

ADHD and Inhibition Control, an experimental study

ADHD en Inhibitie Controle, een experimentele studie

Julia Davids

Studentnummer: s3128318

Afdeling Psychologie, Rijksuniversiteit Groningen

PSB3N-BT15 Bachelor These
Group number: BT 2021-2-24

Begeleider: dr. N.A. Börger

Tweede beoordelaar: dr. Y. Groen

In samenwerking met: Keylie Knegt

Mei 2022

Een scriptie is een proeve van bekwaamheid voor studenten. De goedkeuring van de scriptie is het bewijs dat de student over voldoende onderzoeks- en rapportagevaardigheden beschikt om af te studeren, maar biedt geen garantie voor de kwaliteit van het onderzoek en de resultaten van het onderzoek als zodanig, en de scriptie is daarom niet per se geschikt als academische bron om naar te verwijzen. Als u meer wilt weten over het in deze scriptie besproken onderzoek en de daarop gebaseerde publicaties waarnaar u zou kunnen verwijzen, neem dan contact op met de genoemde begeleider.

Abstract

The aim of this study is to investigate the relationship between the degree of ADHD symptoms and the degree of executive functions, in particular inhibition, in students. To investigate this, 31 students at the University of Groningen completed the CAARS and EFI self-report questionnaires to measure ADHD symptoms and executive functions. An experimental study was then conducted in which the students performed Diamonds Animals and Heart and Flower reaction time tasks that measure executive functions and, specifically, inhibition. Results from the questionnaires and reaction time tasks were compared. Expectations are that (1) students with higher degrees of ADHD symptoms according to the CAARS show more deficits in inhibition as measured by the EFI and that (2) students with a greater degree of ADHD symptoms according to the CAARS, perform poorer according to the inhibition measures of the reaction time tasks. The third and final expectation is that (3) students with more problems in inhibition measured by the EFI also show more problems with inhibition on the reaction time tasks, this is investigated to validate the reaction time tasks. The findings in this study are partly in line with expectations. On the one hand, students with more ADHD symptoms had more deficits in executive functions. On the other hand, the degree of ADHD symptoms was not associated with inhibition in the reaction time tasks. A worse level of the executive function impulse control was associated with poorer inhibition on reaction time tasks. This research has provided a better picture of inhibition limitations in students with a high degree of ADHD symptoms, which contributes to the dimensional approach to ADHD.

Keywords: executive functions, ADHD, Inhibition

Samenvatting

Het doel van dit onderzoek is om bij studenten de relatie te onderzoeken tussen de mate van ADHD-symptomen en de mate van executieve functies, in het bijzonder inhibitie. Om dit te onderzoeken zijn bij 31 studenten aan de Rijksuniversiteit Groningen de CAARS en EFI zelfrapportage vragenlijsten afgenomen om de ADHD-symptomen en executieve functies in beeld te brengen. Vervolgens is een experimenteel onderzoek uitgevoerd waarbij de studenten de Dieren en Hart- en Bloem reactietijdtaken van Diamond – die executieve functies en in het bijzonder inhibitie meten – uitvoerden. De verwachtingen zijn dat (1) studenten met een grotere mate van ADHD-symptomen volgens de CAARS meer gebreken laten zien in inhibitie zoals gemeten met de EFI en dat (2) studenten met een grotere mate van ADHD-symptomen volgens de CAARS minder goed presteren volgens de inhibitiematen van de reactietijdtaken. De derde en laatste verwachting is dat (3) studenten met meer problemen in inhibitie gemeten met de EFI tevens meer problemen met inhibitie op de reactietijdtaken laten zien, dit wordt onderzocht ter validatie van de reactietijdtaken. De bevindingen in dit onderzoek zijn gedeeltelijk in lijn met de verwachtingen. Aan de ene kant hadden studenten met meer ADHD-symptomen meer gebreken in executieve functies. Aan de andere kant was de mate van ADHD-symptomen niet geassocieerd met inhibitie in de reactietijdtaken. Een slechter niveau van de executieve functie van impulscontrole was geassocieerd met een slechtere inhibitie op de reactietijdtaken. Door dit onderzoek zijn de beperkingen in inhibitie bij studenten met een grote mate van ADHD-symptomen beter in beeld gebracht wat bijdraagt aan de dimensionele benadering van ADHD.

Trefwoorden: executieve functies, ADHD, Inhibitie

ADHD en Executieve Functies, een experimentele studie

Er is veel onderzoek gedaan naar ADHD (*Attention Deficit Hyperactivity Disorder*) bij kinderen, maar ADHD bij volwassenen is minder uitgebreid onderzocht. Het is belangrijk om de karakteristieken van ADHD bij volwassenen goed in kaart te brengen, want de karakteristieken van ADHD bij volwassenen kunnen verschillen van de karakteristieken van ADHD bij kinderen.

Volgens de DSM-5 wordt ADHD gekenmerkt door de drie hoofdkenmerken (onoplettendheid, overbeweeglijkheid en impulsiviteit) die niet te verklaren zijn door het ontwikkelingsniveau waar de patiënt zich in bevindt (American Psychiatric Association, 2013). Het eerste kenmerk, onoplettendheid, manifesteert zich in het dagelijks leven door weinig aandacht geven aan details, gebrekkige aandacht bij activiteiten, snel afgeleid zijn in conversaties en moeite hebben met het afmaken en organiseren van taken. Verder vermijden mensen met ADHD dikwijls taken waar mentale inspanning voor vereist is; zo stellen kinderen schoolwerk uit en schuiven volwassenen het opstellen van rapporten op de lange baan. Mensen met ADHD verliezen vaak spullen en zijn eenvoudig afgeleid door externe stimuli. Bij kinderen moet gedacht worden aan aanwijsbare stimuli zoals voorbijvliegende vogels en bij volwassenen aan niet aanwijsbare stimuli zoals afleidende gedachten. Tevens is vergeetachtigheid gedurende alledaagse activiteiten een frequent optredend verschijnsel/symptoom bij deze mensen.

Het tweede kenmerk van ADHD, overbeweeglijkheid, wordt gekenmerkt door lichamelijke onrust, zoals vingertikken, niet stil kunnen zitten en overmatig praten. Deze hyperactiviteit kan zich verschillend uiten bij kinderen en volwassenen. Kinderen hebben moeite om voor langere tijd stil te zitten en rennen vaak rond wanneer hen gevraagd wordt om dat niet te doen, bij volwassenen beperkt de hyperactiviteit zich voornamelijk tot een gevoel van rusteloosheid.

Het derde kenmerk van ADHD, impulsiviteit, refereert aan ondoordachte acties.

Mensen met ADHD hebben moeite met op hun beurt wachten en onderbreken vaak anderen in een gesprek. Waar impulsiviteit bij kinderen kan leiden tot plotselinge woede-uitbarstingen, zorgt het bij volwassenen bijvoorbeeld voor impulsaankopen.

Hoewel de DSM-5 een categoriale verdeling van aandoeningen weergeeft, kan ADHD het beste dimensioneel worden benaderd (Bitto et al., 2017). Met dimensioneel wordt bedoeld dat ADHD-symptomen in de populatie in meer of mindere mate voor kunnen komen. Veel onderzoek ondersteunt dat ADHD bij kinderen op een dimensionele schaal staat (Marcus & Berry, 2011), maar het onderzoek van Bitto en collega's (2017) laat zien dat ADHD bij volwassenen ook dimensioneel is. Het niveau van de ADHD-symptomen werd in dit onderzoek gemeten met de *ADHD Self-Report Scale (ADHD-SR)*. Uit een factoranalyse bleek dat er geen duidelijk *cut-off point* aan te wijzen was vanaf waar mensen de diagnose ADHD kregen. Geconcludeerd werd dat er geen duidelijke grenzen zijn tussen mensen met en zonder ADHD en dat ADHD kan worden gezien als een extreme vorm van normaal gedrag.

