

Visueel statistisch leren bij kinderen met een autisme spectrum stoornis: een verstoord leerproces?

Masterthesis

Universiteit Utrecht

Masteropleiding Pedagogische Wetenschappen

Masterprogramma Orthopedagogiek

Mieke Meijer, 4251881

Begeleider: dr. L. Wijnroks

2de beoordelaar: dr. J.C.H. Douma

Aantal woorden: 6523

Datum: 28 juni 2015

Voorwoord

Voor u ligt mijn thesis over visueel statistisch leren bij normaal begaafde kinderen, kinderen met een autisme spectrum stoornis, kinderen met een verstandelijke beperking en kinderen met een verstandelijke beperking en een autisme spectrum stoornis. Deze thesis is geschreven voor de opleiding orthopedagogiek aan de Universiteit Utrecht. Allereerst wil ik alle scholen, de participanten, de ouders, de begeleiders en de orthopedagogen bedanken die mee hebben gewerkt aan dit onderzoek. Daarnaast wil ik mijn ouders bedanken voor het langdurig lenen van de auto om het experiment uit te voeren op de verschillende scholen. In het bijzonder wil ik Pauline Jansen bedanken voor de fijne samenwerking, steun en toeverlaat. Als laatste wil ik mijn thesisbegeleider Lex Wijnroks bedanken voor de ondersteuning het afgelopen jaar.

Mieke Meijer

Juni 2015

Samenvatting

Recente onderzoeken ondersteunen de theorie dat mensen met een autisme spectrum stoornis (ASS) problemen ervaren in het statistisch leren, maar het is onduidelijk of dit probleem uniek is voor deze doelgroep. Statistisch leren speelt een belangrijke rol bij verschillende leerprocessen. In deze studie werd nagegaan in hoeverre problemen in het statistisch leren uniek is voor kinderen met ASS door visueel statistisch leren te onderzoeken bij normaal begaafde kinderen, normaal begaafde kinderen met ASS, kinderen met een verstandelijke beperking en kinderen met een verstandelijke beperking en ASS. Het experiment om visueel statistisch leren te onderzoeken bestond uit een habituatiefase, waarin figurenreeksen met statistische relatie werden getoond en een testfase waarin deze 'statistische reeksen' afgewisseld werden met 'random reeksen'. Wanneer participanten langer naar de 'random reeksen' keken dan naar de 'statistische reeksen' werd aangenomen dat zij in staat waren tot visueel statistisch leren. In dit onderzoek kon niet aangetoond worden dat de kinderen in staat waren de statistische relatie waar te nemen. Aanpassingen in de opzet van het experiment en een grotere steekproef zijn nodig om aan te tonen dat kinderen met een ASS met of zonder een verstandelijke beperking problemen laten zien in het proces van visueel statistisch leren

Steekwoorden: visueel statistisch leren, autisme spectrum stoornis, kinderen, verstandelijke beperking.

Abstract

Recent studies support the hypothesis that people with an autism spectrum disorder (ASD) experience problems in visual statistical learning, although it is not clear as to whether these problems are unique for people with ASS. Visual statistical learning plays a major part in important learning processes. In the present study it was examined whether problems in visual statistical learning is unique for people with ASD. In order to investigate the uniqueness of these problems for ASD, children with a normal development, children with intellectual disabilities and in children with intellectual disabilities combined with an ASD were tested in an statistical learning experiment. The experiment consisted of a habituation phase and a test phase. In the habituation phase series of figures with a statistical relation were shown. In the test phase these 'statistical series' were alternated with 'random series'. If the participants looked longer to the 'random series' compared to the 'statistical series' it was assumed that they were able to detect the statistical relation. In the present study there was no evidence that children were able to recognize a visual statistical relation. Adjustments in

study design and sample size are needed to show that children with ASD with or without intellectual disabilities have problems in the process of visual statistic learning.

Keywords: visual statistic learning, autism spectrum disorder, children, intellectual disabilities.

Visueel statistisch leren bij kinderen met een autisme spectrum stoornis: een verstoord leerproces?

In dit huidige onderzoek werd nagegaan in hoeverre de theorie over ASS van Hellendoorn, Wijnroks, & Leseman (2015) juist is voor kinderen en of een verstoring in dit leerproces uniek is voor mensen met ASS. De theorie stelt dat mensen met een autisme spectrum stoornis (ASS) een verstoord perceptueel leerproces (statistisch leren) hebben waardoor het ontdekken van invarianten vertraagd of verstoord verloopt. Statistisch leren is een impliciet leerproces, dat onbewust en zonder opzet plaats vindt. Eerder onderzoek heeft de juistheid van de theorie al aangetoond bij volwassenen (Koenen & Elbertsen, 2014). Wanneer blijkt dat alleen mensen met ASS problemen ondervinden in visueel statistisch leren (VSL) biedt dit onderzoek ondersteuning voor deze theorie. Om de hypothese dat VSL een cruciale rol binnen ASS speelt te kunnen ondersteunen, moet aan verschillende eisen kunnen worden voldaan. Zo moet het proces van VSL goed meetbaar en specifiek genoeg zijn om de invloed van andere processen uit te sluiten. Wanneer dit het geval is zouden kinderen met ASS dus op een taak die dit specifieke proces meet slechter moeten scoren ten opzichte van vergelijkingsgroepen. Een tweede eis is dat dit proces uniek is voor ASS en niet bijvoorbeeld bij comorbiditeit kan passen. Tot slot is de derde eis dat er een relatie is tussen de ernst van de symptomen van ASS en de mate waarin het leerproces verstoord is. In dit onderzoek wordt op deze derde eis niet ingegaan.

Doordat het huidige onderzoek zou kunnen bijdragen aan meer inzicht in de onderliggende processen die verantwoordelijk zijn voor de specifieke kenmerken van mensen met een autismespectrumstoornis, zou dit onderzoek relevant kunnen zijn voor zorgverleners. Het draagt bij aan het sneller en beter diagnosticeren van ASS en aan een verbetering van de ondersteuning van kinderen met ASS. Daarnaast is het van belang om te onderzoeken of VSL bij kinderen al aanwezig is of zich pas later ontwikkelt. Mocht het op de kinderleeftijd al aanwezig zijn, dan kan daar in de alledaagse praktijk en in toekomstig onderzoek rekening mee worden gehouden door ASS op jonge leeftijd te diagnosticeren en interventies in te zetten.

ASS is een veelvoorkomend probleem en heeft grote levensgevolgen. Het staat bekend als een stoornis in de sociale communicatie en sociale interactie, daarnaast is het kenmerkend dat mensen met ASS repetitief gedrag en specifieke interesses vertonen (American Psychiatric Association, 2000). Er zijn verschillende theorieën die kenmerken van ASS verklaren, zoals de theory of mind (TOM) (Baron-Cohen, Leslie, & Frith, 1985), de

Executive Dysfunction hypothesis (Ozonoff, Pennington, & Rogers, 1991) en de Weak Central Coherence (WCC) (Happé & Frith, 2006). Recente onderzoeken werpen echter een andere verklaring op, waarbij een specifiek onderdeel van het impliciet leren een belangrijke rol speelt.

