvloed door motivationele tekorten.

VERSCHILLEN TUSSEN ADHD SUBTYPEN³

Hoewel we in bovenstaande studie (Dovis et al., 2012) alleen kinderen met het gecombineerde subtype hebben onderzocht, bestaat ADHD uit meerdere subtypen. De twee meest voorkomende en valide diagnostische subtypen van ADHD zijn het gecombineerde subtype (ADHD-C) en het overwegend onoplettend subtype (ADD; kinderen met vooral aandachtsproblemen en weinig tot geen hyperactiviteit en impulsiviteit (Willcutt et al., 2012)). Deze twee subtypen worden gekenmerkt door verschillen in symptomatisch

gedrag (kinderen met ADHD-C vertonen bijvoorbeeld meer hyperactief en impulsief gedrag), geassocieerde eigenschappen (ADHD-C gaat bijvoorbeeld vaker gepaard met opstandig gedrag) en demografische kenmerken (zoals sekseratio; jongens krijgen vaker de diagnose ADHD-C; Milich et al., 2001). Het is echter onduidelijk of deze subtypen ook verschillen in de processen die ten grondslag liggen aan hun problemen. Het is bijvoorbeeld onbekend of kinderen met ADD verschillen van kinderen met ADHD-C in motivationele tekorten of in tekorten op de componenten van het visuele werkgeheugen (Willcutt et al., 2012).

In een recente studie (Dovis et al., 2015e; zie ook Dovis et al., 2013) hebben we daarom de effecten van een standaard-niveau van bekrachtiging (alleen feedback) en een hoog niveau van bekrachtiging (feedback + 10 euro) onderzocht op de prestaties van kinderen met ADD, ADHD-C en controlekinderen (leeftijd negen tot twaalf) op taken die visueel kortetermijngeheugen en executieve controle meten. Met alleen feedback presteerden beide ADHD-groepen slechter op de executieve controlemaat dan de controlegroep. Extra bekrachtiging (met 10 euro) had in geen van de groepen invloed op deze prestaties. Dit suggereert dat het executieve controlesysteem bij beide ADHD-subtypen beperkt is en dat deze beperking maar weinig beïnvloed wordt door motivationele tekorten (extra motiveren heeft weinig effect). Met alleen feedback presteerde enkel de ADHD-C groep afwijkend op de kortetermijngeheugentaak; er was geen significant verschil tussen de ADD-groep en de controlegroep. Extra bekrachtiging verbeterde de kortetermijngeheugenprestaties van beide ADHD-groepen, terwijl het in de controlegroep niet voor verbetering zorgde. Net als in de eerste studie normaliseerde extra bekrachtiging de kortetermijngeheugenprestatie van de ADHD-C groep echter niet helemaal. Deze bevindingen suggereren dat kinderen met ADD, in tegenstelling tot kinderen met ADHD-C, geen tekorten hebben in hun kortetermijngeheugen. De problemen met hun visuele werkgeheugen lijken dan ook te worden veroorzaakt door een beperkte executieve controle en een verminderde gevoeligheid voor bekrachtiging, terwijl bij kinderen met ADHD-C beperkingen in het kortetermijngeheugen ook een rol spelen.

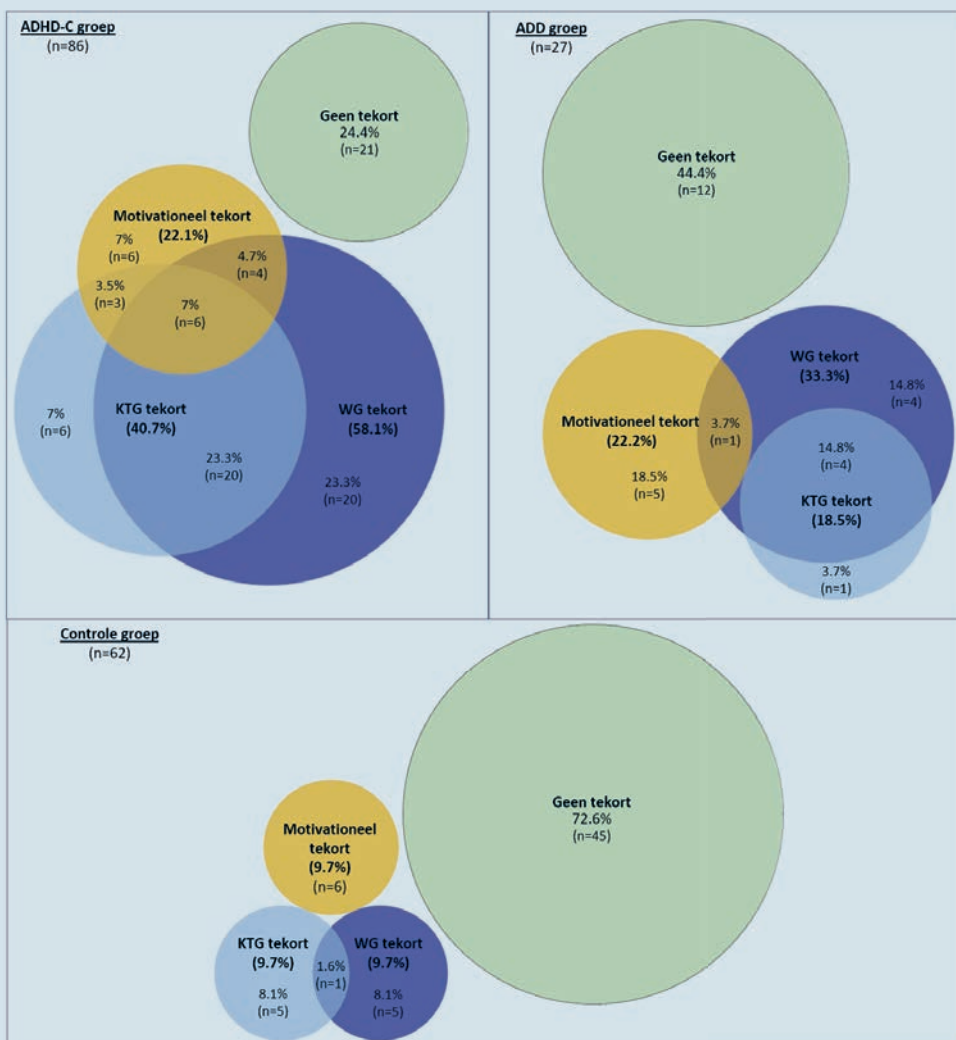
Tot slot bleek dat het effect van extra bekrachtiging in beide ADHD-groepen even groot was (de relatieve vooruitgang in prestatie als gevolg van extra bekrachtiging verschilde niet). Dit suggereert dat beide ADHD-subtypen gekenmerkt worden door een in ernst vergelijkbare verminderde gevoeligheid voor bekrachtiging (zie voor klinische implicaties de slotparagraaf).