ADHD-klachten hangen samen met beperkingen in executieve functies. Executieve functies is een breed begrip dat meerdere mentale *top-down* processen omvat. Er is een opdeling in de drie belangrijkste kern executieve functies: inhibitie, werkgeheugen en cognitieve flexibiliteit (Diamond, 2013). De eerste belangrijke executieve functie, inhibitie, gaat over de remming van impulsen van een persoon. Inhibitie zorgt ervoor dat men controle heeft over diens aandacht, gedrag, gedachten en emoties. Door inhibitie controle is selectieve aandacht mogelijk en worden irrelevante stimuli gefilterd. Ook irrelevante interne stimuli, zoals mentale representaties, kunnen dankzij inhibitie worden genegeerd. Een ander aspect van inhibitie is zelfcontrole, ofwel de controle over gedachten en emoties. Door zelfcontrole kan men bedachtzaam handelen in plaats van impulsief en is men in staat om verleidingen te weerstaan.

De tweede belangrijke executieve functie, werkgeheugen, is de toestand van het brein waarbij de informatie die op dat moment gebruikt wordt actief is. Werkgeheugen kan worden opgedeeld in non-verbaal en visueel-ruimtelijk, en is belangrijk voor informatieverwerking, redeneren en creatieve denkprocessen. De derde belangrijke executieve functie is cognitieve flexibiliteit; deze functie bouwt voort op inhibitie en werkgeheugen en gaat over het aanpassingsvermogen van het brein. Dankzij cognitieve flexibiliteit kan men objecten vanuit verschillende perspectieven zien. Ook is het belangrijk voor het probleemoplossend vermogen, omdat men op verschillende manieren een oplossing kan zoeken.

Beperkingen in executieve functies van mensen met ADHD zijn uitgebreid onderzocht in een meta-analyse van Willcut en collega's (2005) waarbij 83 klinische studies naar ADHD en executieve functies zijn gebruikt. Gevonden werd dat de grootste beperkingen van ADHD aanwezig zijn in inhibitie, werkgeheugen, besluitvorming en planning. Beperkingen in inhibitie waren het meest prominent aanwezig en werden gemeten door *Stop-Signal Reaction Time* testen. Proefpersonen lieten eveneens beperkingen zien in werkgeheugen, gemeten met zowel verbale als spatiale taken zoals *Working Memory Sentence Spannen Digit Backward* en *Self-ordered pointing* en *CANTAB Spatial Working Memory*. Mensen met ADHD lieten in mindere mate beperkingen zien in cognitieve flexibiliteit (*Wisconsin Card Sorting Test* en *Trail Making Test*).

In dit onderzoek wordt de relatie tussen inhibitie en ADHD onderzocht. Inhibitie speelt een grote rol in het dagelijks leven (Diamond, 2013). Inhibitie is het vermogen om aandacht, gedrag en/of emoties te beheersen en daarmee interne of externe verleidingen te weerstaan, en in plaats daarvan te doen wat gepast of fatsoenlijk is in een situatie. Een belangrijk aspect van inhibitie is interferentie controle, dat men in staat stelt om zich op een ding te focussen en andere stimuli te negeren. Dit kan gaan om externe stimuli, zoals het negeren van afleidende geluiden wanneer men in een gesprek met iemand is, maar ook interne

stimuli, bijvoorbeeld het negeren van mentale representaties wanneer deze niet gepast zijn. Een ander belangrijk aspect van inhibitie is zelfcontrole. Door deze controle is men in staat om gedrag en emoties in bedwang te houden. Zonder zelfcontrole zou men onderworpen zijn aan impulsen. Bovendien stelt zelfcontrole iemand in staat om taken af te ronden. Moffitt et al. (2011) vonden een associatie tussen een verminderde zelfcontrole en schooluitval, toegenomen risico op het ontwikkelen van een verslaving en een verminderde fysieke en mentale gezondheid. Daarnaast wordt een gebrek aan inhibitie in verband gebracht met ADHD. Barkeley (1994) suggereerde zelfs dat een gebrek aan inhibitie controle het belangrijkste gebrek is bij mensen met ADHD, en ook Alderson en collega's (2008) noemen inhibitie het belangrijkste gebrek bij kinderen met ADHD. In het huidige onderzoek ligt daarom de focus op de executieve functie inhibitie.

Het doel van dit onderzoek is om bij volwassenen de relatie te onderzoeken tussen de mate van ADHD-symptomen en de mate van executieve functies. In dit onderzoek wordt getoetst of studenten met relatief meer ADHD-symptomen meer beperkingen laten zien in de specifieke executieve functie inhibitie. De aanwezigheid van ADHD wordt gemeten aan de hand van de CAARS (*Conners' Adult ADHD Rating Scales*) (Conners, Erhardt, & Sparrow, 1999). Inhibitie wordt gemeten op subjectief niveau met de EFI (*Executive Function Index*) zelfrapportage vragenlijst (Spinella 2006) en de cognitieve processen van inhibitie worden gemeten met de reactietijdtaken, namelijk de *pictures test* (Dierentaak genoemd in de tegenwoordige studie) en de *dots test* (Hart- en Bloemtaak genoemd in de tegenwoordige studie), testen zoals ontworpen door Davidson en collega's (2006). De verwachting is dat (1) studenten met een grotere mate van ADHD-symptomen volgens de CAARS meer gebreken laten zien in inhibitie zoals gemeten met de EFI en dat (2) studenten met een grotere mate van ADHD-symptomen volgens de CAARS minder goed presteren volgens de inhibitiematen van de reactietijdtaken. De derde en laatste verwachting is dat (3) studenten met meer problemen

in inhibitie gemeten met de EFI tevens meer problemen met inhibitie op de reactietijdtaken laten zien, dit wordt onderzocht ter validatie van de reactietijdtaken.

Methodes

Deelnemers

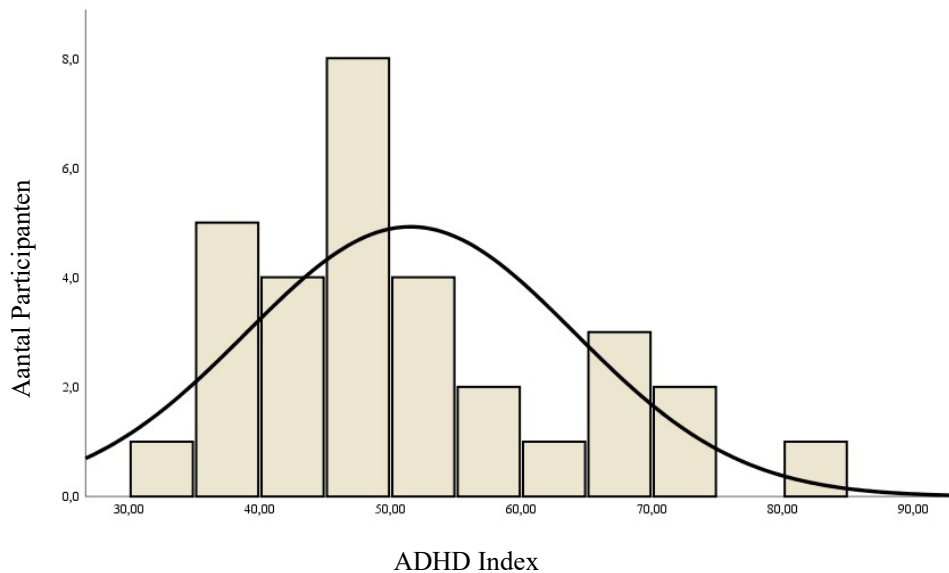
De steekproef van dit onderzoek bestond uit 31 studenten aan de Rijksuniversiteit Groningen (man = 29%, vrouw = 71%). De deelnemers werden geworven door de Universiteit Groningen via een advertentie op het onderzoeksplatform SONA. Ze ontvingen allen studiepunten voor de deelname aan het onderzoek. De ethische commissie van de afdeling Psychologie aan de Universiteit Groningen heeft dit onderzoek goedgekeurd. De leeftijd van de participanten varieerde van 17-39 jaar ($M = 20.29$, $SD = 4.125$). De meeste deelnemers hadden een diploma van het hoger onderwijs (51.6%) of een middelbareschooldiploma (22.6%) en enkelen hadden een universitair diploma (6.5%). Zeven participanten gaven aan dat ze eerder gediagnosticeerd waren met één of meer fysieke, psychiatrische, of neurologische condities. De diagnoses betonden uit ADHD ($N = 3$), Angststoornis ($N = 3$), Depressie ($N = 2$), en PDD (*Pervasive Developmental Disorder*) ($N = 1$). Op het moment van het onderzoek heeft slechts één van de deelnemers aangegeven medicatie te gebruiken. Onder de deelnemers waren de meest voorkomende moedertalen Nederlands ($N = 20$) en Duits ($N = 8$). In figuur 1 is de verdeling van ADHD-symptomen onder de participanten gepresenteerd.