Impliciet leren (IL) vindt onbewust en zonder opzet plaats en wordt gekenmerkt als automatische, associatieve, onbewuste en onbedoelde leerprocessen. Het IL speelt een belangrijke rol in het structureren van onze vaardigheden, percepties en gedrag (Kaufman, Young, Gray, Jiménez, Brown, & Mackintosh, 2010). Statistisch leren (SL) is een van de leerprocessen binnen het IL en is een proces wat al sinds de geboorte aanwezig is en een rol speelt bij de betekenisgeving van wat er in de omgeving gebeurt (Fisher & Aslin, 2001). Zonder instructie blijken jonge kinderen al automatisch gebruik te maken van statistisch leren. SL speelt een belangrijke rol bij verschillende leerprocessen, zoals het verwerven van taal (Saffran, Aslin, & Newport, 1996; Saffran & Wilson, 2003), de motorische ontwikkeling (Shmuelof, Krakauer, & Mazzoni, 2012) en de sociaal-cognitieve ontwikkeling (Yu & Ballard, 2007). Al geven Turk-Browne, Jungé en Scholl (2005) in hun onderzoek aan dat SL niet alleen onbewust plaatsvindt maar dat er een bewust proces aan voorafgaat: het vereist selectieve aandacht voor de stimulus, maar het leren zelf gebeurt onbewust.

Statistisch leren bij een autisme spectrum stoornis

Eerder onderzoek gaf ondersteuning aan de hypothese dat volwassenen met ASS niet in staat zijn tot visueel statistisch leren (Hellendoorn et al, 2015; Koenen & Elbertsen, 2014). Onderzoek naar visueel statistisch leren bij kinderen met ASS heeft nog niet plaatsgevonden. Wanneer echter gekeken wordt naar impliciet leren lijkt er uit de studie van Nemeth et al. (2010) geen verschil te bestaan tussen het IL bij kinderen met ASS en kinderen zonder ASS. Hierbij moet echter wel rekening gehouden worden met het feit dat het hier niet om specifiek SL ging maar om IL. Bij het testen van het IL worden indirect ook expliciete leerstrategieën getest (Brown, Aczel, Jimenez, Kaufman, & Grant, 2010) en is het dus de vraag of in het onderzoek van Nemeth et al. (2010) impliciet leren werd onderzocht. Een verdere ondersteuning voor de hypothese dat het visueel statistisch leren verschillen tussen kinderen met en zonder ASS kan verklaren komt vanuit het onderzoek van Scott-Van Zeeland en collega's (2010) waarin werd aangetoond dat kinderen met ASS slechts in beperkte mate statistisch kunnen leren. In dit onderzoek werden kunstmatige talen aangeboden waarbinnen woordencombinaties te herkennen waren. De kinderen met ASS bleken niet in staat deze patronen te herleiden. Het VSL bij volwassenen met ASS is al eerder onderzocht en daaruit is

gebleken dat mensen met ASS problemen vertonen in het waarnemen van regelmatigheden in reeksen van visuele stimuli, het VSL (Koenen & Elbertsen, 2014).

Statistisch leren en een verstandelijke beperking

Eerder onderzoek heeft aangetoond dat IL normaal ontwikkeld is bij mensen met een verstandelijke beperking (VB) (Vicari, Bellucci, & Carlesimo, 2000; Vicari, Verucci, & Carlesimo, 2007; Vinter & Detable, 2003). Dit hoeft echter niet automatisch te betekenen dat alle impliciete leerprocessen bij mensen met een VB even goed ontwikkeld zijn. De mate waarin deze processen goed ontwikkeld zijn is afhankelijk van de etiologie (Vicari, Verucci, & Carlesimo, 2007). Er is bij deze mensen vaak sprake van unieke neurocognitieve profielen en specifieke neuroanatomische afwijkingen (Wijnroks, 2013). Het blijkt zelfs zo te zijn dat mensen met een VB vaker een achterstand of afwijkende ontwikkeling hebben in een of meerdere van deze impliciete leerprocessen (Abbeduto, Evans, & Dolan, 2001; Pratt & Greydanus, 2007; Vuijk, Hartman, Scherder, & Visscher, 2010). Bij mensen met VB is het dus afhankelijk van het neurocognitieve profiel of het SL in aangetast waardoor zij wel of niet in staat zijn tot SL.

Statistisch leren bij mensen met een autisme spectrum stoornis en een verstandelijke beperking

Het onderzoek van Brown, Aczel, Jiménez, Kaufman en Grant (2010) heeft aangetoond dat kinderen met ASS in staat zijn tot IL. Als verklaring geven zij dat het zou kunnen liggen aan een te groot verschil in IQ tussen kinderen met ASS en zonder ASS zodat een verschil in het visueel statistisch leren niet kan worden aangetoond. Echter Hellendoorn, Wijnroks, Leseman, (2015) toonden aan dat impliciet leren niet samenhangt met de hoogte van het IQ. Het artikel van Jeste et al. (2015) sluit aan op dit punt door te wijzen op de grote diversiteit binnen de groep kinderen met ASS in de mate waarin zij in staat zijn tot VSL. Hiervoor werd tijdens dit onderzoek gebruik gemaakt van event-related potentials (ERP). Jeste et al. vonden dat de groep kinderen met ASS met een hoog non-verbaal IQ aanzienlijk beter scoorden op VSL in vergelijking met de groep kinderen met ASS met een laag non-verbaal IQ. Interessant is dat dit verschil ook gevonden werd voor de mate van sociaal functioneren, maar niet voor het verbale IQ. Laag sociaal functionerende kinderen met een laag non-verbaal IQ scoorden dus het slechtst op VSL. Ook is het bekend dat een VB een belangrijk comorbide kenmerk van ASS is (American Psychiatric Association, 2014). Het is dus een logische en interessante vraag in welke mate het hebben van een VB bovenop het ASS van invloed is op het vermogen tot VSL.

Het meten van visueel statistisch leren

VSL is veelvuldig onderzocht bij baby's (Bulf, Johnson, & Valenza, 2011; Kirkham, Slemmer, & Johnson, 2002). De onderzoeksoepzet zoals gebruikt door Bulf en collega's (2011) en Kirkham en collega's (2002) is vervolgens ook ingezet bij het onderzoeken van VSL bij andere doelgroepen (Hoefmans & Hermens, 2013; Koenen & Elbertsen, 2014). Deze onderzoeksoepzet bestaat uit een habituatiefase en testfase. In de habituatiefase krijgen participanten reeksen met figuren in paren te zien. In de testfase worden deze 'paren of statistische reeksen' afgewisseld met 'losse figuren of random reeksen'. Bij deze 'statistische reeksen' is sprake van een onderliggende statistische relatie, terwijl bij de 'random reeksen' geen sprake is van een statistische relatie. In zowel de habituatiefase als de testfase wordt gebruik gemaakt van dezelfde figuren. Wanneer de participant langer naar de 'random reeksen' kijkt dan naar de 'statistische reeksen' wordt verondersteld dat de participant de verandering heeft waargenomen, oftewel dat de statistische relatie is waargenomen (Hoefmans & Hermens, 2013; Koenen & Elbertsen, 2014). In het onderzoek van Koenen en Elbertsen (2014) werd gebruik gemaakt van twee condities, een makkelijke conditie (Low Demand Condition; LDC) en een moeilijke conditie (High Demand Condition; HDC). De makkelijke conditie bestond uit vier geometrische figuren waarvan twee stimuli een paar vormden. De moeilijke conditie bestond uit zes geometrische figuren waarvan drie paren van twee stimuli werden aangeboden (Koenen & Elbertsen, 2014). De condities hadden als doel om te onderzoeken of de waarneming van statistische relaties afhangt van het aantal verschillende figuren en het aantal figuren dat een paar vormt in een reeks van opeenvolgende figuren. De aanname was dat hoe meer verschillende figuren en hoe meer paren er in een reeks zitten, des te moeilijker zou het zijn om de statistische relatie waar te nemen. In het onderzoek vonden zij echter het omgekeerde; de proefpersonen namen de statistische relatie wel waar in de moeilijke conditie maar niet in de gemakkelijke conditie (Hoefmans & Hermens, 2013; Koenen & Elbertsen, 2014). Dit werpt de vraag op of de waarneming van een visueel statistische relatie wel bepaald wordt door het aantal verschillende figuren en het aantal paren in een reeks.