³ Omdat we in deze onderzoeken hebben gewerkt met DSM-IV-diagnoses spreken we hier nog van 'subtypen'. Echter, omdat het klinisch beeld van een kind met ADHD kan veranderen over tijd spreekt men in DSM-5 van 'specificaties van het klinische beeld'. Hoewel de terminologie verschillend is, komen deze concepten op hetzelfde neer en zijn ze dus vergelijkbaar.

FIGUUR 4

Percentages kinderen met het gecombineerde subtype van ADHD (ADHD-C), met het overwegend onoplettend subtype van ADHD (ADD) en met een normale ontwikkeling (controlekinderen) met tekorten in visueel werkgeheugen

(WG), visueel kortetermijngeheugen (KTG) en bekrachtigingsgevoeligheid (motivationale tekort). Door afronding kan het voorkomen dat het totaal niet altijd exact op 100% uitkomt (uit Dövis et al., 2015f).



PREVALENTIE TEKORTEN IN EXECUTIEF FUNCTIONEREN EN MOTIVATIE

Hoewel bovenstaande studie (Dövis et al., 2015e) vooral gericht was op de verschillen *tussen* ADHD-subtypen, is er ook

bewijs voor heterogeniteit *binnen* de subtypen (Fair et al., 2012). Niet ieder kind dat binnen een bepaald subtype valt, zal tekorten hebben in werkgeheugen en motivatie; hoe vaak deze problemen samen voorkomen is echter onduidelijk.

Kennis hierover kan echter waardevol zijn voor onderzoek en praktijk. Het maakt voor de inhoud van voorlichting en behandeling bijvoorbeeld veel uit of een kind met ADHD problemen heeft op school door een beperkt werkgeheugen of door een gebrek aan motivatie. Een kind dat al zijn uiterste best doet extra motiveren zal bijvoorbeeld weinig effect hebben en kan mogelijk averechts werken en faalangst opwekken.

In een vervolgstudie (Dovis et al., 2015f) zijn daarom, binnen deze ADHD-subtypen, subgroepen onderscheiden gebaseerd op cognitieve (visueel werkgeheugen en kortetermijngeheugen) en motivationele tekorten. Bij kinderen met ADHD-C en kinderen met ADD werd de prevalentie en diagnostische validiteit van tekorten in visueel werkgeheugen, visueel kortetermijngeheugen en bekrachtigingsgevoeligheid onderzocht. Hierbij werden kinderen met een normale ontwikkeling als referentiegroep gebruikt (kinderen met ADHD werden als 'beperkt' geclassificeerd als zij slechter scoorden dan de tien procent slechtst scorende controlekinderen).

Aangezien onze eerdere studies lieten zien dat sterke bekrachtiging een voorwaarde is voor een valide meting van het executieve functioneren van kinderen met ADHD, werden kinderen tijdens de metingen van het werkgeheugen en het kortetermijngeheugen bekrachtigd met tien euro (het kind werd verteld dat hij/zij tien euro kon verdienen als hij/zij goed genoeg presteerde).

Uit de resultaten bleek dat tekorten in werkgeheugen en kortetermijngeheugen vaker voorkwamen bij kinderen met ADHD-C (58.1% was beperkt op werkgeheugen; 40.7% was beperkt op kortetermijngeheugen; 69% van de kinderen was beperkt op tenminste één van deze maten) dan bij kinderen met ADD (33.3% was beperkt op werkgeheugen; 18.5% was beperkt op kortetermijngeheugen; 37% was beperkt op tenminste één van deze maten – zie figuur 4). Bij kinderen met ADD kwamen tekorten in kortetermijngeheugen niet significant vaker voor dan bij controlekinderen. Slechts een

minderheid van de kinderen met ADHD had een beperkte bekrachtigingsgevoeligheid, en deze beperking kwam bij beide ADHD-subtypen even vaak voor (in beide subtypen was slechts 22% beperkt – zie wederom figuur 4). Verder was er geen significante samenhang tussen beperkingen in bekrachtigingsgevoeligheid en beperkingen in werkgeheugen en/of kortetermijngeheugen. Dit betekent dat veel kinderen met ADHD ófwel tekorten hebben in werkgeheugen/ kortetermijngeheugen, ófwel afwijkingen in motivatie.