Procedure

Aanvankelijk moesten de deelnemers een *informed consent* doorlezen. Vervolgens startten de deelnemers met een onlineonderzoek waar de CAARS en EFI werden afgenomen en kregen de deelnemers een uitnodiging voor het experimentele RT-onderzoek. De testbatterij bestond uit de Dieren RT-taak, de Hart en Bloem RT-taak, Pijlentaak en de Abstracte vormen taak. De Pijlen en Abstracte Vormen taken zijn niet relevant voor

Figuur 1

Verdeling van de T-scores van de ADHD-Index van de CAARS. De ADH-Index geeft een algemene indruk van de mate van ADHD-symptomen.



onze uitkomstmaat en zijn derhalve niet beschreven. Elke taak nam ongeveer vijf tot tien minuten in beslag. Voor aanvang van elke taak was er een korte introductie over wat de deelnemer kon verwachten. Bij elke taak moest de deelnemer de linker- en de rechterwijsvinger op de toetsen 'F' en 'J' plaatsen. Het voordeel van deze toetsen was dat op deze toetsen voelbare oriëntatiepunten zijn bevestigd aan de onderkant van de toets. Verder werd bij het begin van elke taakconditie de instructie gegeven: "doe dit zo goed en snel mogelijk!"

Bij de Dierentaak werd aangegeven dat de deelnemer een kikker en een vlinder te zien kreeg. Wanneer de vlinder te zien was moest de deelnemer de linkertoets indrukken en wanneer de kikker te zien was moest de deelnemer de rechertoets indrukken. Na de uitleg kreeg de deelnemer zes oefentrials gepresenteerd om de taak te oefenen. Vervolgens moesten de deelnemers de Pijlentaak uitvoeren, aangezien deze niet relevant is voor het onderzoek zal deze niet verder worden beschreven.

Bij de Hart- en Bloemtaak werd aangegeven dat de taak uit drie delen bestond. In het eerste gedeelte werd aangegeven dat de deelnemer een hart te zien kreeg en dat de toets aan dezelfde kant van het hart ingedrukt moest worden. Na de uitleg was er een moment voor de deelnemer om de taak te oefenen en de oefening omvatte zes *trials*. In het tweede gedeelte werd aangegeven dat de deelnemer een bloem te zien kreeg en dat de toets aan de tegenovergestelde kant van de bloem ingedrukt moest worden. Na de uitleg was er een moment voor de deelnemer om de taak te oefenen en de oefening omvatte zes *trials*. Het derde gedeelte (welke niet is gebruikt voor de analyses) is de gemengde conditie waarbij de deelnemer willekeurig een hart en een bloem te zien kreeg. Bij het derde gedeelte was er geen mogelijkheid om te oefenen. Tot slot werd het experiment afgerond met de Abstracte Vormen taak.

Zelfrapportage vragenlijsten

CAARS. De CAARS is een zelfrapportage instrument dat ontwikkeld is voor het meten van ADHD-symptomen van individuen van achttien jaar en ouder (Conners, Erhardt, & Sparrow, 1999). Er zijn drie versies van de CAARS (kort, lang en *screening*), voor dit onderzoek is de lange versie gebruikt omdat deze het meest complete beeld geeft van de ADHD-symptomen. De lange versie van de CAARS bestaat uit 66 items die onderverdeeld zijn in vier factoren: (1) onoplettendheid-/geheugenproblemen, (2) hyperactiviteit/rusteloosheid, (3) impulsiviteit/emotionele stabiliteit, en (4) problemen met het zelfconcept (Smyth & Meier, 2019). Bovendien bevat de CAARS nog drie subschalen die ADHD-symptomen meten zoals gedefinieerd in de DSM-IV: DSM-IV-Onoplettendheid (1), DSM-IV-Hyperactiviteit-Impulsief (2) en DSM-IV ADHD-symptomen-totaal (3). De ADHD-Index subschaal bevat specifieke items die individuen kunnen identificeren die het risico lopen voor een ADHD-diagnose (Conners, Erhardt, & Sparrow, 1999).

De participanten moeten zichzelf beoordelen op items zoals “ik ben gedesorganiseerd”, “ik houd ervan om actieve dingen te doen”, “ik heb een opvliegend karakter”, en “ik ben niet zeker van mezelf”, op een vier-punts Likert schaal (van 0 = “helemaal niet of nooit”, 1 = “een klein beetje, soms”, 2 = “vrij veel, vaak” tot 3 = “heel veel, heel vaak”). De ruwe scores van de vragenlijst worden omgezet naar percentiel en T-scores, een T-score boven de 65 is een indicatie voor klinisch significante problemen, een T-score van 70 of hoger een indicatie is dat de problemen veroorzaakt worden door ADHD-symptomen (Smyth & Meier, 2019). De T-scores van de schalen worden voor de analyses gebruikt. Het is aangetoond dat de vier factoren een goede interne consistentie hebben: van .82 tot .85 ((1) $\alpha = .88$, (2) $\alpha = .88$, (3) $\alpha = .88$, (4) $\alpha = .87$ (Christiansen et al., 2013)).

EFI. De EFI bestaat uit vijf subschalen die afgeleid zijn door een factoranalyse: Motivatie (MD), Strategisch Plannen (SP), Organisatie (ORG), Impulscontrole (IC) en Empathie (EM) (Spinella, 2005). Deze subschalen zijn nog verder verdeeld in classificaties van de tweede orde volgens verschillende prefrontale circuits die hen aansturen. De dorsolaterale prefrontale circuits mediëren ORG en SP, de orbitofrontale circuits mediëren EM en IC, en de mediale prefrontale circuit MD (Tekin & Cummings, 2002). De deelnemers beoordelen zichzelf op 41 items, zoals “ik heb veel enthousiasme om dingen te doen”, “ik probeer de toekomst te plannen”, “ik heb moeite wanneer ik twee dingen tegelijk doe, ofwel moeite met multitasking”, “ik neem soms risico’s voor het plezier”, en “ik maak me veel zorgen over het welzijn van andere mensen”, op een vijf-punts Likert schaal (van 1 = “helemaal niet” tot 5 = “erg veel”). Een hogere score op een EFI subschaal geeft een hoger niveau van de corresponderende EF weer en een hogere totaalscore van de EFI-schaal duidt op beter executief functioneren in het dagelijks leven (Spinella, 2005). De vragenlijst heeft een hoge algemene interne consistentie ($\alpha = .82$) en een hoge convergente validiteit met andere zelfrapportage metingen van EF (FrSBe, BIS, IRI). De Cronbach’s alpha is voor elke

subschaal als volgt: .76 (EM), .70 (SP), .75 (ORG), .69 (IC), .70 (MD) (Spinella, 2005). Voor dit onderzoek worden alle schalen gebruikt, met de Impulscontrole schaal als maat voor inhibitie.