Deelvragen en hypothesen

De algemene vraagstelling van het huidige onderzoek was de vraag hoe uniek problemen in VSL voor kinderen met ASS zijn. In voorgaand onderzoek is VSL bij volwassenen met een verstandelijke beperking en ASS onderzocht (Koenen & Elbertsen, 2014), hieruit bleek dat zij niet in staat waren tot VSL. Voor dit huidige onderzoek werd gekeken of VSL zich ook al voordoet in de kindertijd. Het is theoretisch mogelijk dat het VSL niet vanaf het begin van de ontwikkeling al verstoord is. In dat geval kunnen problemen

in VSL niet beschouwd worden als een belangrijke oorzaak van ASS. Een VB werd gebruikt als een controlevariabele om te onderzoeken in hoeverre problemen in het visueel statistisch leren uniek zijn voor ASS en niet bijvoorbeeld ook een probleem is bij een verstandelijke beperking. In dat geval zou dit proces niet voldoen aan de eis van uniciteit. In eerder onderzoek werd aangetoond dat normaal begaafde kinderen in staat zijn tot VSL (Fiser & Aslin, 2001; Kirkham, 2002). In dit onderzoek werd daarom een groep normaal begaafde kinderen meegenomen als een vergelijkingsgroep.

De onderzoeksvraag werd getoetst aan de hand van drie deelvragen. De eerste deelvraag was of kinderen met ASS problemen ervaren in VSL. De tweede vraag luidde: zijn de problemen in VSL uniek voor kinderen met ASS en niet afhankelijk van IQ? De derde vraag was of de combinatie van ASS en VB voor een sterkere beperking in VSL zorgde dan ASS zonder VB. Om de deelvragen te beantwoorden werd gebruik gemaakt van de volgende vier doelgroepen: normaal begaafde kinderen, normaal begaafde kinderen met ASS, kinderen met een VB, kinderen met een VB en ASS.

Verwacht werd dat kinderen met ASS problemen ervaren in VSL en dus niet in staat zouden zijn om visueel statistische patronen onbewust waar te nemen. Daarnaast werd verwacht dat kinderen met ASS en VB meer problemen ervaren in VSL in vergelijking met kinderen met alleen een VB. De problemen in VSL zouden dan uniek zijn voor kinderen met ASS en niet afhankelijk van IQ. Wanneer kinderen met ASS ook nog een VB hadden, dan zou verwacht worden dat bij deze kinderen het VSL slechter ontwikkeld is dan bij kinderen met ASS zonder VB. Een VB zou dan een versterker zijn van het hebben van problemen in VSL (Hellendoorn, et al., 2015; Scott-Van Zeeland et al., 2010; Vicari, et al., 2000; Vicari, et al., 2007; Vinter & Detable, 2003).

Methode

Participanten

Voor dit onderzoek is ten behoeve van de dataverzameling samengewerkt met twee andere onderzoekers. In ieder van de drie onderzoeken stond een andere onderzoeksvraag omtrent VSL bij jonge kinderen centraal. Voor de dataverzameling werd gebruik gemaakt van een selecte steekproef. In totaal zijn 40 scholen en instellingen benaderd. Hiervan hebben zeven scholen ingestemd om hun medewerking te verlenen aan het onderzoek. Binnen deze scholen zijn 108 ouders of verzorgers van kinderen benaderd voor schriftelijke toestemming voor deelname aan het onderzoek. De participanten waren 60 kinderen (56%) afkomstig van zeven verschillende scholen in het oosten van Nederland. De participanten waren onder te

verdelen in vijf verschillende doelgroepen. De doelgroepen voor dit huidige onderzoek zijn: normaal begaafde kinderen uit het reguliere basisonderwijs (Nor; 2-6 jaar), kinderen met een normale ontwikkeling en autisme (Nor ASS) (IQ > 85; 5-12 jaar), kinderen met een verstandelijke beperking (VB) (IQ 50-70; 5-12 jaar), kinderen met een verstandelijke beperking met autisme (VB ASS) (IQ 50-70; 5-12 jaar). Om onderscheid te maken tussen de verstandelijke beperking en normaal begaafdheid zijn IQ grenzen bepaald, gebaseerd op de classificatie van intelligentieniveaus (Kievit, Tak & Bosch, 2012). Aangezien er een hoge comorbiditeit is van ADHD bij ASS en een VB, is er gekozen om ADHD niet als exclusiecriteria te gebruiken. De doelgroep Nor werd gebruikt als vergelijkingsgroep daarom werden zij gematcht op mentale leeftijd met de kinderen uit de andere drie groepen. Op de dag van het onderzoek waren vijf kinderen ziek en één kind was naar de tandarts. Uiteindelijk hebben 51 kinderen geparticipeerd in het onderzoek, hiervan hebben zeven kinderen de test niet volledig afgemaakt en zijn daarom niet meegenomen in het onderzoek (vier kinderen uit de Nor ASS groep, één uit de VB groep en één uit de VB ASS groep). Een visuele beperking was een exclusie criterium voor dit onderzoek, omdat er gewerkt werd met visuele stimuli.

Tabel 1

Beschrijvende statistieken voor normaal begaafde kinderen (Nor), normaal begaafde kinderen met autisme (Nor ASS), kinderen met een verstandelijke beperking (VB) en kinderen met een verstandelijke beperking en autisme (VB ASS).

	Totaal N	Man N	Vrouw N	Leeftijd				IQ
				M	SD	Min	Max	
Nor	10	5	5	6.2	.37	5.7	7.0	-
Nor ASS	10	9	1	9.5	2.20	5.0	12.3	102
VB	13	6	7	9.0	1.41	7.1	12.2	64
VB ASS	12	7	5	8.9	1.13	7.1	10.8	60
Totaal	45	27	18	8.4	1.86	5.0	12.3	-

Noot. min = minimum leeftijd; max = maximum leeftijd; IQ = intelligentiequotiënt.

Experiment

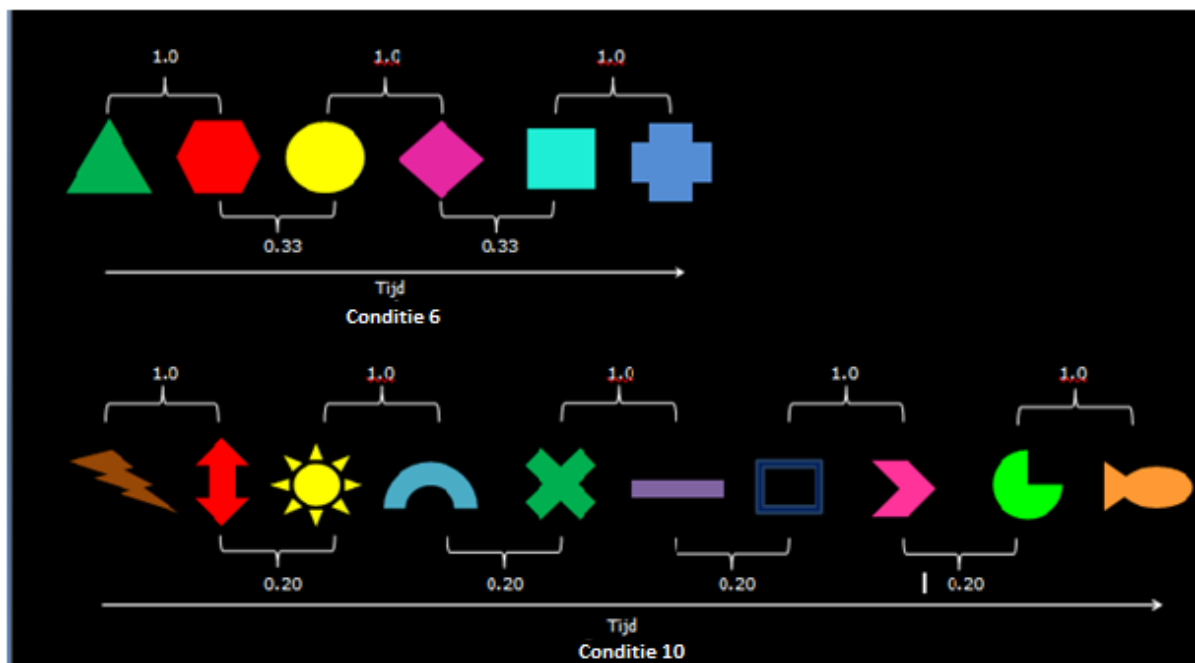
In dit onderzoek is gebruik gemaakt van de stimulusset ontworpen door Hoefmans & Hermens (2013). Deze set is gebaseerd op de onderzoeken van Bulf en collega's (2011) en Kirkham en collega's (2002). De stimulusset is door Hoefmans en Hermens (2013) geconstrueerd tot een PowerPoint en werd in het huidige onderzoek aangeboden middels een film op een Tobii T60 eye-tracker. Dit is een computer waarmee oogbewegingen van de participant worden geregistreerd en gemeten met een infraroodcamera.