Kinderen met ADHD-C die beperkt waren op werkgeheugen, kortetermijngeheugen en/of bekrachtigingsgevoeligheid hadden meer aandachtsproblemen, gebruikten vaker ADHD-medicatie (75% vs. 38%; dat wil zeggen in het dagelijkse leven, tijdens het testen mochten kinderen geen medicatie gebruiken) en hadden een lager IQ (99 vs. 107) dan kinderen met ADHD-C die op geen van deze maten beperkt waren. Alleen de werkgeheugen- en kortetermijngeheugenmaten hadden voldoende diagnostische validiteit om kinderen met ADHD-C te kunnen onderscheiden van controle-

Het bijhouden en naderhand inschatten van verstreken tijd vereist werkgeheugen

kinderen, met zowel een sensitiviteit als specificiteit van $\geq 70\%$ (zoals aanbevolen door Glascoe & Squires, 2007). Geen van de maten had echter voldoende diagnostische validiteit om kinderen met ADD te kunnen onderscheiden van controlekinderen, of om onderscheid te kunnen maken tussen kinderen met ADD en kinderen met ADHD-C.

De resultaten van dit onderzoek suggereren dat: (1) het merendeel van de kinderen met ADHD-C tekorten heeft in het visuele werkgeheugen; (2) kortetermijngeheugentekorten niet vaker voorkomen bij kinderen met ADD dan bij kinderen met een normale ontwikkeling; (3) in beide ADHD-subtypen een minderheid van de kinderen een verminderde gevoeligheid voor bekrachtiging heeft, en (4) dat tekorten in werkgeheugen en bekrachtigingsgevoeligheid bij kinderen met ADHD vaak niet samen voorkomen; deze tekorten kunnen dus afzonderlijk van elkaar tot hetzelfde klinische beeld leiden.

Voor de volledigheid: een ander oorzakelijk pad dat naar ADHD-gedrag zou leiden, is een afwijkende tijdsperceptie (voor overige oorzakelijke paden zie Coghill et al., 2014; Fair et al., 2012). Kinderen met een afwijkende tijdsperceptie hebben moeite met het inschatten van verstreken tijd. Dit zou naar schatting 21 tot 44% van de kinderen met ADHD betreffen (bijv. De Zeeuw et al., 2012; Sonuga-Barke et al., 2010). De kwaliteit van tijdsperceptie is echter sterk afhankelijk van het werkgeheugen (Mattel et al., 2003). Het bijhouden en naderhand inschatten van verstreken tijd vereist immers werkgeheugen. De prevalentie van afwijkingen in tijdsperceptie onder kinderen met ADHD kan dan ook alleen valide in kaart worden gebracht door te controleren voor tekorten in werkgeheugen. Dat vereist meer onderzoek.

KLINISCHE IMPLICATIES

Het is voor klinici, ouders en leerkrachten van belang zich het volgende te realiseren: er bestaat een aanzienlijke kans (tenminste 22%) dat kinderen met ADHD-C of ADD niet optimaal presteren op werkgeheugengerelateerde taken, zelfs als de omstandigheden voor kinderen met een *normale* ontwikkeling motiverend genoeg zijn om wel optimaal te presteren (denk aan reguliere motivationele omstandigheden zoals die doorgaans op school, thuis of in een ggz-instelling aanwezig zijn). Metingen van werkgeheugen-gerelateerde vaardigheden (zoals rekentoetsen, leestoetsen, werkgeheugentests en intelligentietests, zie Titz & Karbach, 2014) die zijn uitgevoerd onder reguliere motivationele omstandigheden, zullen bij kinderen met ADHD daarom in veel gevallen een vertekend beeld opleveren. Motivationele tekorten kunnen de resultaten immers negatief hebben beïnvloed. Op basis van een dergelijke meting valt dan ook weinig te zeggen over het construct dat men pretendeert te meten (zoals rekenvaardigheid, leesvaardigheid, werkgeheugen of intelligentie). Het wordt uiteraard helemaal appels met peren vergelijken als deze meting vervolgens wordt afgezet tegen prestaties van een normgroep met een normale ontwikkeling. Scores van kinderen met een potentieel lage motivatie worden dan immers vergeleken met normen die gebaseerd zijn op de prestaties van hun goed gemotiveerde leeftijdsgenoten.

