

Kunnen mensen met een verstandelijke beperking visueel statistisch leren?

Masterthesis

Universiteit Utrecht

Masteropleiding Pedagogische Wetenschappen

Masterprogramma Orthopedagogiek

M. Koenen	4043391
W. Elbertsen	4042352
Eerste beoordelaar	S. Dammers MSc.
Tweede beoordelaar	Dr. L. Wijnroks
Datum	19-07-2014

Voorwoord

Voor u ligt onze thesis over visueel statistisch leren bij mensen met een verstandelijke beperking. Deze thesis is door ons gezamenlijk geschreven in het kader van onze opleiding tot orthopedagoog. Allereerst willen wij de twee instellingen, alle participanten, hun ouders, begeleiders en gedragsdeskundigen bedanken voor hun deelname en hulp bij het onderzoek. Zonder alle hulp zou het onderzoek niet mogelijk zijn geweest. Daarnaast willen wij onze thesisbegeleiders Sanne Dammers en Lex Wijnroks bedanken voor alle ondersteuning het afgelopen jaar.

Wieneke Elbertsen

Marlijn Koenen

Juli 2014

Samenvatting

Er is weinig bekend over het impliciet leerproces, visueel statistisch leren (VSL) bij mensen met een verstandelijke beperking (VB). VSL is een aangeboren mechanisme waardoor mensen in staat zijn onbewust hun omgeving te structureren en begrijpen. Aangezien verondersteld wordt dat VSL onafhankelijk is van intelligentie, is het juist voor mensen met een VB een belangrijk mechanisme. De populatie mensen met een VB wordt gekarakteriseerd door zijn heterogeniteit. Het is niet alleen nodig om inzicht te krijgen in VSL bij mensen met een VB, maar specifiek te kijken naar een VB met een bijkomende beperking (zoals een auditieve beperking; AB), een stoornis (zoals een autisme spectrum stoornis; ASS) of een VB van specifieke etiologie (zoals Downsyndroom; DS). VSL is onderzocht door figurenreeksen te tonen in een makkelijke en moeilijke conditie. Tijdens de habituatiefase werden participanten gevoelig gemaakt voor de temporele relatie tussen figurenparen. In de testfase werd nagegaan of participanten onderscheid maakten in kijktijd tussen oude, bekende reeksen en nieuwe reeksen. Conform de verwachting keken, behalve de ASS groep, de DS-groep en de AB-groep gemiddeld langer naar de voor hen nieuwe, onbekende reeksen. De resultaten impliceren dat de AB en DS groep, in tegenstelling tot de ASS groep, in staat zijn temporele relaties waar te nemen. Verder onderzoek is nodig om hardere uitspraken te kunnen doen over VSL bij mensen met een VB met een bijkomende beperking, stoornis of een VB van specifieke etiologie.

Kernwoorden: visueel statistisch leren, verstandelijke beperking, auditieve beperking, autisme spectrum stoornis, Downsyndroom, etiologie.

Abstract

Little is known about the implicit learning process, visual statistical learning (VSL) in people with intellectual disabilities (ID). VSL is an innate mechanism that allows individuals to unconsciously structure and understand their environment. Since it is assumed that VSL is independent of intelligence, it may just be an important mechanism for people with ID. The population of people with ID is characterized by its heterogeneity. It is not only necessary to get an insight in VSL in people with ID, but specifically ID with additional impairments (such as a hearing impairment; HI), ID with disorders (such as the autism spectrum disorder; ASD) or ID from a specific etiology (Down's syndrome; DS). VSL was studied by showing a set of figures in an easy and difficult condition. During the habituation phase participants were sensitized to the temporal relationships in the sets of figures. In the test phase, it was determined whether or not participants could distinguish between old, familiar sets and new

sets. It was expected that participants would look at the new series longer, because they were unknown to them. Except for the ASD group, the HI and DS group showed a significant difference in looking time between old and new sets. The results imply that the HI and DS group, in contrast to the ASD group, are capable of observing or detecting temporal relationships in sets of figures. Further research is needed to make more substantial statements about VSL in people with ID with additional impairments, disorders or ID from specific etiology.