Reactietijdtaken

Alle deelnemers hebben vier geautomatiseerde taken voltooid die de kern executieve functies meten: de Hart- en Bloemtaak; de Pijlentaak; de Dierentaak; en de Abstracte vormen taak (Davidson et al., 2006). De vier taken meten elk executieve functies op een andere manier. Inhibitie werd gemeten middels de Dierentaak en de Hart- en Bloemtaak en uitsluitend deze taken zijn gebruikt voor de analyse van dit onderzoek. De instructie voor de verschillende taken was identiek. Allereerst werd vermeld dat de deelnemers de linkerwijsvinger op de 'F' toets moesten plaatsen en de rechterwijsvinger op de 'J' toets. Vervolgens werd er vermeld dat de participanten de taak zo snel en goed mogelijk moesten voltooien (*Do this as well and quickly as possible!*). De taak eindigde wanneer de deelnemer een score van 75% of hoger had. Een *trial* bestond uit de presentatie van een fixatiestip van 750 ms, gevolgd door een stimulus die bleef staan totdat een respons werd gegeven met een maximumduur van 2000 milliseconde (ms), of tot het moment waarop een response werd gegeven. Tenslotte verscheen kort een blank scherm om het einde van de *trial* aan te geven. Reactietijden tussen de 200 en 2000 ms werden beoordeeld als valide. Reactietijden korter dan 200 ms werden beoordeeld als anticiperende responsen, wat betekent dat de reactietijd te kort was voor een accurate respons op de stimulus.

Hart- en Bloemtaak. Deze taak bestaat uit drie verschillende condities die elk uit twintig *trials* bestaan. Bij elke *trial* moest de deelnemer naar een fixatiestip kijken. Een stimulus verscheen vervolgens aan de linker- of rechterkant van deze stip. In de eerste congruente (Hart) conditie was de stimulus een hart, in deze conditie kreeg de deelnemer de instructie om op de toets aan dezelfde kant als het hart te drukken. In de tweede incongruente

(Bloem) conditie was de stimulus een bloem en de deelnemer kreeg de instructie om op de toets aan de tegenovergestelde kant van de stimulus te drukken. In de derde gemengde conditie werd als stimulus willekeurig het hart of de bloem gepresenteerd, echter deze conditie werd niet gebruikt voor de analyses omdat het naast inhibitie ook cognitieve flexibiliteit meet. De deelnemer moest op de toets drukken aan dezelfde kant als de stimulus wanneer er een hart werd gepresenteerd en de toets aan de tegenovergestelde kant wanneer een bloem werd gepresenteerd. Instructies en zes oefen *trials* werden gegeven voor de eerste twee condities, maar er werd geen oefen *trial* gegeven voor de laatste gemengde conditie.

Het onderdrukken van de respons om de toets aan dezelfde kant als de stimuli in te drukken, in de incongruente conditie, vereist inhibitie. Om inhibitie te meten werden de gemiddelde reactietijd en de gemiddelde correcte responsen voor de eerste congruente conditie en de tweede incongruente conditie berekend. Daarnaast werden de verschillen berekend voor beide condities: (1) de gemiddelde reactietijd van de congruente Hartconditie werd afgetrokken van de incongruente Bloemconditie, omdat werd aangenomen dat incongruente *trials* moeilijker zouden zijn en meer tijd zouden kosten om te reageren, en (2) voor nauwkeurigheid werd de gemiddelde nauwkeurigheid van de incongruente Bloemconditie afgetrokken van de congruente *trials*, omdat werd aangenomen dat de nauwkeurigheid lager zou zijn in de moeilijkere incongruente conditie. Hierna werden de verschillen van de congruente Hart – en de incongruente Bloemconditie berekend. In het huidige onderzoek werden de volgende variabelen gebruikt voor de analyse van de Hart- en Bloemtaak: de gemiddelde reactietijd en nauwkeurigheid voor de correcte congruente variabelen (de Hartconditie), de gemiddelde reactietijd en nauwkeurigheid voor de correcte incongruente variabelen (de Bloemconditie) en de verschillen voor de reactietijd en nauwkeurigheid van de congruente en incongruente stimuli (congruent-incongruent). De verschillen worden beschouwd als maat voor inhibitie.

Dierentaak. Deze taak presenteert aan de deelnemers een afbeelding van een kikker of een vlinder. De afbeeldingen werden aan de linker- of aan de rechterkant van het computerscherm getoond. De deelnemers kregen de instructie om op de linker 'F' toets te drukken wanneer een vlinder werd getoond en om op de rechter 'J' toets te drukken wanneer een kikker werd getoond, ongeacht of de afbeelding aan de linker- of rechterkant van het scherm werd getoond. De taak bestond uit twee soorten *trials*: (1) congruente *trials*, waarbij de vlinder aan de linkerkant en de kikker aan de rechterkant werd gepresenteerd, zodat de response knop aan dezelfde kant als de stimulus gebruikt moest worden, en (2) incongruente *trials*, waarbij de vlinder aan de rechterkant en de kikker aan de linkerkant werd gepresenteerd, zodat de knop aan de andere kant als de stimulus gebruikt moest worden.

De taak bestond uit twintig *trials* waarbij de congruente en incongruente *trials* willekeurig werden gepresenteerd (maar wel van beide typen *trials* evenveel). Bij incongruente *trials* (waarbij de knop aan de andere kant ingedrukt moet worden) moest de neiging onderdrukt worden om de knop aan dezelfde kant in te drukken, wat inhibitie vereist. Om inhibitie te meten werden de verschilscore van gemiddelde reactietijd en nauwkeurigheid berekend tussen de congruente en de incongruente conditie: (1) de reactietijd van congruente *trials* werd afgetrokken van incongruente *trials* omdat aangenomen werd dat de respons op deze *trials* meer inhibitie vereist en trager zal zijn, en (2) de accuraatheid van de incongruente *trials* werd afgetrokken van de congruente *trials* omdat verwacht werd dat de nauwkeurigheid in de congruente conditie groter zou zijn. In het huidige onderzoek zijn de volgende variabelen gebruikt voor de analyse van de Dierentaak: de gemiddelde reactietijd en nauwkeurigheid van de correcte stimuli, de gemiddelde reactietijd en nauwkeurigheid van de congruente en incongruente stimuli en de verschilcores voor de reactietijd en nauwkeurigheid van de congruente en incongruente stimuli. De verschilcores worden gebruikt als maat voor inhibitie.

Analyse

De normaliteitsassumptie is met behulp van de Shapiro-Wilk Test onderzocht voor de subschalen van de CAARS, de subschalen van de EFI en de reactietijdtaken. De CAARS subschalen ADHD-index en zelfbeeld waren wel normaal verdeeld ($p > .104$), maar de CAARS subschalen onoplettendheid, hyperactiviteit, impulsiviteit, DSM-onoplettendheid, DSM-hyperactiviteit en DSM-totaal waren niet normaal verdeeld ($p < .009$). De EFI subschalen strategisch plannen, organisatie, impulscontrole, motivatie en EFI-*total* waren normaal verdeeld ($p > .102$), maar de EFI subschaal empathie was niet normaal verdeeld ($p = .023$).

Van de RT-taken waren de Dieren verschillscore voor de reactietijd (incompatibel-compatibel ($p = .919$) en de reactietijd voor de correcte stimuli van de Bloemconditie van de Hart- en Bloemtaak ($p = .824$) normaal verdeeld. De overige variabelen van de RT-taken waren niet normaal verdeeld: de Dieren reactietijd voor de correcte stimuli, de nauwkeurigheid voor reactietijd correct, de reactietijd en nauwkeurigheid voor de compatibele en incompatibele stimuli en de verschillscore van nauwkeurigheid (compatibel-incompatibel); de reactietijd correct en de nauwkeurigheid van de Hartconditie; de nauwkeurigheid van de Bloemconditie; de reactietijd en de nauwkeurigheid van de verschillscores (incongruent-congruent van de Hart- en Bloemtaak (voor de niet-normaal verdeelde variabelen gold $p < .033$).

Het algemene doel van het experiment was om te onderzoeken of er een associatie is tussen de ernst van ADHD-symptomen en het prestatieniveau op executieve functies, meer specifiek de executieve functie inhibitie.