Om kinderen met ADHD in staat te stellen hun cognitieve vermogens volledig te gebruiken – en een valide assessment van deze vermogens mogelijk te maken – is het belangrijk om zo veel mogelijk te motiveren, ook als het kind al ADHD-medicatie gebruikt. Daartoe kan men onder andere gebruik maken van een beloning(systeem) en gamificatie

(zie kader 1). Gamificatie is het gebruik van spelmethoden om taken aantrekkelijker te maken. Zoals het toevoegen van wedstrijd-elementen (het kind kan bijvoorbeeld worden uitgedaagd om binnen een bepaalde tijd een klein aantal sommen foutloos te maken, na zo'n 'sprintje' kan het dan feedback krijgen op de prestatie), een aantrekkelijke context (zoals inbedding in een aansprekend verhaal) of een aantrekkelijk doel (een goed cijfer kan bijvoorbeeld een trofee/sticker of privilege opleveren).⁴

Dat een sterk bekrachtigde meting een beter beeld geeft van de optimale vermogens van een kind met ADHD, betekent overigens niet dat een meting onder reguliere motivationele omstandigheden geen waarde heeft. Een reguliere meting zal bijvoorbeeld een betere voorspeller zijn van het huidige dagelijkse functioneren van een kind dan een sterk bekrachtigde meting (thuis en op school zal namelijk vooral reguliere feedback worden gegeven). Op zichzelf staand zal een reguliere meting daarmee echter weinig nieuwe informatie opleveren. Ouders, leerkrachten en hulpverleners weten immers al hoe het kind in het dagelijkse leven functioneert, daarom heeft het de diagnose ADHD gekregen. In hoeverre het functioneren van het kind nog kan verbeteren, dat is nieuwe informatie, en kan worden voorspeld door een sterk bekrachtigde meting af te zetten tegen een reguliere meting. Het verschil tussen deze twee metingen zou namelijk een index kunnen zijn voor het risico op onderpresteren (een groter verschil tussen de metingen betekent een groter risico op onderpresteren) en geeft daarmee inzicht in de potentie van het gebruik van motivatieversterkende interventies in het dagelijkse leven, zoals beloningssystemen en gamificatie (zie verder kader 1).

Echter, zelfs als kinderen met ADHD optimaal gemotiveerd zijn, zal een meerderheid van de kinderen met ADHD-C, en ruim een derde van de kinderen met ADD, nog steeds beperkingen laten zien op werkgeheugen-gerelateerde taken. Deze beperkingen kunnen worden gecompenseerd door technieken in te zetten om het werkgeheugen te ontlasten, zoals het bieden van reminders en een gestructureerde omgeving (zie weer kader 1).

Verder lijkt het kortetermijngeheugen van kinderen met ADD niet beperkt. Dit suggereert dat de werkgeheugen-gerelateerde problemen van kinderen met ADD vooral veroorzaakt worden door beperkingen in het centraal executieve controlesysteem. De beperkingen in dit systeem voorkomen

4 Zie www.oefenweb.nl voor een goede digitale gamificatie van schoolse taken.

KADER 1. TECHNIEKEN OM KINDEREN MET ADHD ZO GOED MOGELIJK TE LATEN FUNCTIONEREN

ONTLASTEN VAN HET WERKGEHEUGEN

- Is het kind afgeleid? Help hem herinneren waarmee hij bezig was en wat hij nog moet doen om zijn doel te bereiken;
- Deel taken op in haalbare stappen (laat het kind bijvoorbeeld steeds drie sommen maken in plaats van alle sommen tegelijk). Geef na iedere stap feedback en vertel het kind wat de volgende stap is;
- Bied structuur (zet het lesprogramma bijvoorbeeld per dagdeel op het bord) en zorg dat het kind zich niet onnodig hoeft aan te passen aan nieuwe omstandigheden;
- Zorg dat alle spullen een vaste plaats hebben. Het kind hoeft dan niet te onthouden waar het zijn spullen heeft gelegd;
- Gebruik een to-do lijst (bijvoorbeeld op een whiteboard). Neem deze lijst dagelijks op vaste momenten door en houd de lijst up-to-date (streep door en vul aan);
- Spreek kort en bondig. Begin met de kernboodschap;
- Ben je lang van stof? Zorg dan dat je veel herhaalt en samenvat;
- Herhaal in de klas dagelijks de regels en hang ze in het zicht. Maak ook duidelijk wanneer regels van kracht zijn (bijvoorbeeld met gekleurd bordjes: groen = praten mag, oranje = zachtjes overleggen, rood = stilte);
- Omschrijf zo concreet mogelijk welk gedrag je wél wilt zien. Als je alleen benoemt welk gedrag je niet wilt zien ('houd daarmee op') dan moet het kind zelf bedenken wat het gewenste gedrag zou kunnen zijn en dat vereist werkgeheugen;
- Stoor het kind zo min mogelijk als het aan het werk is (beheers je eigen impulsen);
- Geef het kind een notitieblokje. Dit kan fungeren als extern werkgeheugen. Als het kind zijn gedachten kan opschrijven hoeft hij anderen minder in de rede te vallen;
- Negeer trillen en draaien (indien niet erg storend) en zorg ervoor dat het kind regelmatig kan bewegen (zie noot 2);
- Zorg dat het kind voldoende slaapt en behandel slaapproblemen. Veel kinderen met ADHD hebben slaapproblemen. Dit heeft een negatieve invloed op hun werkgeheugen;
- Leer het kind om altijd achterom te kijken voordat hij een vertrek verlaat. Pas dan wordt hij zich bewust van de rommel die hij achterlaat (zoals rommel in de keuken) of van de spullen die hij anders zou zijn vergeten (zoals gymspullen).