Voor het huidige onderzoek was het de intentie om het experiment van Hoefmans &

Hermens (2013) te repliceren en deze uit te bereiden met een nieuwe conditie. Wanneer alle condities geheel werden doorlopen was de totale afnameduur 60 minuten en 18 seconden. Een ruim 60 minuten durende test werd voor kinderen (tussen de zes en 12 jaar) als te intensief geacht, dit zou mogelijk de resultaten beïnvloeden. Daarom is besloten om binnen dit onderzoek slechts twee condities af te nemen. Hiermee bleef de totale afnameduur zo goed als gelijk aan die van het onderzoek van Hoefmans en Hermens (2013), namelijk 40 minuten en 12 seconden. De verwachting was dat de statistische relatie in een conditie met 10 figuren eerder zou worden waargenomen dan in een conditie met 6 figuren en dat de statistische relatie in een conditie met 6 figuren eerder zou worden waargenomen dan in een conditie met 4 figuren. Daarom werd besloten om conditie met 4 figuren (de low demand condition genoemd in het onderzoek van Hoefmans en Hermens) niet mee te nemen in het huidige onderzoek. Dit besluit werd ondersteund door resultaten uit eerdere onderzoeken over VSL waarin alleen significante verschillen werden gevonden tussen statistische en random reeksen in de high demand condition (hier conditie 6) (Hoefmans & Hermens, 2013; Koenen & Elbertsen, 2014). Conditie 6 bestaat uit zes geometrische figuren, onderverdeeld in drie paren van twee stimuli. De nieuwe conditie 10 bestaat uit tien geometrische figuren, onderverdeeld in vijf paren van twee stimuli. De figuren uit de condities werden gebruikt om de reeksen binnen het experiment in te vullen. Een reeks bestond uit 30 figuren (6 figuren waarvan elke figuur 5 keer getoond werd) en duurde maximaal 67 seconden. Het experiment bestond uit 'statistische reeksen' en 'random reeksen'.

De statistische relatie tussen de figuren die een paar vormden bleef voor iedere conditie gelijk. In de 'statistische reeks' was er altijd een kans van 1.0 dat het tweede figuur volgde op het eerste figuur. Bij conditie 6 volgde bijvoorbeeld op de groene driehoek altijd de rode zeshoek. Bij conditie 6 was de kans 0.33 dat een figuur (dat kon het eerste figuur van hetzelfde paar zijn of één figuur van de overige twee paren) volgde na een paar. Oftewel na de tweede figuur van elk paar (bv de rode zeshoek) volgde of het eerste figuur van het eerste paar (de groene driehoek) of het eerste figuur van het tweede paar (de gele cirkel) of het eerste figuur van het derde paar (het turquoise vierkant). De kans dat figuren elkaar opvolgen die geen paar vormen wordt steeds kleiner naarmate er meer verschillende paren zijn en de lengte van de stimulusset dus toeneemt. Dit is bij twee paren een kans van 0.5; bij drie paren is deze 0.33 en bij vijf paren is de kans 0.2. Met de stimulusset wordt het aantal verschillende figuren in een conditie bedoeld. Aangezien Hoefmans en Hermens (2013) alleen een verschil vonden in kijktijd tussen de statistische en random reeksen in de moeilijke conditie (hier conditie 6), werd aangenomen dat deze moeilijke conditie waarschijnlijk de gemakkelijkere

conditie was en omgekeerd. Het is mogelijk dat het waarnemen van een statistische relatie bemoeilijkt wordt als andere figuren een relatief hoge kans (0.5) hebben om te volgen op een bepaald figuur dan wanneer die kans duidelijk lager is (<0.5). In een lange stimulusset met veel verschillende paren kan het hierdoor dus makkelijker zijn om de onderlinge paren te registreren. Volgens deze redenering werd besloten om de benaming van de condities binnen dit onderzoek te wijzigen naar conditie 6 en conditie 10. In figuur 1 is de schematische representatie van de kansen binnen en tussen de paren weergegeven.



Figuur 1. Schematische representatie van de parenreeksen in de verschillende condities.

Bij de random reeks konden alle figuren afzonderlijk en willekeurig achter elkaar getoond worden, bijvoorbeeld in conditie 6 de gele cirkel en de groene driehoek. Hierbij was het niet mogelijk dat hetzelfde figuur twee keer achter elkaar getoond werd, bijvoorbeeld twee keer achter elkaar een gele cirkel.

Iedere conditie begon met een habituatiefase en werd vervolgd door de testfase. In de habituatiefase werden de figuren één voor één getoond en werd er voor gezorgd dat als 2 figuren (bv de groene driehoek en de rode zeshoek) een paar vormden dat deze figuren altijd opeenvolgend gepresenteerd werden. De habituatierreeksen en testreeksen begonnen allemaal met een wit scherm en alle figuren werden op een zwarte achtergrond getoond. De figuren werden één voor één twee seconden getoond, tijdens deze twee seconden groeiden de figuren naar 200% van de startgrootte, wat ook wel 'looming' genoemd wordt. De constructies van de reeksen voor conditie 6 en 10 waren identiek aan elkaar.

Er werd tijdens de habituatiefase gebruik gemaakt van een person-controlled design,

dit houdt in dat wanneer de participant langer dan twee seconden wegkeek, de volgende reeks gestart werd. Voor dit design is gekozen omdat het per participant kon verschillen wanneer iemand gehabitueerd was. Het habituatieparadigma stelt dat als een persoon een representatie heeft opgebouwd van een stimulus, de aandacht afneemt. Tevens werd aangenomen dat de participant de onderliggende statistische relatie had ontdekt, wanneer hij/zij steeds vaker wegkeek, omdat de participant bezig was te habitueren (gewend raken aan de stimuli). Door een volgende reeks te starten, zou een participant weer naar het beeldscherm gaan kijken en zou de aandacht weer hersteld zijn (Kirkham, et al., 2002). De duur van de habituatiefase kon hierdoor per participant verschillend zijn. De habituatiefase duurde voor iedere conditie maximaal 13 minuten en 24 seconden. Deze procedure werd in het huidige onderzoek steeds herhaald tot de participant 12 reeksen (dus 12 x 30 figuren) doorlopen had. Hierbij werd aangenomen dat 12 reeksen voldoende moesten zijn om de statistische relatie impliciet te kunnen waarnemen. Nadat de participant de habituatiefase had doorlopen werd de testfase gestart.