Key words: visual statistical learning, intellectual disabilities, hearing impairment, autism spectrum disorder, Down's syndrome, etiology.

Kunnen mensen met een verstandelijke beperking visueel statistisch leren?

Impliciet leren (IL) is het vermogen om automatisch en zonder bewuste intentie complexe regelmatigheden te herkennen in onze omgeving (Kaufman et al., 2010). IL vormt een fundamenteel aspect van de menselijke cognitie. IL vindt immers dagelijks plaats en speelt een belangrijke rol in het structureren van ons gedrag, percepties en vaardigheden (Wijnroks, 2013). Eerder onderzoek toonde aan dat IL normaal ontwikkeld is bij mensen met een verstandelijke beperking (VB) (Vicari, Bellucci, & Carlesimo, 2000; Vicari, Verucci, & Carlesimo, 2007; Vinter & Detable, 2003). IL werd echter nog niet eerder onderzocht bij mensen met een VB en bijkomende beperking, stoornis of VB van specifieke etiologie, terwijl de populatie mensen met een VB wordt gekarakteriseerd door zijn heterogeniteit (Udwin & Kuczynski, 2007). Er is nog steeds onvoldoende kennis over IL bij mensen met een VB. Het huidige onderzoek richt zich op één van de impliciete leerprocessen, statistisch leren (SL), bij mensen met een verstandelijke beperking met een bijkomende beperking, stoornis of VB van specifieke etiologie.

Volgens Reber, Walkenfeld & Hemstadt (1991) en Wijnroks (2013) is IL onafhankelijk van intelligentie, het proces vindt immers automatisch en onbewust plaats. Daarentegen suggereren Fletcher, Maybery & Bennett (2000) en McGeorge, Crawford & Kelly (1997) dat er een kleine positieve samenhang is tussen IL en intelligentie. Deze opvallende en tegenstrijdige bevinding wordt door Gebauer & Machingtoch (2007) verklaard, door de instructiemethode die Fletcher en collega's (2000) en McGeorge en collega's (1997) hebben gebruikt. Meer specifiek, alleen wanneer de participanten geïnstrueerd worden om de onderliggende statistische samenhang te zoeken, wordt een kleine positieve samenhang met intelligentie gevonden (Gebauer & Mackingtoch, 2007; Hoefmans & Hermens, 2013; Unsworth & Engle, 2005a). Aangezien IL, mits een impliciete instructie wordt gebruikt, onafhankelijk is van intelligentie, zou IL juist voor mensen met een VB een essentieel leerproces kunnen zijn.

Eén van de IL processen is statistisch leren (SL) (Evans, Saffran, & Robe-Torres, 2009; Kim, Seitz, Feenstra, & Shams, 2009). SL stelt mensen al vanaf hun geboorte in staat om betekenis te geven aan de omgeving (Gibson, 1969 in Fisher & Aslin, 2001). Dit proces gebeurt automatisch en zonder instructie en speelt een belangrijke rol in 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). SL is dus een essentieel proces om de omgeving te kunnen begrijpen en derhalve om voorspelbaarheid en een gevoel van veiligheid

te kunnen ervaren. Uit onderzoek blijkt dat mensen met een VB vaker een achterstand of afwijkende ontwikkeling tonen in één of meerdere van deze leerprocessen (Abbeduto, Evans, & Dolan, 2001; Pratt & Greydanus, 2007 in Vuijk, Hartman, Scherder, & Visscher, 2010). Het is dan ook verwonderlijk dat gedegen onderzoek naar SL bij deze doelgroep ontbreekt, aangezien onderzoek naar SL deze problemen mogelijk zou kunnen verklaren.