MOTIVEREN

- Gebruik een beloningssysteem. Hang dat in het zicht en omschrijf het gewenste gedrag zo concreet mogelijk. Gebruik daarbij directe beloningen (zoals stickers), dagelijkse beloningen (bijv. na vijf directe beloningen mag het kind met ouders een spelletje doen) en wekelijkse beloningen (bijv. als het kind in één week vijf dagelijkse beloningen heeft behaald mag het een cadeautje uitzoeken);
- Geef sowieso onmiddellijk en veel positieve bekrachtiging (complimenten, duim opsteken, bedankjes) voor alles wat in de buurt komt van het gewenste gedrag. Om de verminderde bekrachtigingsgevoeligheid te compenseren mag het bekrachtigen best worden overdreven, mits het voor het kind geloofwaardig blijft;
- Benoem zo concreet mogelijk waarvoor het kind positief bekrachtigd wordt (bijv.: 'wat lief dat je de vuilniszak naar de container hebt gebracht'). Het kind leert dan sneller welk gedrag het moet vertonen om een beloning te krijgen. Doe geen afbreuk aan de positieve bekrachtiging door ook op het negatieve gedrag in te gaan (bijv.: 'wat lief van je, alleen wel jammer dat ik het eerst tien keer moest vragen');
- Maak taken (zoals schoolwerk) zo aantrekkelijk mogelijk. Gebruik daarvoor gamificatie (zie voorbeelden in de paragraaf over klinische implicaties) en educatieve games;
- Maak alternatieven voor het gewenste gedrag minder aantrekkelijk, minder zichtbaar en minder bereikbaar. Zet tafeltjes in de klas tijdens individuele opdrachten bijvoorbeeld naast elkaar en niet in groepjes (het verschuiven van de tafeltjes is overigens direct een mooie energizer), plaats het kind met ADHD voor in de klas, dicht bij de leerkracht en omring hem met de braafste kinderen van de klas.

mogelijk dat de informatie in hun intacte kortetermijngeheugen efficiënt gebruikt kan worden, waardoor er werkgeheugenproblemen ontstaan. Om de werkgeheugen-gerelateerde problemen van kinderen met ADD te verminderen, lijkt het daarom vooral belangrijk om de gestelde eisen aan het executieve controlesysteem zo laag mogelijk te houden. Bijvoorbeeld door kinderen slechts één taak per keer aan te bieden, door korte en eenvoudige instructies te geven en door hen zo min mogelijk te storen als ze aan het werk zijn (zie weer kader 1). Dergelijke technieken om het werkgeheugen te ontlasten, zijn uiteraard ook van belang voor kinderen met ADHD-C; bij hen lijken immers zowel het executieve controlesysteem als het kortetermijngeheugen beperkt.

Bovenstaande aanbevelingen sluiten aan bij de effectiviteit van bestaande ouder- en leerkrachttrainingen (zie voor een Nederlandstalig protocol Van der Veen-Mulders & Van den Hoofdakker, 2011; Hinfelaar & Ten Brink, 2012). Tijdens deze evidence-based ADHD-interventies (Evans et al., 2014) leren ouders en leerkrachten gebruik te maken van technieken om het werkgeheugen te ontlasten en om beloningssystemen in te zetten om de gedragsproblemen van kinderen met ADHD te verminderen. Het is aan te bevelen om de theoretische rationale achter deze technieken uitvoerig aan ouders en leerkrachten uit te leggen (bijv. aan de hand van dit artikel); in onze ervaring vergroot dit het inzicht in de stoornis, het begrip voor het kind en de effectiviteit van de therapie.

Tot slot zouden we (nog) niet aanraden om werkgeheugenmaten en motivatiematen te gebruiken als methode om vast te stellen of een kind ADHD heeft (de combinatie van werkgeheugen en motivationele scores kon 'slechts' 80% van de kinderen met en zonder ADHD-C correct classificeren). Echter, de bevinding dat veel kinderen met ADHD ófwel tekorten in werkgeheugen, ófwel afwijkingen in motivatie laten zien, geeft aan dat de assessment van deze domeinen waardevol kan zijn voor de klinische praktijk. Het suggereert namelijk dat ADHD-symptomen bij een deel van deze kinderen voortkomen uit tekorten in werkgeheugen, terwijl dezelfde symptomen bij een ander deel van de kinderen met ADHD het gevolg zijn van motivationele beperkingen. Om goede, op maat gemaakte voorlichting en behandeling mogelijk te maken, is het daarom belangrijk de oorzaak van de ADHD-problemen van ieder kind individueel te bepalen. Ook bij dergelijke diagnostiek is het uiteraard essentieel om kinderen met ADHD sterk te motiveren. Momenteel zijn wij daarom bezig een vergamede test van werkgeheugen en motivatie voor kinderen met ADHD geschikt te maken voor de klinische praktijk.

CASUS: KIND MET ADHD, DEEL 2

(Tip: lees deel 1 van de casus opnieuw en bedenk hoe het gedrag van Bart kan worden verklaard en hoe dat aan ouders kan worden uitgelegd.)