De eerste verwachting was dat studenten met een grotere mate van ADHD-symptomen meer gebreken vertonen op executieve functies zoals gemeten met de EFI en om deze

verwachting te testen werden de schalen van de CAARS gecorreleerd met de schalen van de EFI.

De tweede verwachting was dat studenten met een grotere mate van ADHD-symptomen volgens de CAARS minder goed presteren volgens de inhibitiematen van de reactietijdtaken, om deze verwachting te testen werden de subschalen van de CAARS gecorreleerd met de inhibitievariabelen van de Dierentaak en de Hart- en Bloemtaak.

De derde verwachting was dat studenten met meer problemen in inhibitie gemeten met de EFI tevens meer problemen met inhibitie op de reactietijdtaken laten zien, dit is onderzocht ter validatie van de reactietijdtaken. Om deze verwachting te testen werden de subschalen van de EFI gecorreleerd met de inhibitievariabelen van de Dierentaak en de Hart- en Bloemtaak.

Bij bovenstaande correlaties is de Pearson gebruikt als beide variabelen normaal verdeeld zijn en Spearman's Rho als niet beide variabelen normaal verdeeld zijn. Het aantal datapunten voor bovengenoemde correlaties is 31.

De variabelen van de taken voor inhibitie waren: de verschillen van de gemiddelde reactietijd en nauwkeurigheid van de congruente (laag beroep op inhibitie) en incongruente (hoog beroep op inhibitie) stimuli van de Dierentaak, en de verschillen van reactietijd en nauwkeurigheid tussen de congruente Hart en incongruente Bloem conditie van de Hart- en Bloemtaak.

Om de taakeffecten van inhibitie te meten werd het verschil berekend tussen de congruente en incongruente condities van de Dierentaak en de Hart- en Bloemtaak. Om dit te meten werd voor de normaal verdeelde variabelen een *Paired-samples* T-Test uitgevoerd en voor de niet-normaal verdeelde variabelen een *Two-samples* Wilcoxon Test. Voor het testen van significantie voor alle vermelde toetsen is een alfa niveau van .05 gebruikt, P-waarden tussen .05 en .1 werden aangeduid als 'significante tendensen' van correlaties, verschillen etc. Alle statistische analyses zijn uitgevoerd met SPSS (IBM Corp, 2015).

Resultaten

Associaties CAARS met de EFI

De correlaties met bijbehorende p-waarden van de associatie tussen ADHD en executieve functies worden per subschaal van de CAARS gepresenteerd in tabel 1. De eerste verwachting was dat studenten met een grotere mate van ADHD-symptomen volgens de CAARS meer gebreken laten zien in inhibitie zoals gemeten met de EFI.

Deelnemers met meer ADHD-symptomen volgens de *ADHD-index* van de CAARS scoorden lager op de EFI schalen: *EFI-totaal*, strategisch plannen, organisatie en impulscontrole. Er was geen associatie tussen de mate van ADHD-symptomen volgens de *ADHD-index* en de EFI schalen empathie of motivatie. Deelnemers met een slechter zelfbeeld (*Self-concept*) gemeten volgens de CAARS scoorden lager op de EFI schalen strategisch plannen en organisatie. Deelnemers die meer onoplettend (*inattention*) zijn, zoals gemeten volgens de CAARS, scoorden lager op de EFI schalen strategisch plannen en organisatie. Deelnemers die meer hyperactief (*hyperactive*) zijn, zoals gemeten volgens de CAARS, scoorden lager op de EFI schalen strategisch plannen, organisatie, impulscontrole, maar scoorden beter op de EFI schaal motivatie. Deelnemers die meer impulsief (*impulsive*) zijn, zoals gemeten volgens de CAARS, scoorden lager op de EFI schaal strategisch plannen, organisatie en impulscontrole.

Deelnemers die meer onoplettend zijn, zoals gemeten volgens de CAARS DSM-onoplettendheid, scoorden lager op de EFI schaal strategisch plannen, organisatie en impulscontrole. Deelnemers die meer hyperactief zijn, zoals gemeten volgens de CAARS DSM-hyperactiviteit (*DSM-hyperactivity*) scoorden lager op de EFI schaal strategisch plannen, organisatie en impulscontrole. Deelnemers die meer onoplettend zijn, zoals gemeten volgens de CAARS DSM-onoplettendheid, scoorden lager op de EFI schaal strategisch plannen, organisatie en impulscontrole. Deelnemers die meer hyperactief zijn, zoals gemeten

Tabel 1

Correlaties tussen de subschalen van de CAARS en de subschalen van de EFI, met als subschalen van de EFI Motivatie (MD), Strategisch Plannen (SP), Organisatie (ORG), Impulscontrole (IC) en Empathie (EM).

| | <i>EFI-total</i> | <i>MD</i> | <i>SP</i> | <i>ORG</i> | <i>IC</i> | <i>EM</i> |
|--------------------------|------------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|
| <i>ADHD-index</i> | -.80** | .08 | -.60** | -.81** | -.39* | -.19 |
| <i>Self-concept</i> | -.72** | -.06 | .59** | -.74** | -.30 | -.21 |
| <i>Inattention</i> | -.71** | -.01 | -.64** | -.83** | -.32 | -.17 |
| <i>Hyperactive</i> | -.53** | .42* | -.43* | -.61** | -.53** | -.20 |
| <i>Impulsive</i> | -.62** | .07 | -.38* | -.72** | -.59** | -.20 |
| <i>DSM-inattention</i> | -.78** | .06 | -.65** | -.79** | -.40* | -.22 |
| <i>DSM-hyperactivity</i> | -.54** | .24 | -.44* | -.50** | -.55** | -.30 |
| <i>DSM-total</i> | -.72** | .37 | -.645** | -.743** | -.48** | -.23 |

Note. ** correlatie heeft een p-waarde van $p < .01$.

Note. *correlatie heeft een p-waarde van $p < .05$.

volgens de CAARS DSM-hyperactiviteit (*DSM-hyperactivity*) scoorden lager op de EFI schaal strategisch plannen, organisatie en impulscontrole. Deelnemers met een hogere score op de CAARS DSM-totaal (*DSM-total*) scoorden lager op de EFI schaal strategisch plannen, organisatie) en impulscontrole.

Samenvattend, de correlaties laten zien dat de mate van ADHD-symptomen geassocieerd is met executieve functies. Ten eerste was de mate van ADHD, gemeten met de algemene ADHD-index schaal van de CAARS, geassocieerd met de algemene *EFI-total* schaal. Verder was de belangrijkste maat voor ADHD-symptomen (i.e. de ADHD-index)

geassocieerd met de EFI schalen: strategisch plannen, organisatie en impulscontrole. Tot slot was er een aantal associaties tussen de overige schalen van de CAARS met de EFI.

Inhibitie gemeten met reactietijdtaken taken

Ter validatie van de reactietijdtaken zijn de taakeffecten van inhibitie getoetst (zie tabel 2).

Hart- en Bloemtaak. De reactietijd van de Hart- en Bloemtaak bij de incongruente Bloemconditie was trager dan de congruente Hartconditie ($Z = -4.311, p < .001$). De nauwkeurigheid van de Hart- en Bloemtaak bij de incongruente bloemconditie was lager dan de congruente hartconditie ($Z = -2.189, p = .029$). Samengevat, dit geeft aan dat in de Hart- en Bloemtaak een effect van inhibitie zichtbaar was in zowel de snelheid als in de nauwkeurigheid van reageren, bij vergelijking van de congruente en incongruente conditie.

Tabel 2

De gemiddelde scores van de reactietijd en accuraatheid per taak voor de congruente, incongruente en verschil-condities.

| | Reactietijd in ms | Nauwkeurigheid in % |
|---------------------------|-------------------|---------------------|
| Hart- en Bloemtaak | | |
| Congruent | M = 308.42 | M = 98.34 |
| Incongruent | M = 350.35 | M = 95.95 |
| Dierentaak | | |
| Congruent | M = 500.92 | M = 97.09 |
| Incongruent | M = 525.88 | M = 93.87 |

Dierentaak. Er is geen verschil tussen de reactietijd van de congruente stimuli en de incongruente stimuli van de Dierentaak ($t(30) = -1.691, p = .101$). De nauwkeurigheid van de Dierentaak bij de incongruente stimuli was lager dan de nauwkeurigheid van de congruente stimuli ($Z = -2.236, p = .025$). Samengevat, dit geeft aan dat in de Dierentaak een effect van inhibitie zichtbaar was in de nauwkeurigheid van reageren bij vergelijking van de congruente en de incongruente conditie, maar niet in de snelheid van reageren.