In de testfase werden dezelfde figuren als in de habituatiefase gebruikt. De testfase bestond voor elke conditie uit zes reeksen van elk 30 figuren, dus 67 seconden per reeks. De testfase duurde maximaal zes minuten en 42 seconden. Deze reeksen bestonden uit drie 'statistische reeksen' en drie 'random reeksen'. Deze verschillende reeksen zijn gerandomiseerd aangeboden. Dus de 'statistische reeksen' en 'random reeksen' werden door elkaar gebruikt. Deze volgorde was voor alle proefpersonen gelijk. Net als bij de habituatiefase werd bij de testfase gebruik gemaakt van het person-controlled design. Als de participant langer dan twee seconden weg keek, werd de nieuwe reeks gestart. Wanneer alle zes reeksen doorlopen waren, was de testfase afgelopen. Deze procedure werd voor iedere conditie hetzelfde uitgevoerd.

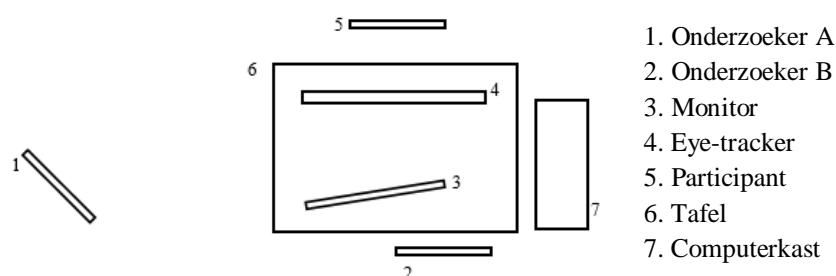
Procedure

Er is toestemming gevraagd voor het onderzoek aan de directeur en/of orthopedagoog van de verschillende scholen. Daarnaast is in overleg met de contactpersoon van iedere school bepaald welke kinderen voldeden aan de doelgroep criteria middels dossieranalyse. Hierna zijn de ouders en/of wettelijk vertegenwoordigers van de kinderen benaderd om toestemming te vragen voor deelname aan het onderzoek middels ondertekening van een toestemmingsbrief. Na inventarisatie van het aantal toestemmingsformulieren is in samenspraak met iedere school de onderzoeksdatum vastgesteld.

Participanten werden door één van de onderzoekers opgehaald uit de klas en naar de aparte onderzoekruimte meegenomen. De participant nam plaats op een stoel en werd recht

voor het scherm van de eye-tracker geplaatst. In sommige gevallen is gebruik gemaakt van kussens om de participant beter voor het scherm te positioneren. Met behulp van het kalibratie programma van de eye-tracker werd bepaald of de participant goed voor het scherm zat en of de ogen konden worden geregistreerd.

Tijdens het onderzoek is gebruik gemaakt van een mobiele eye-tracker, een Tobii T60, waarin twee infraroodcamera's zitten die oogbewegingen registreren. De monitor van de eye-tracker was 17" (1280 x 1024 pixels), waaraan een tweede computerscherm werd aangesloten. Daarop konden de onderzoekers, met behulp van Tobii live viewer de oogbewegingen van de participant volgen. Alle tests zijn afgenomen met twee onderzoekers. Eén onderzoeker volgde de oogbewegingen van de participant op het scherm en klikte door naar de volgende reeks, terwijl de andere onderzoeker de ogen van de participant vanuit een ander gezichtspunt in de gaten hield en een teken gaf wanneer door geklikt moest worden. Op deze manier werd een extra controle ingebouwd om het wegstaren te signaleren. Voor deze methode is gekozen omdat in de voorbereiding gesignaleerd werd dat wanneer participanten vlak langs het scherm keken, dit niet werd geregistreerd door de eye-tracker. Na afloop van de testafname noteerden de onderzoekers observaties en factoren die het kijkgedrag van de participant konden beïnvloeden. In figuur 2 is een schematische weergave te zien van de opstelling.



Figuur 2. Schematische weergave van de testopstelling.

De eye-tracker registreerde de oogbewegingen en de kijktijd in milliseconden. In totaal werden 18 kijktijden per participant geregistreerd: 12 kijktijden van reeksen uit de habituatiefase en zes kijktijden van reeksen uit de testfase. De beide condities werden aan iedere participant gerandomiseerd aangeboden. Dit betekende dat de kans gelijk was dat met conditie 6 of conditie 10 werd gestart. Hiermee werd gecontroleerd voor een volgorde effect van de condities. Voor het starten van de test werden de participanten geïnstrueerd met de zin “kijk maar naar het scherm”. Deze instructie werd tevens gebruikt wanneer de aandacht van het kind niet herstelde na het witte scherm aan het begin van de een nieuwe reeks. Wanneer een participant één conditie doorlopen had werd een korte pauze ingelast. In de pauze werd

met de participant een bewegingsactiviteit gedaan, zoals overgooien met een bal. Vervolgens werd het proces opnieuw gestart voor de andere conditie middels het positioneren van de participant voor de eye-tracker en het kalibreren. Na afloop van beide condities kreeg iedere participant een beloning.

Data analyse

De beschrijvende statistieken van de vier doelgroepen (Nor, Nor ASS, VB en VB ASS) werden weergegeven met een gemiddelde en standaarddeviatie bij continue variabelen. Daarnaast werd gekozen om een aantal categoriale variabelen (vb. geslacht) per doelgroep en in totaal weer te geven. Om de onderzoeksvragen te kunnen beantwoorden is gebruik gemaakt van een 4 x 2 x 2 multivariate analyse voor herhaalde metingen (MANOVA) met een tussengroepfactor voor de doelgroepen (Nor, Nor ASS, VB en VB ASS) en twee binnengroep factoren (statistisch-random, conditie 6 en 10). Voordat hier gebruik van werd gemaakt werden een aantal assumpties getoetst. De Box's M test werd gebruikt om de assumptie van homogeniteit van de variantie-covariantie te onderzoeken. Box's *M* bleek niet significant bij $\alpha = .05$, wat indiceert dat homogeniteit van de variantie-covariantie matrix kan worden aangenomen. De Levene's test werd gebruikt om de assumptie van gelijkheid in variantie tussen de doelgroepen te onderzoeken. De Levene's test bleek significant voor de statistische reeksen van conditie 6 en 10, hiermee wordt de assumptie geschonden. Daarom werden de resultaten van de MANOVA bekeken met een $\alpha = .001$ (Field, 2009). De 4x2x2 MANOVA is vervolgens uitgevoerd, waarbij gecontroleerd werd op het effect van outliers op het significantieniveau van de resultaten. Het verwijderen van de outliers bleek geen invloed te hebben, daarom is besloten deze data te behouden. Omdat enkele participanten een nul score hadden op een van de testreeksen, is een gemiddelde score van de doelgroep berekend. Er waren geen verschillen te zien bij het uitvoeren van de MANOVA voor en na deze ingreep. Daarom worden deze participanten meegenomen in de analyses.

Met de MANOVA is gekeken naar hoofdeffecten en interactie-effecten. Zo is gekeken naar het verschil in gemiddelde kijktijd tussen de statistische en random reeksen in de testfase (hoofdeffect kijktijd statistische - random reeksen) en tussen de doelgroepen (hoofdeffect doelgroep). Hierna is gekeken naar verschillende interactie-effecten (statistische en random reeksen x doelgroep, statistische en random reeksen x conditie, doelgroep x conditie, statistische en random reeksen x conditie x doelgroep). Om de doelgroepen onderling te vergelijken (Nor en Nor ASS, VB en VB ASS en ASS en VB ASS) werd gebruikt gemaakt van post hoc testen middels een MANOVA.