De ouders van Bart hebben zojuist psycho-educatie over ADHD gehad. Na de uitleg over de interactie tussen executief functioneren en motivatie begrijpen ze beter waar het gedrag van Bart vandaan komt en hoe ze daarmee kunnen omgaan. Ouders herkennen vooral zijn tekorten in werkgeheugen. 'Wat erg! Ik dacht dat hij het expresse deed, maar als hij zoveel moeite heeft om zijn gedachten op een rijtje te houden is het eigenlijk heel logisch dat hij voor zijn beurt praat, hardop denkt en halverwege het aankleden de draad kwijt raakt.' Het idee dat Bart bewegelijk is om beter bij de les te blijven is voor de ouders een eyeopener. 'Zijn leerkracht zou zich dus niet moeten irriteren aan zijn gewiebel. Hij zou zich zorgen moeten maken als hij stil zit. Ik ga morgen meteen met de leerkracht praten. Het is vast mogelijk om Bart op een minder storende manier te laten bewegen.'

Barts ouders raken enthousiast en komen zelf ook met hypothesen: 'Dat hij anderen de schuld geeft als hij iets kwijt is, is eigenlijk ook niet gek. Hij is vast vergeten dat hij het zelf in zijn handen heeft gehad.' Tot slot zien zijn ouders ook het belang van extra motiveren (hoewel motivatieproblemen volgens hen een kleinere rol spelen dan werkgeheugenproblemen). Dit zal het voor Bart onder andere gemakkelijker maken om bij de les te blijven, zodat hij zijn werk op tijd kan afmaken.

Over twee weken starten ze met een oudercursus en de psycholoog zal een skype-afpraak maken met de leerkracht. Medicatie stellen ze nog even uit.

OVER DE AUTEURS⁵

Dr. Sebastiaan DAVIS is psycholoog, postdoctoraal onderzoeker en docent bij de afdeling Ontwikkelingspsychologie van de Universiteit van Amsterdam (UvA). Daarnaast is hij binnen dezelfde universiteit als docent verbonden aan de afdeling informatica waar hij het vak 'Psychology of effective gaming' heeft ontwikkeld en doceert. Verder ontwikkelde hij diverse psychologische tests en trainingen en geeft hij door het hele land lezingen over ADHD, voor ouders, leerkrachten en hulpverleners (zie opvoeddesk.nl). Zijn expertises zijn ADHD bij kinderen en volwassenen, executief functioneren, motivatie, braintraining, gamificatie en assessment

(zie verder sebastiaandovis.com). Prof. dr. Saskia van der Oord is universitair hoofddocent bij de onderzoeksgroep Klinische Psychologie van de KU Leuven en geassocieerd aan de afdeling ontwikkelingspsychologie van de UvA. Prof. dr. Reinout W. Wiers is hoogleraar Ontwikkelingspsychopathologie aan de UvA en faculteitshoogleraar bij de Faculteit Maatschappij en Gedragswetenschappen aan dezelfde universiteit. Prof. dr. Pier Prins is emeritus hoogleraar Klinische Kinder- en Jeugdpsychologie aan de UvA.

Sebastiaan DAVIS is contactpersoon aangaande dit artikel. Clinici die meer willen weten over de vergamede test kunnen ook contact opnemen met hem. Email: S.Dovis@uva.nl.

- 5 De auteurs danken Daniëlle Span voor haar nuttige suggesties. Verder hadden de onderzoeken in dit artikel niet kunnen worden uitgevoerd zonder de hulp van Jasper Wijnen, ontwerpstudio Shosho, tientallen studenten en de volgende GGz instellingen en scholen: GGz instellingen: Jeugdriagg Noord Holland Zuid (nu Kenter Jeugdhulp); GGz Noord Holland Noord (Centrum voor Kinder- en Jeugdpsychiatrie), GGZ centraal, Lucertis, Dokter Bosman, Stichting De Praktijk, Stichting Kram, PuntP, UvA Minds & kinderpraktijk VIS. Scholen: OBS Het Eiland (Zaandam), De Komeet (Krommenie), KBS Panta Rhei (Almere), Montessorischool De Meidoorn (Amsterdam), OBS De Theo Thijssenschool (Amsterdam), OBS Toermalijn (Castricum), OBS De Weidevogel (Amsterdam), OBS De Witte Olifant (Amsterdam), De Dr. E. Boekmanschool (Amsterdam), OBS Jules Verne (Alkmaar), PCBS Van der Bruggenschool (Huizen), Montessorischool De Boog (Nieuw-Vennep), De Willemsparkschool (Amsterdam). Tot slot danken wij alle kinderen, ouders, verzorgers, broertjes en zusjes en grootouders die bereid waren om deel te nemen aan onze studies.

Summary

EXECUTIVE FUNCTIONING AND MOTIVATION IN ADHD

S. DOVIS, S. VAN DER OORD, R.W. WIERS & P.J.M. PRINS

ADHD symptoms are proposed to result from deficits in executive functioning (EF) and motivation. We discuss reinforcement effects on the assessment of working memory (the EF considered most impaired in ADHD) and its components (short-term memory and the central executive). Conclusions: (1) both executive- and motivational deficits give rise to the working memory (WM) problems of children with ADHD, (2) within both the combined subtype (ADHD-C) and the inattentive subtype of ADHD (ADD) 22% of children have motivational deficits, (3) 69% of children with ADHD-C and 37% of children with ADD are impaired on WM, (4) only children with ADHD-C are impaired on short-term memory, (5) WM and motivation represent independent neuropsychological domains, and (6) problems with task-persistence in ADHD-C result from motivational deficits.