Associaties CAARS en de reactietijdtaken

Zie bijlage A voor alle correlaties. De tweede verwachting was dat studenten met een grotere mate van ADHD-symptomen volgens de CAARS minder goed presteren volgens de inhibitiematen van de reactietijdtaken.

Dierentaak. Er was een tendens dat inhibitie gemeten in nauwkeurigheid (compatibel-incompatibel) was geassocieerd met de CAARS-zelfbeeld schaal ($r_s = .35, p = .054$). Dit geeft een tendens aan dat bij een lager zelfbeeld er een lagere nauwkeurigheid was voor *trials* die meer inhibitie vereisten. De overige associaties tussen de subschalen van de CAARS en de verschillcores van reactietijd en nauwkeurigheid in de Dierentaak waren niet significant ($r_s < .27, p > .145$).

Hart- en Bloemtaak. Er waren geen associaties tussen de subschalen van de CAARS en de verschillcores van reactietijd en nauwkeurigheid van de Hart- en Bloemtaak. ($r_s < .18, p > .326$). Dit geeft aan dat inhibitie in de Hart- en Bloemtaak niet geassocieerd was met ADHD-symptomen.

Associaties EFI en de reactietijdtaken

Zie bijlage A voor alle correlaties. De derde verwachting was studenten met meer problemen in inhibitie gemeten met de EFI tevens meer problemen met inhibitie op de reactietijdtaken laten zien, dit wordt onderzocht ter validatie van de reactietijdtaken.

Dierentaak. Er waren geen associaties tussen de subschalen van de EFI en de verschillcores van reactietijd en nauwkeurigheid in de Dierentaak ($r < .28, p > .235$). Dit geeft aan dat inhibitie in de Dierentaak niet geassocieerd was met ADHD-symptomen.

Hart- en Bloemtaak. In de hart- en Bloemtaak werd een associatie gevonden. Lastigere inhibitietaken, gemeten met de verschillscore van nauwkeurigheid (compatibel-incompatibel), waren geassocieerd met mindere impulscontrole ($rs = -.45, p = .010$). Dit geeft aan dat deelnemers met minder impulscontrole meer problemen hadden (uitgedrukt in lagere nauwkeurigheid) in de conditie die meer inhibitie vereiste. Er waren geen associaties tussen de overige subschalen van de EFI en de verschillcores van de reactietijd en nauwkeurigheid in de Hart- en Bloemtaak ($r < .252, p > .172$).

Discussie

In dit onderzoek is de relatie tussen ADHD-symptomen en executieve functies bij volwassenen onderzocht. De eerste verwachting was dat studenten met een grotere mate van ADHD-symptomen volgens de CAARS meer gebreken laten zien in inhibitie zoals gemeten met de EFI. De bevindingen waren gedeeltelijk in lijn met de verwachting, studenten met meer ADHD-symptomen hadden meer gebreken in de executieve functie impulscontrole, de belangrijkste maat voor inhibitie. Verder waren meer ADHD-symptomen geassocieerd met de executieve functie schalen *EFI-total*, strategisch plannen en organisatie. Tot slot was er een aantal associaties tussen de overige schalen van de CAARS met de EFI, met een associatie tussen CAARS-impulsiviteit en Impuls Controle (EFI) als meest saillant aangezien beide een maat zijn voor inhibitie.

De tweede verwachting was dat studenten met een grotere mate van ADHD-symptomen volgens de CAARS minder goed presteren volgens de inhibitie-maten van de reactietijd-taken. De bevindingen waren niet in lijn met de verwachtingen, er waren (afgezien van een associatie tussen inhibitie en de CAARS-zelfbeeld schaal) geen significante

correlaties tussen de CAARS en de reactietijd prestatie van de Dierentaak en de Hart- en Bloemtaak, ofwel de inhibitie gemeten met de reactietijdtaken was niet geassocieerd met ADHD-symptomen.

De derde en laatste verwachting was dat studenten met meer problemen in inhibitie gemeten met de EFI tevens meer problemen met inhibitie in de reactietijdtaken laten zien, dit is onderzocht ter validatie van de reactietijdtaken. In tegenstelling tot de verwachting waren er geen associaties gevonden tussen de overige subschalen van de EFI en de verschilcores van de reactietijd en nauwkeurigheid in de Hart- en Bloemtaak. Tevens waren er geen associaties tussen de subschalen van de EFI en de verschilcores van reactietijd en nauwkeurigheid in de Dierentaak. Opvallend was dat studenten met een slechtere impulscontrole volgens de EFI een betere inhibitie lieten zien, gemeten met verschilscore van nauwkeurigheid in de Hart en Bloemtaak. Dit zou kunnen komen doordat studenten met een betere impulscontrole een andere strategie volgen, waarbij zij de prioriteit leggen bij de snelheid van reageren in plaats van de nauwkeurigheid.

Interpretatie resultaten

De bevinding dat studenten met een grotere mate van ADHD-symptomen volgens de CAARS meer gebreken laten zien in inhibitie (impulscontrole) zoals gemeten met de EFI is consistent met de resultaten uit de meta-analyse van Willcutt en collega's (2005), waarin eveneens een associatie werd gevonden tussen ADHD en beperkingen in inhibitie en andere executieve functies. Ook Rosello en collega's (2020) vonden dat mensen die meer ADHD-symptomen vertoonden in de CAARS meer gebreken lieten zien in inhibitie.

Hoewel de verwachting was dat studenten met meer ADHD-symptomen minder goed presteren volgens de inhibitie maten van de reactietijdtaken, werd er alleen een tendens gevonden dat bij een lager zelfbeeld er meer kosten, uitgedrukt in nauwkeurigheid, waren voor *trials* die meer inhibitie vereisten. Grandjean et al. (2021) vonden wel een significante

associatie tussen ADHD en inhibitie gemeten met reactietijdtaken, namelijk dat kinderen gediagnosticeerd met ADHD slechter presteerden bij reactietijdtaken waar inhibitie voor vereist was. Mogelijkerwijs komen de resultaten niet overeen omdat in het huidige onderzoek studenten werden onderzocht en in het onderzoek van Grandjean de reactietijdtaken bij kinderen werden afgenomen. Verder was het onderzoek van Grandjean en collega's een klinische studie, bij het huidige onderzoek werd enkel ADHD in de normale populatie onderzocht.

Een minder goede impulscontrole was in het huidige onderzoek geassocieerd met een slechtere inhibitie gemeten met verschilscore van nauwkeurigheid in de Hart en Bloemtaak, dit komt overeen met de bevindingen van Spinella et al. (2016) dat de EFI-schaal impulscontrole inderdaad inhibitie meet. Opvallend was dat deelnemers die meer hyperactief (*hyperactive*) zijn, beter scoorden op de EFI schaal motivatie. Dit zou kunnen komen doordat deelnemers die hyperactiever zijn daar hinder van ondervinden in het dagelijks leven, en zich hierdoor extra moeten motiveren om normaal te kunnen functioneren.

Beperkingen en voordelen

Er zijn een aantal beperkingen in dit onderzoek. Het onderzoek is online afgenomen, mogelijk heeft dit invloed op de manier waarop mensen vragen beantwoorden en reageren bij de reactietijdtaken (mogelijk vertraagde reactie door gebruik van verschillende toetsen bij het onderzoek) en kan de validiteit van het onderzoek hiermee in het geding zijn. Verder is het onderzoek afgenomen tijdens de COVID-19 pandemie. Uit onderzoek van Ingram en collega's (2021) blijkt dat een beperking in cognitieve functies zoals geheugen, aandacht en besluitvorming geassocieerd was met de strenge beperkingen in Schotland tijdens de COVID-19 *lockdown*. Deelnemers scoorden slechter op reactietijdtaken. De COVID-19 pandemie zou van invloed kunnen zijn op de antwoorden van de deelnemers bij de EFI, waardoor je meer beperkingen in executieve functies en tragere reactiesnelheid bij reactietaken verwacht.