De informatie voor statistische leerprocessen kan binnen komen via verschillende sensorische kanalen (Bulf, Johnson, & Valenza, 2011). Zo toonden Safran & Wilson (2003) aan dat baby's van twaalf maanden subtiele auditief-statistische relaties kunnen leren in een opeenvolging van niet bestaande lettergrepen. Dit betekent dat de baby's verschillen in de temporele relaties tussen de lettergrepen hebben opgemerkt. Statistisch leren beperkt zich niet alleen tot auditief statistisch leren, zo is het ook mogelijk om visueel statistisch te leren. Visueel statistisch leren (VSL) is een impliciet proces waarbij temporele relaties tussen visuele objecten geleerd worden in zowel ruimte als tijd. Slechts door het observeren van visuele stimuli in scènes, wordt iemand gevoelig voor de onderliggende temporele relatie tussen de visuele stimuli in de scènes. Fisher & Aslin (2002) hebben aangetoond dat baby's van negen maanden hogere-orde visuele kenmerken leren op basis van de temporele relaties. Oftewel, de baby's waren in staat de temporele relaties tussen visuele stimuli waar te nemen. Dit stelt baby's in staat om een efficiënte representatie te ontwikkelen voor verder associatief leren. Ook Kirkham, Slemmer & Johnson (2002) onderzochten VSL bij baby's van twee, vijf en acht maanden oud. Alle baby's, ongeacht de leeftijd, bleken in staat om de temporele relaties in de reeksen visuele stimuli waar te nemen (Bulf et al., 2011; Kirkham et al., 2002).

VSL is veelvuldig onderzocht bij baby's. Hoefmans & Hermens (2013) zijn echter de eerste onderzoekers die VSL hebben onderzocht bij kinderen met zowel een lichte als kinderen met een ernstige VB (LVB; EVB). Hiervoor hebben zij gebruik gemaakt van de onderzoeksopzet van Bulf en collega's (2011) en Kirkham en collega's (2002). In de habituatiefase kregen participanten figuren reeksen te zien, waarbij zij gevoelig werden gemaakt voor de onderliggende temporele relatie. In de testfase werden afwisselend figuren reeksen getoond met dezelfde temporele relatie als in de habituatiefase (oude reeksen) als reeksen zonder temporele relatie (nieuwe reeksen). In zowel de habituatiefase als de testfase werd gebruik gemaakt van dezelfde figuren. De aanname was dat participanten langer zouden kijken naar nieuwe reeksen. Verondersteld werd dat een verschil in kijktijd tussen oude en nieuwe reeksen betekende dat de participanten de veranderingen hadden waargenomen, anders gezegd, dat de temporele relatie werd waargenomen. In het onderzoek werden twee condities gebruikt. De makkelijke conditie (Low Demand Condition; LDC) bestond uit vier

geometrische figuren waarvan twee stimuli een paar vormden. Dat wil zeggen dat als een figuur verscheen er een kans van 1.00 was dat deze gevolgd werd door het figuur waarmee het een paar vormde. De andere figuren volgden willekeurig op elkaar met een gemiddelde kans van 0.50 om een paar te vormen. De moeilijke conditie (High Demand Condition; HDC) bestond uit zes geometrische figuren waarvan drie paren van twee stimuli werden aangeboden. De andere figuren hadden een gemiddelde kans van 0.33 om een paar te vormen. De condities hadden als doel om te onderzoeken of de waarneming van de temporele relaties afhangt van de kans waarin het ene figuur het andere figuur opvolgt. Zowel de kinderen met een LVB als EVB bleken in staat om temporele relaties te ontdekken in reeksen visuele stimuli. Er zijn echter verschillende kanttekeningen te plaatsen bij het onderzoek van Hoefmans & Hermens (2013). Zo werd de kijktijd van de participant gemeten door observatie, waardoor de meetnauwkeurigheid niet kan worden gegarandeerd. Bovendien werd bij alle participanten eerst de LDC en daarna de HDC afgenomen, met een interval van enkele dagen. De resultaten lieten zien dat de kinderen alleen in de HDC de temporele relaties hadden waargenomen. Hierdoor kan niet uitgesloten worden dat de kinderen geleerd hebben van de eerste afname (LDC) en daardoor geprimed waren voor de tweede afname (HDC). Alles afwegend is het verschil in de kijktijd tussen de beide condities niet goed te interpreteren, aangezien er mogelijk een volgorde effect is gemeten. Tevens kunnen de resultaten niet worden gegeneraliseerd, vanwege het gering aantal participanten en bovenal vanwege de heterogeniteit van de VB populatie. Concluderend is er voorzichtigheid geboden met de interpretatie van de resultaten en is er meer onderzoek nodig naar VSL bij mensen met een VB. In het bijzonder is, gezien de heterogeniteit van de VB populatie, onderzoek naar VSL bij mensen met een VB en een bijkomende beperking, een stoornis of VB van specifieke etiologie gewenst.