Literatuur

- Alloway, T., Gathercole, S.E., Kirkwood, H. & Elliott, J. (2009). The cognitive and behavioral characteristics of children with low working memory. *Child Development*, 80(2), 606-621.
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed.). Arlington, VA: American Psychiatric Association.
- Baddeley, A.D. (2007). *Working memory, thought and action*. Oxford: Oxford University Press.
- Barkley, R.A. (2006). *Attention-deficit hyperactivity disorder. A handbook for diagnosis and treatment* (3d ed.). New York: Guilford Press.
- Barkley, R.A., Murphy, K.R. & Fischer, M. (2008). *ADHD in Adults. What the Science Says*. New York: Guilford Press.
- Boyer, B.E., De Vries, M. & DAVIS, S. (2016). Tekorten in Executieve Functies. In P. Snellings & M. Zeguers (Eds.), *Interventies in het Onderwijs: Leerproblemen* (2^e ed.). Den Haag: Boom Lemma.
- Burgess, G.C., Depue, B.E., Ruzic, L., Willcutt, E.G., Du, Y.P. & Banich, M.T. (2010). Attentional control activation relates to working memory in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Biological Psychiatry*, 67(7), 632-40.
- Coghill, D.R., Seth, S. & Matthews, K. (2014). A comprehensive assessment of memory, delay aversion, timing, inhibition, decision making and variability in attention deficit hyperactivity disorder: advancing beyond the three-pathway models. *Psychological Medicine*, 44(09), 1989-2001.
- Crichton, A. (1798). *An inquiry into the nature and origin of mental derangement: Comprehending a concise system of the physiology and pathology of the human mind and a history of the passions and their effects*. London, England: T. Cadell Hr. & W. Davies. (Reprinted by AMS Press, New York, 1976).
- Davis, S., Agelink van Rentergem J. & Huizenga H.M. (2015a). Does Cogmed Working Memory Training Really Improve Inattention in Daily Life? A Reanalysis [Letter to the editor]. *PLOS ONE*, 10 (3), e85992.
- Davis, S., Agelink van Rentergem J. & Huizenga H.M. (2015b). Does brain training really help ADHD? *New Scientist*, 3031, 54.
- Davis, S., Agelink van Rentergem J. & Huizenga H.M. (2015c). Response to the Correction by Spencer-Smith and Klingberg: Unaddressed Concerns [Letter to the editor]. *PLOS ONE*, 10 (3), e86579.
- Davis, S., Van der Oord, S., Boendermaker W.J. & Prins, P.J.M. (2014). *Chessboardtask D. Theoretical Background and Parameters*. Amsterdam: University of Amsterdam.
- Davis, S., Van der Oord, S., Huizenga, H.M., Wiers, R.W. & Prins, P.J.M. (2015f). Prevalence and diagnostic validity of motivational impairments and deficits in visuospatial short-term memory and working memory in ADHD subtypes. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 24(5), 575-590.
- Davis, S., Van der Oord, S., Wiers, R.W. & Prins, P.J.M. (2015e). ADHD Subtype Differences in Reinforcement Sensitivity and Visuospatial Working Memory. *Journal of Clinical Child & Adolescent Psychology*, 44(5), 859-874.
- Davis, S., Van der Oord, S., Wiers, R.W. & Prins, P.J.M. (2012). Can motivation normalize working memory and task persistence in children with attention-deficit/hyperactivity disorder? The effects of money and computer-gaming. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 40(5), 669-681.
- Davis, S., Van der Oord, S., Wiers, R.W. & Prins, P.J.M. (2015d). Improving Executive Functioning in Children with ADHD: Training Multiple Executive Functions within the Context of a Computer