Er werden in dit onderzoek alleen studenten onderzocht, wat een beperking voor de generalisatie naar volwassenen zou kunnen zijn. De prefrontale cortex is voor het 25^e levensjaar nog niet volgroeid (Arain et al., 2013), waardoor er een verschil is in executieve functies tussen studenten en volwassenen. Eveneens blijkt uit deze studie van Arain en collega's dat overmatig alcoholgebruik van invloed kan zijn op executieve functies en inhibitie, ook dit kan een rol hebben gespeeld in het onderzoek. Door een onderontwikkelde prefrontale cortex en onderontwikkeld limbisch systeem zijn studenten vatbaarder voor het overmatig nuttigen van alcohol (Arain et al., 2013), het is mogelijk dat er studenten deelnamen aan het onderzoek die veel alcohol nuttigen en tijdens de afname van het onderzoek de negatieve effecten ervaren van overmatig alcoholgebruik. Deze confounder zou kunnen worden uitgesloten door voorafgaand aan het onderzoek te vragen naar het aantal eenheden alcohol dat de deelnemer normaalgesproken nuttigt in een week.

De studie heeft ook een aantal voordelen. Studenten vormen een relatief homogene groep – het is aannemelijk dat een universiteit meer eisen aan executieve functies stelt – en heeft daardoor weinig variatie in de meting van cognitieve processen, wat de betrouwbaarheid ten goede komt. Verder is de meting met verschillende maten – vragenlijsten (subjectief) en reactietijdtaken (objectief) – gunstig voor de interne validiteit, omdat je op die manier niveaus van het executief functioneren vergelijkt. Dit geeft meer inzicht in de executieve functies van de deelnemers.

Implicaties

De bevinding dat studenten met een grotere mate van ADHD-symptomen meer gebreken in inhibitie tonen is belangrijk voor de diagnose van ADHD bij volwassenen. Ook de bevinding dat studenten met een minder goede impulscontrole een slechtere inhibitie lieten zien (gemeten met de verschilscore van nauwkeurigheid in de Hart en Bloemtaak) geeft meer inzicht in beperkingen in inhibitie bij mensen met ADHD. Volgens Bitto en collega's (2017)

kan ADHD het beste dimensioneel worden benaderd omdat de symptomen van ADHD worden gezien als extreme vormen van normaal gedrag. Doordat bij dit onderzoek onderscheid wordt gemaakt in de ernst van ADHD-symptomen, kan dit bijdragen aan een dimensionele benadering van de symptomen van ADHD.

Vervolgonderzoek

Vervolgonderzoek kan helpen meer inzicht te krijgen in inhibitie bij ADHD bij volwassenen en door middel hiervan de symptomen van ADHD op een dimensionele schaal te zetten. Door inhibitie ook op andere manieren dan reactietijdtaken te meten, krijgt men een completer beeld van inhibitie bij de deelnemers. Dit zou bijvoorbeeld kunnen door een variantie op de *delay of gratification task* – een taak waarbij kinderen de keuze krijgen om een snoepje direct op te eten of na enige tijd wachten op te eten, en daarbij een extra snoepje krijgen – uit te voeren (Eigsti et al., 2006). Bij onderzoek naar inhibitie bij volwassenen zouden de proefpersonen in plaats daarvan de keuze krijgen tussen 8 euro direct en 10 euro na een maand wachten (Drobetz et al., 2014). Op deze manier wordt inhibitie naast reactietijdtaken ook met een gedragstaak gemeten en kan de associatie tussen ADHD-symptomen en inhibitie beter worden onderzocht.

Conclusie

In dit onderzoek werd bij volwassenen de relatie onderzocht tussen de mate van ADHD-symptomen en de mate van executieve functies, in het bijzonder inhibitie. De bevindingen in dit onderzoek waren dat studenten met meer ADHD-symptomen meer gebreken vertoonden in inhibitie en de andere executieve functies. Uit de vragenlijsten kwam naar voren dat studenten met meer ADHD-symptomen meer gebreken in inhibitie hadden. Bij de reactietijdtaken die executieve functies meten was een effect van inhibitie te zien doordat in een aantal condities lager werd gescoord op nauwkeurigheid en hoger op reactietijd in de congruente tegenover de incongruente conditie. Deze resultaten impliceren dat studenten met

meer ADHD-symptomen meer gebreken in executieve functies, in het bijzonder inhibitie, laten zien. Dit onderzoek draagt bij aan de dimensionele benadering van ADHD.

Referenties

- Alderson, R. M., Rapport, M. D., Sarver, D. E., & Kofler, M. J. (2008). ADHD and behavioral inhibition: A re-examination of the stop-signal task. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 36(7), 989–998. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1007/s10802-008-9230-z>
- American Psychiatric Association. (2013). Diagnostic and statistical manual of mental disorders (5th ed.). Washington, DC: Author.
- Arain, M., Haque, M., Johal, L., Mathur, P., Nel, W., Rais, A., Sandhu, R., & Sharma, S. (2013). Maturation of the adolescent brain. *Neuropsychiatric disease and treatment*, 9, 449–461. Doi:10.2147/NDT.S39776
- Barkley, R. A. (1994). Impaired delayed responding: A unified theory of attention-deficit hyperactivity disorder. In D.K. Routh (Ed.), *Disruptive behavior disorder in childhood* (pp.11-58). New York: Plenum Press.
- Bitto, H., Mörstedt, B., Faschina, S., & Stieglitz, R.-D. (2017). ADHS bei Erwachsenen: Ein dimensionales oder kategoriales Konstrukt? = ADHD in adults: A dimensional or categorical construct? *Zeitschrift Für Psychiatrie, Psychologie Und Psychotherapie*, 65(2), 121–131. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1024/1661-4747/a000311>
- 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(11), 2037–2078. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.02.006>
- Diamond A. (2013). Executive functions. *Annual review of psychology*, 64, 135–168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>

Drobetz, R., Hänggi, J., Maercker, A., Kaufmann, K., Jäncke, L., & Forstmeier, S. (2014).

Structural brain correlates of delay of gratification in the elderly. *Behavioral Neuroscience*, *128*(2), 134–145. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1037/a0036208>

Eigsti I, Zayas V, Mischel W, Shoda Y, Ayduk O, et al. 2006. Predicting cognitive control from preschool to late adolescence and young adulthood. *Psychol. Sci.* 17:478–84

Grandjean, A., Suarez, I., Diaz, E., Spieser, L., Burle, B., Blaye, A., & Casini, L. (2021).

Stronger impulse capture and impaired inhibition of prepotent action in children with ADHD performing a Simon task: An electromyographic study. *Neuropsychology*, *35*(4), 399–410. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1037/neu0000668.supp>
(Supplemental)

Ingram, J., et al. (2021) Social isolation during COVID-19 lockdown impairs cognitive function. *Applied Cognitive Psychology*. doi.org/10.1002/acp.3821.

Marcus, D. K. & Barry, T. D. (2011). Does attention-deficit/hyperactivity disorder have a dimensional latent structure? A taxometric analysis. *Journal of Abnormal Psychology*, *120*, 427–442.