Er zijn verschillende oorzaken die ten grondslag kunnen liggen aan een VB, zowel pre-, peri-, als postnataal, waarbij vooral de prenatale factoren zoals genetische afwijkingen of infectieziekten kunnen leiden tot specifieke (afwijkende) hersenontwikkelingen en uiterlijke kenmerken. Daarnaast komen psychiatrische stoornissen en sensorische beperkingen vaker voor bij mensen met een VB (Carr & O'Reilly in Carr, O'Reilly, Walsh, & McEvoy, 2007). Vicari, Albertini & Caltagirone (1992) omschreven een VB van een specifieke etiologie als een verscheidenheid van condities waarin sommige cognitieve functies meer verstoord zijn dan andere. Onderzoek toonde aan dat er zowel tussen als binnen een etiologie verschillende cognitieve- en impliciete geheugenprofielen zijn (Vicari et al., 1992; Pezzini, Vicari, Volterra, Milani, & Ossella, 1999). Dit ondersteunde de hypothese dat niet zonder meer verondersteld

kan worden dat alle mensen met een VB in staat zijn tot VSL. Daarom werden in de huidige studie drie groepen onderzocht, mensen met een VB met een bijkomende beperking, een stoornis of een VB van specifieke etiologie. Meer specifiek, mensen met een VB en een auditieve beperking (AB), een autisme spectrum stoornis (ASS) of Downsyndroom (DS). Ogenschijnlijk lijken er meer verschillen dan overeenkomsten tussen deze groepen. Een belangrijke gemene deler is echter dat zij alle drie geassocieerd worden met leerproblemen of achterstanden op het gebied van taal, motoriek en sociale cognitie.

Allereerst wordt bij mensen met een AB een specifiek vaardigheidsprofiel waargenomen. Zo zijn mensen met een AB beter in perifere visuele zoektaken dan horende mensen, maar is er geen verschil in centrale visuele zoektaken (Dye, Baril, & Bavelier, 2007). Een achterstand in de ontwikkeling of een beperking op een ander gebied komt bij 30 % van de kinderen met een gehoorstoornis voor (Karchmer & Allen, 1993). Dove kinderen met een cochleair implantaat (CI) toonden meer tekorten in vergelijking met horende kinderen in het visueel sequentieel leren. Tevens bleek er een correlatie tussen de mate waarin dove kinderen met een CI in staat waren tot visueel sequentieel leren en hun taalontwikkeling (Conway et al., 2011). Conway en collega's (2011) stelden dat een periode van auditieve deprivatie kan resulteren in verstoringen van aspecten van de non-verbale cognitie, vooral de aan representatie en organisatie van sequenties van visueel en visueel-motorische patronen gerelateerde vaardigheden. Aangezien mensen met een AB voornamelijk leren door visuele waarneming, kan worden verondersteld dat van alle impliciete leerprocessen vooral VSL bij deze groep onmisbaar is. Doordat er geen onderzoek bekend is naar VSL bij mensen met een AB, kunnen geen voorspellingen worden gedaan over VSL bij deze groep en is nader onderzoek nodig.