Resultaten

In tabel 2 zijn de gemiddelden en standaard deviaties weergegeven van de kijktijden van statistische en random reeksen, conditie 6 en conditie 10 en van de statistische en random reeksen in conditie 6 en conditie 10. De resultaten van de 4x2x2 MANOVA voor de herhaalde metingen liet een hoofdeffect zien voor doelgroep, $F(3, 41) = 4.18, p = .011, \eta_p^2 = .23$. Dit betekent dat de gemiddelde kijktijd verschillend was voor de groepen, ongeacht conditie en reeks.

Tabel 2

Gemiddelde kijktijden en standaard deviaties tijdens statistische en random reeksen, conditie 6 en conditie 10 en tijdens de statistische en random reeksen in conditie 6 en conditie 10 voor normaal begaafde kinderen (Nor), kinderen met een verstandelijke beperking (VB) en kinderen met een verstandelijke beperking en autisme (VB ASS).

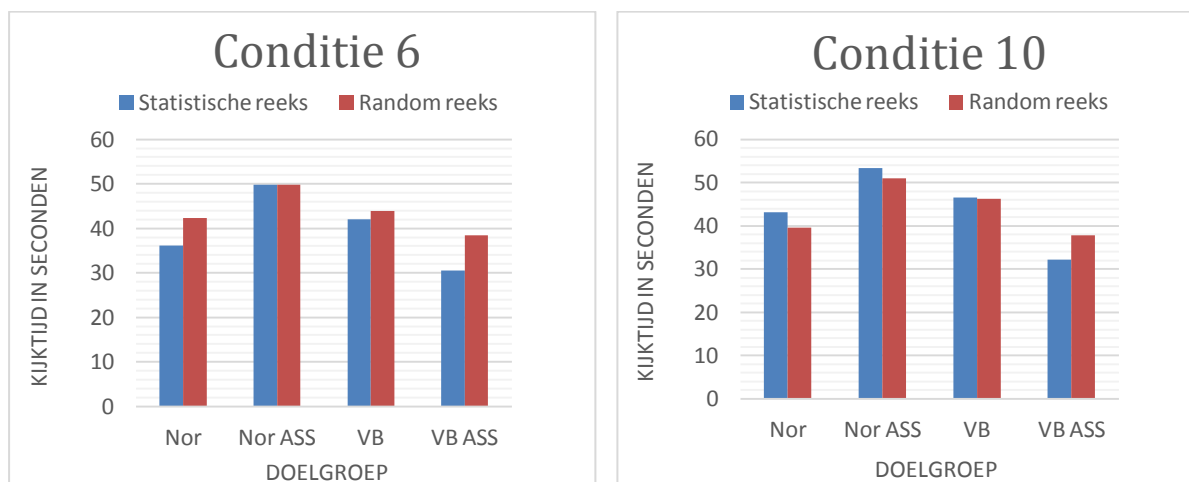
Variabelen	Nor		Nor ASS		VB		VB ASS	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
Statistische reeksen	39.65	10.21	51.61	10.16	44.30	14.20	31.37	9.35
Random reeksen	40.99	10.79	50.36	15.25	45.08	15.06	38.10	13.66
Conditie 6	39.26	10.91	49.83	14.11	42.97	16.35	34.49	7.82
Conditie 10	41.39	8.51	52.14	12.57	46.40	12.68	34.97	13.24
Conditie 6								
Statistische reeks	36.16	15.92	49.87	16.23	42.07	18.97	30.59	8.12
Random reeks	42.36	12.46	49.79	16.62	43.87	18.70	38.39	15.50
Conditie 10								
Statistische reeks	43.15	10.54	53.35	13.44	46.53	17.02	32.14	15.37
Random reeks	39.63	14.07	50.93	16.79	46.27	16.90	37.79	17.22

Tegen de verwachting in werd er geen hoofdeffect gevonden voor statistische en random reeksen, $F(1, 41) = 1.09, p = .30, \eta_p^2 = .03$. Er werd door de kinderen niet langer naar de random reeksen gekeken in vergelijking tot de statistische reeksen.

Tegen de verwachting in werd er geen significant interactie-effect gevonden voor statistische en random reeksen x doelgroep, $F(3, 41) = .91, p = .45, \eta_p^2 = .06$. De gemiddelde kijktijd naar statistische en random reeksen bleek niet afhankelijk te zijn van de doelgroep. Er

werd eveneens geen significant interactie-effect gevonden voor statistische en random reeksen x conditie, $F(1, 41) = .86, p = .36, \eta_p^2 = .02$. De verschillen in de gemiddelde kijktijd tussen statistische en random reeksen bleken niet afhankelijk van de conditie. Ook werd er geen significant interactie-effect gevonden voor doelgroep x conditie $F(3, 41) = .15, p = .93, \eta_p^2 = .011$. Dit betekende dat de gemiddelde kijktijd per conditie niet verschilde tussen de groepen. Tot slot was ook het interactie-effect tussen statistische en random reeksen x conditie x doelgroep niet significant, $F(3, 41) = .17, p = .91, \eta_p^2 = .01$. De kijktijd van statistische en random reeksen was dus niet afhankelijk van de conditie voor de verschillende doelgroepen.

Hoewel in het huidige onderzoek geen significante effecten werden gevonden, geven de resultaten wel een indicatie van een mogelijk verschil tussen de doelgroepen. Wanneer de gemiddelde kijktijden van de statistische en random reeksen, condities en doelgroepen met elkaar vergeleken werden, lagen de verschillen in gemiddelden wel in de verwachte richting, maar waren zij niet significant. Figuur 3 maakt deze verschillen inzichtelijk.



Figuur 3. Gemiddelde kijktijden in conditie 6 en conditie 10 voor statistische en random reeksen, voor normaal begaafde kinderen (Nor), normaal begaafde kinderen met autisme (Nor ASS), kinderen met een verstandelijke beperking (VB) en kinderen met een verstandelijke beperking en autisme (VB ASS).

Zoals verwacht lijkt de groep Nor in conditie 6 langer naar de random reeksen dan naar de statistische reeksen te kijken. Bij conditie 10 liet de groep Nor een onverwacht beeld zien. Zij lijken langer te kijken naar de statistische reeksen dan naar de random reeksen. Zoals verwacht liet de groep Nor ASS in conditie 6 vrijwel geen verschil in kijktijd tussen statistische en random reeksen zien. In conditie 10 laat deze groep eveneens een verwacht beeld zien. Net als bij conditie 6 laat deze groep de langste kijktijden zien ten opzichte van de

andere doelgroepen. De groep Nor ASS kijkt bij conditie 10 iets langer naar de random reeksen dan naar de statistische reeksen. Bij de groep VB waren in conditie 6 minimale verschillen zichtbaar tussen de statistische en random reeksen. Bij conditie 6 keken zij iets langer naar de random reeksen. In conditie 10 liet de groep VB een onverwacht beeld zien; zij keken bij deze conditie vrijwel even lang naar de statistische reeksen als naar de random reeksen. De groep VB ASS lieten de kortste gemiddelde kijktijden in vergelijking met de andere doelgroepen zien. Zij keken zowel in conditie 6 als 10 langer naar de random reeksen dan naar de statistische reeksen.

Ondanks de afwezigheid van significante interactie-effecten werden er aanvullende post hoc analyses met de MANOVA herhaalde metingen uitgevoerd. Uit de post hoc analyses kwamen echter ook geen significante resultaten naar voren. Om een mogelijke verklaring voor het afwezig zijn van significante resultaten te onderzoeken werden extra post hoc analyses uitgevoerd voor de samenhang tussen verschil in kijktijd en leeftijd. Bivariate correlaties lieten geen samenhang tussen het verschil in kijktijd en leeftijd van de participanten zien. Het kon dus niet worden aangetoond dat leeftijd de kijktijd in dit onderzoek heeft beïnvloed, voor conditie 6, $r(43) = .10, p < .01$ als voor conditie 10, $r(43) = .12, p < .01$.