Moffitt TE, Arseneault L, Belsky D, Dickson N, Hancox RJ, et al. 2011. A gradient of childhood self-control predicts health, wealth, and public safety. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 108:2693–98

Spinella, M. (2005). Self-rated executive function: Development of the Executive Function Index. *International Journal of Neuroscience*, *115*(5), 649–667. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1080/00207450590524304>

Willcutt, E. G., Doyle, A. E., Nigg, J. T., Faraone, S. V., & Pennington, B. F. (2005). Validity of the Executive Function Theory of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: A Meta-Analytic Review. *Biological Psychiatry*, *57*(11), 1336–1346. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1016/j.biopsych.2005.02.006>

Bijlage A

Pearsons correlaties tussen de CAARS en de EFI en de reactietijdtaken

| | | Correlations | | | | | |
|-----------|------------------------|--|---|--------------------------------------|--|---------------------------|------------------------|
| | | Animal ACC d = differenc e ; differenc e score in accuracy of compatibl e trials minus incompati ble trials | Animal RT differenc e score in rt of incompati ble trials minus compatibl e trials | Arrow Acc !! Ar_d_acc c inc | Arrow RT !! d = differenc e; differenc e accuracy comp - accuracy incomp | RT diff_B_H rt corr | ACC diff_H_B acc |
| EM_total | Pearson Correlation | ,132 | -,025 | ,035 | -,376* | ,117 | ,055 |
| | Sig. (2-tailed) | ,478 | ,892 | ,851 | ,037 | ,532 | ,767 |
| | N | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 |
| SP_total | Pearson Correlation | -,075 | -,069 | ,213 | ,047 | ,049 | -,016 |
| | Sig. (2-tailed) | ,689 | ,713 | ,250 | ,804 | ,792 | ,933 |
| | N | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 |
| ORG_total | Pearson Correlation | -,069 | ,106 | ,016 | ,122 | -,092 | -,175 |
| | Sig. (2-tailed) | ,711 | ,571 | ,934 | ,512 | ,622 | ,347 |
| | N | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 |
| IC_total | Pearson Correlation | -,199 | ,048 | ,273 | ,147 | ,054 | ,386* |
| | Sig. (2-tailed) | ,282 | ,800 | ,137 | ,431 | ,773 | ,032 |
| | N | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 |
| MD_total | Pearson Correlation | ,095 | -,090 | -,239 | ,024 | ,280 | -,117 |
| | Sig. (2-tailed) | ,613 | ,629 | ,195 | ,897 | ,127 | ,529 |
| | N | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 |

| | | | | | | | |
|----------------------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| EFI_total_score | Pearson | -,059 | -,001 | ,134 | ,006 | ,106 | ,045 |
| | Correlation | | | | | | |
| | Sig. (2-tailed) | ,751 | ,995 | ,474 | ,974 | ,571 | ,808 |
| | N | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 |
| CAARS_TScore impuls | Pearson | ,140 | -,238 | -,265 | -,126 | -,084 | -,168 |
| | Correlation | | | | | | |
| | Sig. (2-tailed) | ,453 | ,196 | ,150 | ,498 | ,655 | ,366 |
| | N | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 |
| CAARS_TScore SelfConc | Pearson | ,322 | -,081 | -,150 | -,016 | ,063 | ,078 |
| | Correlation | | | | | | |
| | Sig. (2-tailed) | ,077 | ,665 | ,421 | ,933 | ,736 | ,676 |
| | N | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 |
| CAARS_TScore DSM_Inat | Pearson | ,171 | -,063 | -,257 | -,074 | ,097 | -,119 |
| | Correlation | | | | | | |
| | Sig. (2-tailed) | ,356 | ,735 | ,162 | ,693 | ,603 | ,525 |
| | N | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 |
| CAARS_TScore DSM_Hyper | Pearson | ,024 | -,225 | -,209 | -,034 | -,038 | -,026 |
| | Correlation | | | | | | |
| | Sig. (2-tailed) | ,898 | ,224 | ,258 | ,858 | ,840 | ,891 |
| | N | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 |
| CAARS_TScore DSM_Total | Pearson | ,115 | -,151 | -,256 | -,066 | ,039 | -,083 |
| | Correlation | | | | | | |
| | Sig. (2-tailed) | ,539 | ,419 | ,164 | ,724 | ,833 | ,656 |
| | N | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 |
| CAARS_TScore ADHD_Index | Pearson | ,203 | -,146 | -,298 | -,093 | ,077 | -,053 |
| | Correlation | | | | | | |
| | Sig. (2-tailed) | ,274 | ,432 | ,104 | ,619 | ,682 | ,776 |
| | N | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 |

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Spearman's rho correlaties tussen de CAARS en de EFI en de reactietijdtaken

Correlations

| | | Spearman's rho | | | | | |
|-----------------|----------------------------|--|--|--------------------------------------|--|----------------------------|------------------------|
| | | Animal ACC d = difference ; difference score in accuracy of compatibl e trials minus incompati ble trials | Animal RT difference score in rt of incompati ble trials minus compatibl e trials | Arrow ACC !! Ar_d_acc c inc | Arrow RT !! d = difference ; difference accuracy comp - accuracy incomp | RT diff_B_H_ rt corr | ACC diff_H_B acc |
| EM_total | Correlation Coefficient | ,158 | -,026 | -,041 | -,398* | ,163 | ,048 |
| | Sig. (2-tailed) | ,395 | ,888 | ,828 | ,026 | ,382 | ,799 |
| | N | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 |
| SP_total | Correlation Coefficient | -,043 | -,016 | ,208 | ,113 | ,252 | ,019 |
| | Sig. (2-tailed) | ,818 | ,931 | ,262 | ,546 | ,172 | ,917 |
| | N | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 |
| ORG_total | Correlation Coefficient | -,086 | ,115 | -,020 | ,084 | ,040 | -,153 |
| | Sig. (2-tailed) | ,647 | ,539 | ,913 | ,653 | ,833 | ,411 |
| | N | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 |
| IC_total | Correlation Coefficient | -,148 | ,044 | ,220 | ,181 | ,023 | ,454* |
| | Sig. (2-tailed) | ,428 | ,816 | ,235 | ,330 | ,901 | ,010 |
| | N | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 |
| MD_total | Correlation Coefficient | ,098 | -,009 | -,082 | -,008 | ,228 | -,134 |
| | Sig. (2-tailed) | ,602 | ,964 | ,662 | ,965 | ,218 | ,472 |
| | N | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 |
| EFI_total_score | Correlation Coefficient | -,059 | -,077 | ,034 | ,051 | ,232 | ,110 |
| | Sig. (2-tailed) | ,754 | ,680 | ,854 | ,787 | ,209 | ,555 |

| | | | | | | | |
|------------------------|-------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | N | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 |
| CAARS_TScoreImpuls | Correlation Coefficient | ,192 | -,297 | -,209 | -,206 | -,182 | -,154 |
| | Sig. (2-tailed) | ,300 | ,105 | ,259 | ,266 | ,326 | ,409 |
| | N | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 |
| CAARS_TScoreSelfConc | Correlation Coefficient | ,349 | -,046 | -,096 | -,033 | -,041 | ,071 |
| | Sig. (2-tailed) | ,054 | ,807 | ,606 | ,861 | ,828 | ,704 |
| | N | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 |
| CAARS_TScoreD SM_Inat | Correlation Coefficient | ,226 | -,043 | -,219 | -,117 | ,013 | -,075 |
| | Sig. (2-tailed) | ,223 | ,819 | ,237 | ,531 | ,943 | ,688 |
| | N | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 |
| CAARS_TScoreD SM_Hyper | Correlation Coefficient | ,125 | -,211 | -,199 | ,009 | -,118 | ,008 |
| | Sig. (2-tailed) | ,503 | ,254 | ,284 | ,960 | ,527 | ,967 |
| | N | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 |
| CAARS_TScoreD SM_Total | Correlation Coefficient | ,220 | -,147 | -,277 | -,107 | -,007 | -,040 |
| | Sig. (2-tailed) | ,235 | ,430 | ,131 | ,567 | ,968 | ,832 |
| | N | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 |
| CAARS_TScoreADHD_Index | Correlation Coefficient | ,268 | -,147 | -,284 | -,172 | ,019 | -,014 |
| | Sig. (2-tailed) | ,145 | ,430 | ,121 | ,355 | ,921 | ,941 |
| | N | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 |

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).