- Game. A Randomized Double-Blind Placebo Controlled Trial. *PLOS ONE*, 10(4), e0121651.
- Dovis, S., Van der Oord, S., Wiers, R.W. & Prins, P.J.M. (2013). What Part of Working Memory is not Working in ADHD? Short-Term Memory, the Central Executive and Effects of Reinforcement. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 41(6), 901-917. doi:10.1007/s10802-013-9729-9
- Evans, S.W., Owens, J.S. & Bunford, N. (2014). Evidence-Based Psychosocial Treatments for Children and Adolescents with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Journal of Clinical Child & Adolescent Psychology*, 43(4), 527-551.
- Fair, D.A., Bathula, D., Nikolas, M.A. & Nigg, J.T. (2012). Distinct neuropsychological subgroups in typically developing youth inform heterogeneity in children with ADHD. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109(17), 6769-74.
- Faraone, S.V., Asherson, P., Banaschewski, T., Biederman, J., Buitelaar, J.K. et al. (2015). Attention-deficit/hyperactivity disorder. *Nature Reviews Disease Primers*, 1, 15020.
- Glascow, F.P. & Squires, J. (2007). Issues with the new developmental screening and surveillance policy statement. *Pediatrics*, 119, 861-863.
- Haenlein, M. & Caul, W.F. (1987). Attention Deficit Disorder with Hyperactivity: A Specific Hypothesis of Reward Dysfunction. *Journal of American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 26(3), 356-362.
- Hinfelaar, M.L. & Ten Brink, E. (2012). Een nieuw koers. Effectieve aansturing van kinderen met ADHD in het (basis- en voorgezet) onderwijs. Amsterdam: Pearson.
- Kofler, M.J., Rapport, M.D., Bolden, J., Sarver, D.E., Raiker, J.S. & Alderson, R.M. (2011). Working memory deficits and social problems in children with ADHD. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 39(6), 805-817.
- Logan, G.D., Schachar, R.J. & Tannock, R. (1997). Impulsivity and Inhibitory Control. *Psychological Science*, 8(1), 60-64.
- Luman, M., Tripp, G. & Scheres, A. (2010). Identifying the neurobiology of altered reinforcement sensitivity in ADHD: a review and research agenda. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 34(5), 744-754.
- Ma, I., van Duivenvoorden, A. & Scheres, A. (2016). Interaction between reinforcement and inhibitory control in ADHD: a review and research guidelines. *Clinical Psychology Review*, 44, 94-111.
- Martinussen, R., Hayden, J., Hogg-Johnson, S. & Tannock, R. (2005). A meta-analysis of working memory impairments in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 44(4), 377-384.
- Matell, M.S., Meck, W.H. & Lustig, C. (2003). Not "just" a coincidence: Frontal-striatal interactions in working memory and interval timing. *Memory*, 13(3/4), 441-448.
- Milich, R., Balentine, A.C. & Lynam, D.R. (2001). ADHD combined type and ADHD predominantly inattentive type are distinct and unrelated disorders. *Clinical Psychology: Science and Practice*, 8, 463-488.
- Nikolas, M.A. & Burt, S.A. (2010). Genetic and environmental influences on ADHD symptom dimensions of inattention and hyperactivity: A meta-analysis. *Journal of Abnormal Psychology*, 119(1), 1-17.
- Raiker, J.S., Rapport, M.D., Kofler, M.J. & Sarver, D.E. (2012). Objectively-Measured Impulsivity and Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD): Testing Competing Predictions from the Working Memory and Behavioral Inhibition Models of ADHD. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 40(5), 699-713.
- Rapport, M.D., Chung, K.M., Shore, G. & Isaacs, P. (2001). A conceptual model of child psychopathology: implications for understanding attention deficit hyperactivity disorder and treatment efficacy. *Journal of Clinical Child Psychology*, 30(1), 48-58.
- Sagvolden, T., Johansen, E.B., Aase, H. & Russell, V.A. (2005). A dynamic developmental theory of attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) predominantly hyperactive/impulsive and combined subtypes. *The Behavioral and Brain Sciences*, 28, 397-419.
- Sarver, D.E., Rapport, M.D., Kofler, M.J., Raiker, J.S. & Friedman, L.M. (2015). Hyperactivity in Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD): Impairing Deficit or Compensatory Behavior? *Journal of Abnormal Child Psychology*, 43(7), 1219-1232.
- Sergeant, J.A., Oosterlaan, J. & Van der Meere, J. (1999). Information Processing and Energetic Factors in Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. In H.C. Quay & A.E. Hogan (Eds.), *Handbook of disruptive behavior disorders* (pp. 75-104). New York: Kluwer Academic/ Plenum Publishers.
- Slusarek, M., Velling, S., Bunk, D. & Eggers, C. (2001). Motivational effects of inhibitory control in children with ADHD. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 40(3), 355-363.
- Sonuga-Barke, E.J.S. (2011). Editorial: ADHD as a reinforcement disorder - moving from general effects to identifying (six) specific models to test. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, 52, 917-918.
- Sonuga-Barke, E.J.S., Bitsakou, P. & Thompson, M. (2010). Beyond the Dual Pathway Model: Evidence for the Dissociation of Timing, Inhibitory, and Delay-Related Impairments in Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 49(4), 345-355.
- Strand, M.T., Hawk, L.W., Bubnik, M., Shiels, K., Pelham, W.E. & Waxmonsky, J.G. (2012). Improving working memory in children with attention-deficit/hyperactivity disorder: the separate and combined effects of incentives and stimulant medication. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 40(7), 1193-1207.
- Titz, C. & Karbach, J. (2014). Working memory and executive functions: effects of training on academic achievement. *Psychological Research*, 78(6), 852-868.
- Van der Veen-Mulders, L. & Van den Hoofdakker, B.J. (2011). BPTG: Behavioral Parent Training Groningen for children with ADHD-group format. Groninger gedragstherapeutische oudertraining voor kinderen met ADHD-groepsvariant. Groningen: Accare Universitair Centrum.
- Volkow, N.D., Wang, G.-J., Newcorn, J.H., Kollins, S.H., Wigal, T.L. et al. (2011). Motivation deficit in ADHD is associated with dysfunction of the dopamine reward pathway. *Molecular Psychiatry*, 16(11), 1147-1154.
- Willcutt, E.G., Nigg, J.T., Pennington, B.F., Solanto, M.V., Rohde, L.A. et al. (2012). Validity of DSM-IV attention deficit/hyperactivity disorder symptom dimensions and subtypes. *Journal of Abnormal Psychology*, 121(4), 991-1010.
- Zeeuw, P. de, Weusten, J., Dijk, S. van., Belle, J. van & Durston, S. (2012). Deficits in cognitive control, timing and reward sensitivity appear to be dissociable in ADHD. *PloS One*, 7, e51416.