Discussie en conclusie

In dit onderzoek werd de hypothese dat kinderen met een autisme spectrum stoornis (ASS) problemen in het perceptueel leerproces (statistisch leren) hebben (Hellendoorn, et al., 2015) getoetst. Hiertoe moest aan een aantal eisen worden voldaan. Zo moest voldaan worden aan de eis dat het proces van VSL goed meetbaar en specifiek genoeg is om de invloed van andere processen uit te sluiten. Daarnaast moest een stoornis in dit proces uniek zijn voor ASS en niet bijvoorbeeld bij comorbiditeit passen. Aan deze eisen werd in dit onderzoek niet voldaan.

Wanneer aangetoond had kunnen worden dat de problemen in VSL specifiek waren voor mensen met ASS, was dit onderzoek van belang geweest voor zorgverleners, mensen met ASS en de omgeving van mensen met ASS omdat het een manier was om ASS vroegtijdig op te sporen.

In het huidige onderzoek werd niet voldaan aan de gestelde eisen om de hypothese 'kinderen met een autisme spectrum stoornis (ASS) hebben een verstoord perceptueel leerproces (statistisch leren)' aan te nemen. De belangrijkste reden was dat er niet voldaan

werd aan de eis dat het proces van VSL goed meetbaar en specifiek genoeg was om de invloed van andere processen uit te sluiten. Kijkend naar de gemiddelde kijktijden van conditie 6 waren deze voor beide reeksen vrijwel gelijk voor de groep ASS wat mogelijk wijst op problemen in VSL. Dit was ook volgens de verwachting (Hellendoorn et al., 2015). Ook de gemiddelde kijktijd van de groep normaal begaafde kinderen leek langer te zijn tijdens de random reeksen dan tijdens de statistische reeksen, alleen was dit verschil niet significant. Door dit resultaat kon niet aangetoond worden dat we met dit experiment daadwerkelijk VSL hebben kunnen meten. Dit was niet volgens verwachting (Fiser & Aslin, 2001; Kirkham, 2002).

Uit de observaties bleek dat kinderen met VB en ASS moeite hadden met het ondergaan van het experiment. Zij keken vaker weg en hadden minder aandacht voor het scherm. Dit was terug te zien in de resultaten, waaruit bleek dat de groep VB ASS bij beide reeksen de kortste kijktijden had van alle groepen.

In het onderzoek van Bulf en collega's (2011) een conditie met vier figuren gebruikt. Zij namen aan dat dit een gemakkelijkere conditie zou zijn dan een conditie met zes figuren. Wanneer in huidig onderzoek gekeken werd naar de verschillen in gemiddelde kijktijden tussen de statistische reeksen en de random reeksen in conditie 10, dan leek deze conditie moeilijker dan conditie 6. In het huidige onderzoek werden de figuren in conditie 10 minder vaak getoond in vergelijking met conditie 6. In één reeks werden steeds 30 figuren getoond, maar in conditie 6 werd van 6 figuren gebruik gemaakt en was de kans dus groter om vaker hetzelfde figuur te zien dan in conditie 10 waar gebruik gemaakt werd van 10 figuren. Dus elke figuur werd slechts drie keer getoond in een reeks. Als deze redenering klopt, dan zou conditie 10 mogelijk te moeilijk kunnen zijn geweest.

Een belangrijke verklaring voor het uitblijven van significante resultaten is dat de groepsgrootte wellicht te klein was. Ook kunnen vraagtekens geplaatst worden bij de validiteit van het experiment. De participanten kregen namelijk als instructie "kijk maar naar het scherm". Uit de observaties bleek dat de participanten zichzelf soms een opdracht gaven tijdens het experiment. Zo tekenden sommige participanten de figuren met hun vinger in de lucht na of benoemden ze de figuren. De kinderen die dit deden, gaven na het experiment aan dat sommige figuren elkaar opvolgden. Dit zou betekenen dat zij expliciet in plaats van impliciet geleerd hadden. Ook vroegen veel kinderen tijdens en na de afname of zij het goed hadden gedaan. Het zou kunnen dat zij zelf een instructie bedachten waardoor zij steeds gefocust naar het scherm bleven kijken en hoopten de test beter te maken. Op deze manier

werden eventuele verschillen in kijktijd bij de statistische reeksen en random reeksen mogelijk niet gevonden omdat het kind in beide gevallen lange tijd naar het scherm bleef kijken.

Een andere mogelijke verklaring voor het afwezig zijn van significante resultaten volgt uit de observaties waaruit bleek dat jongere kinderen minder aandacht leken te hebben voor het experiment dan oudere kinderen. Toch was er geen samenhang tussen het verschil in kijktijd en leeftijd van de participanten te zien. Leeftijd had de kijktijd in dit onderzoek niet beïnvloed.

Verder zou de rol van volgehouden aandacht tijdens het experiment als verklaring voor de resultaten belangrijk kunnen zijn. Om visueel statistisch te leren is volgehouden aandacht voor de stimulus van belang (Turk-Browne, et. al., 2005). Aangezien de test maximaal 36 minuten kon duren, kon de aandacht voor het scherm in deze lange tijd zijn afgenomen. Wanneer een kind weinig aandacht voor de stimulus had, zal het kind vaker wegstaren bij zowel de statistische als bij de randomreeksen en zou er op die manier dus ook minder snel een verschil in kijktijd gevonden worden. Het witte scherm dat tijdens dit onderzoek gebruikt werd om de aandacht te trekken, bleek vanuit de observatie bij een aantal kinderen mogelijk juist een averechts effect te hebben. Waardoor de resultaten mogelijk verstoord kunnen zijn.

Een laatste verklaring was dat de Tobii eye tracker het wegstaren alleen registreerde wanneer iemand een hele andere kant op keek, maar niet wanneer een participant één meter vanaf het scherm weg keek. Om het onderzoek betrouwbaarder te maken was het de taak voor de onderzoekers om de twee seconden weg kijken goed in te schatten en handmatig door te klikken naar de volgende reeks.

Dit onderzoek had een aantal sterke kanten. Zo was een sterk punt van dit onderzoek dat de participanten van deze specifieke verschillende doelgroepen uit verschillende locaties in Nederland afkomstig waren. De gegevens werden op een gestandaardiseerde manier verzameld en de condities werden gerandomiseerd aangeboden. De onderzoekers konden daarnaast de kinderen niet beïnvloeden aangezien zij niet op het scherm mee konden kijken. Door gebruik te maken van een meting met een computer (de Tobii eyetracker) werd gebruik gemaakt van een zo objectief mogelijk meetinstrument. Er waren ook een aantal beperkingen van het huidige onderzoek die bij eventueel vervolgonderzoek zeker in overweging genomen moeten worden. Zo was het proces waarmee de Tobii eyetracker de metingen deed niet volledig geautomatiseerd. Verder waren het aantal proefpersonen in dit onderzoek

waarschijnlijk te klein om significante verschillen te vinden.

De hypothese in het huidige onderzoek kan met deze resultaten niet ondersteund worden. Eerder onderzoek (Koenen en Elbertsen) biedt echter wel ondersteuning voor de hypothese dat mensen met ASS niet in staat zijn tot visueel statistisch leren. Om in de toekomst de hypothese te onderbouwen is verder onderzoek nodig. Daarbij is naast een grotere steekproef ook een verbeterde studieopzet van belang. Hiervoor zou het goed zijn om de test om visueel statistisch leren te meten te verbeteren. Het is van belang dat het experiment verder te automatiseren zodat bij iedere participant op het juiste moment wordt doorgeklikt naar de volgende reeks. Dit vraagt om een nieuw programma om VSL op een juiste manier te registreren op de Tobii eye tracker. Daarnaast zou het goed zijn om de habituatiefase korter te maken en dat de participant alle reeksen doorloopt. Dit kan door de film te stoppen wanneer iemand wegstijgt en verder te gaan wanneer de aandacht op het scherm terug is. Wanneer gezocht wordt naar een manier om VSL objectiever te meten kan er, net als bij het onderzoek van Jeste, et. al. (2015) gebruik gemaakt worden van event-related electrophysiologicals (EEG).

Concluderend kan gesteld worden dat in dit onderzoek niet aangetoond kon worden dat de kinderen in staat waren de statistische relatie waar te nemen. Aanpassingen in de opzet van het experiment en een grotere steekproef zijn nodig om aan te tonen dat kinderen met een ASS met of zonder een verstandelijke beperking problemen laten zien in het proces van visueel statistisch leren.

Referenties

- American Psychiatric Association. (2014). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th edition [DSM-V]). Washington, DC: Author.
- Baron-Cohen, S. (2009). Autism: The Empathizing–Systemizing (E-S) theory. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1156, 68–80. doi: 10.1111/j.1749-6632.2009.04467.x.
- Baron-Cohen, S., Leslie, A. M., & Frith, U. (1985). Does the autistic child have a ‘theory of mind’? *Cognition*, 21, 37-46. doi:10.1016/0010-0277(85)90022-8.
- Brown J., Aczel, B., Jimenez, etc L, Kaufman SB, Grant KP (2010). Intact implicit learning in autism spectrum conditions. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 63, 1789-1812. doi: 10.1080/17470210903536910.
- Bulf, H., Johnson, S. P., & Valenza, E. (2011). Visual statistical learning in the newborn infant. *Cognition*, 121, 127-132. doi:10.1016/j.cognition.2011.06.010.
- Evans, J. S. B. (2011). Dual-process theories of reasoning: Contemporary issues and developmental applications. *Developmental Review*, 31, 86-102. doi: 10.1016/j.dr.2011.07.007
- Evans, J. L., Saffran, J. R., & Robe-Torres, K. (2009). Statistical learning in children with specific language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 52, 321-335. doi:10.1044/1092-4388
- Field, A. (2009). *Discovering statistics using SPSS*. California: SAGE
- Fiser, J., & Aslin. R. N. (2001). Unsupervised statistical learning of higher-order spatial structures from visual scenes. *Psychological science*. 12, 499-504.
- Gibson, E. J., & Pick, A. D. (2000). *Perceptual learning and development: An ecological approach*. New York: Oxford University Press.
- Gogate, L.J., & Hollich, G. (2010). Invariance detection within an interactive system: A perceptual gateway to language development. *Psychological Review*, 2, 496-516. doi:10.1037/a0019049

- Happé, F., & Frith, U. (2006). The weak central coherence account: Detail-focused cognitive style in autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *36*, 5-25. doi:10.1007/s10803-005-0039-0
- Hellendoorn, A., Wijnroks, & Leseman, P (2015). Unraveling the nature of autism: finding order amid change. *Frontiers in Psychology*, *6*, 1-16. DOI: 10.3389/fpsyg.2015.00359.
- Hoefmans L.C.L.M. & Hermens, M. (2013). *Visueel statistisch leren bij kinderen met een verstandelijke beperking* (Masterthesis). Verkrijgbaar bij Igitur-archive library Universteit Utrecht.
- Jeste, S.S., Kirkham, N., Senturk, D., Hasenstab, K., Suger, C., Kupelian, C., Baker, E., Sanders, A.J., Schimizu, C., Norona, A., Paprella, T., Freeman, S.F.N., & Johnson, S.P. (2015). Electrophysiological evidence of heterogeneity in visual statistical learning in young children with ASD. *Developmental Science*, *18*, 90-105. doi:10.1111/desc.12188
- Kahneman, D. (2011). *Thinking, Fast and Slow*. New York: Farrar, Straus and Giroux. In Nederland uitgegeven onder de titel: *Ons feilbare denken*. Door uitgeverij Business Contact en vertaald door Peter van Huizen en Jonas de Vries.
- Kaufman, S. B., DeYoung, C. G., Gray, J. R., Jiménez, L., Brown, J., & Mackintosh, N. (2010). Implicit learning as an ability. *Cognition*, *116*(3), 321-340. doi:10.1016/j.cognition.2010.05.011
- Kievit, Th., Tak, J.A., & Bosch, J.D. (2012). *Handboek psychodiagnostiek voor de hulpverlening aan kinderen*. Utrecht: de Tijdstroom.
- Kim, R., Seitz, A., Feenstra, H., & Shams, L. (2009). Testing assumptions of statistical learning: Is it long-term and implicit? *Neuroscience Letters*, *461*, 145-149. doi:10.1016/j.neulet.2009.06.030
- Kirkham, N. Z., Slemmer, J. A., & Johnson, S. P. (2002). Visual statistical learning in infancy: evidence for a domain general learning mechanism. *Cognition*, *83*, B35-B42. doi:10.1016/S0010-0277(02)00004-5
- Koenen, M., & Elbertsen, W. (2014). *Kunnen mensen met een verstandelijke beperking visueel statistisch leren?* (Masterthesis). Verkrijgbaar bij Igitur-archive library Universteit Utrecht.

- Ozonoff, S., Pennington, B.F., & Rogers, S.J. (1991). Executive function deficits in high functioning autistic individuals: Relationship to theory of mind. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *32*, 1081-1105. doi:10.1111/j.1469-7610.1991.tb00351.x
- Reyna, V.F. & Brainerd, C.J. (2011). Dual processes in decision making and developmental neuroscience: A fuzzy-trace model. *Developmental Review*, *31*, 180-206.
- Ricco, R.B. & Overton, W.F. (2011). Dual systems Competence <- -> Procedural processing: A relational developmental systems approach to reasoning. *Developmental Review*, *31*, 119-150.
- Saffran, J. R., Aslin, R. N., & Newport, E. L. (1996). Statistical Learning by 8-Month-Old Infants. *Science*, *274* (5294), 1926-1928. doi:10.1126/science.274.5294.1926
- Saffran, J. R., & Wilson, D. P. (2003). Multilevel Statistical Learning by 12-Month-Old Infants. *Infancy*, *4*, 273-284. doi:10.1207/S15327078IN0402_07
- Shmuelof, L., Krakauer, J. W., & Mazzoni, P. (2012). How is a motor skill learned? Change and invariance at the levels of task success and trajectory control. *Journal of neurophysiology*, *108*, 578-594. doi:10.1152/jn.00856.2011
- Stanovich, K.E., West, R.F., & Toplak, M.E. (2011). The complexity of developmental predictions from dual process models. *Developmental Review*, *31*, 103-118.
- Teinonen, T., Fellman, V., Näätänen, R., Alku, P., & Huotilainen, M. (2009). Statistical language learning in neonates revealed by event-related brain potentials. *BMC Neuroscience*, *10*. doi:10.1186/1471-2202-10-21
- Wijnroks, L. (2013). Het feilbare denken van mensen met een verstandelijke beperking. *Nederlands tijdschrift voor zwakzinnigenzorg*, *39*, 233-253.
- Yu, C., & Ballard, D. H. (2007). A unified model of early word learning: Integrating statistical and social cues. *Neurocomputing*, *70*, 2149-2165. doi:10.1016/j.neucom.2006.01.034