Ten tweede wordt bij ASS verondersteld dat statistische leerprocessen mogelijk anders of afwijkend ontwikkeld zijn. ASS wordt namelijk gekarakteriseerd door beperkingen in sociale, communicatieve en motorische vaardigheden. Mogelijk kunnen deze karakteristieke problemen worden verklaard door statistische leerprocessen (Klinger, Klinger, & Pohlig, 2007; Mostofsky, Goldberg, Landa, & Denckla, 2000; Romero-Munguía, 2008). Hellendoorn, Wijnroks & Leseman (ingediend) stellen dat ASS wordt gekenmerkt door beperkingen in één van de onderliggende SL processen, invariantiedetectie. Invariantiedetectie stelt ons in staat om orde te scheppen in een voortdurend veranderende complexe fysieke en sociale omgeving, gebeurtenissen en personen te begrijpen en hierop te reageren (Fisher & Aslin, 2001, 2002a, 2002b, 2005; Gangopadhyay & Schilbach, 2012; Gogate & Hollich, 2010). Door selectieve aandacht voor stabiele patronen en structurele regelmatigheden (= invarianties) in de

veranderende omgeving, hoeft men alleen op geregistreerde onbekende patronen (= varianties) te reageren. Dit leerproces reduceert hiermee onzekerheid. Als mensen met ASS niet of minder goed in staat zijn om invarianties te ontdekken, blijft de omgeving onoverzichtelijk en onvoorspelbaar. Dit maakt het niet verwonderlijk dat mensen met ASS een grote, soms dwangmatige, behoefte hebben aan regelmaat en structuur. De verwachting is dat de grote verschillen binnen de ASS groep verklaard zouden kunnen worden, doordat SL bij de één meer is aangedaan dan bij de ander (Hellendoorn et al., ingediend). Dit kan verklaren waarom bij onderzoek naar IL bij mensen met hoog functionerend ASS (HASS) resultaten worden gevonden variërend van enkele tekortkomingen in IL tot geen tekortkomingen (Mostofsky et al., 2000; Gordon & Stark, 2007; Brown, Aczel, Jiménez, Kaufman, & Grant, 2010). Er is er geen onderzoek bekend naar IL bij mensen met 'laag' functionerend ASS. In de huidige studie werd verwacht dat de ASS groep niet of in mindere mate in staat zou zijn tot VSL.

Tenslotte wordt DS gekenmerkt door een specifiek neuropsychologisch profiel, waarbij vooral de discrepantie tussen verbale en visuele vaardigheden opvalt. Zo wordt DS gekenmerkt door problemen in de receptieve en expressieve taalvaardigheden. Daarentegen hebben zij een relatief sterk visueel en ruimtelijk geheugen (Vicari et al., 2000; Udwin & Kuczynski, 2007). Vicari en collega's (2000) pleitten daarom voor een meer ruimtelijk dan verbaal georiënteerd aanbod van informatie bij mensen met DS. Onderzoek toont aan dat mensen met DS vergelijkbaar presteren op IL taken als mensen van gelijke mentale leeftijd en mensen met een VB van onbekende etiologie (Carlesimo, Marotta, & Vicari, 1997; Vicari et al., 2000; Vicari, 2001). Echter in dit onderzoek is slechts gebruik gemaakt van visuele zoektaken, wat niet alle domeinen van IL bestrijkt. Hierdoor is het nog onbekend of mensen met DS in staat zijn tot VSL, waardoor nader onderzoek nodig is.

Samenvattend zal in de huidige studie worden onderzocht of mensen met een VB en een AB, ASS of DS in staat zijn om temporele relaties te ontdekken in een reeks visuele stimuli. Er wordt verwacht dat er verschillen zijn tussen de groepen met een AB, ASS en DS op het gebied van VSL. Allereerst kunnen er geen verwachtingen worden opgesteld of mensen met een AB in staat zijn om temporele relaties te ontdekken in een reeks visuele stimuli. Ten tweede wordt verwacht dat mensen met ASS problemen ervaren in het ontdekken van temporele relaties in een reeks visuele stimuli. Ten derde kunnen er eveneens voor mensen met een DS geen verwachtingen worden opgesteld of zij in staat zijn om temporele relaties in een reeks visuele stimuli te ontdekken. Er wordt gekeken naar verschillen in kijktijd tussen de condities. Verwacht wordt dat mensen langer kijken naar de HDC, omdat de HDC

uit meer figurenparen bestaat dan de LDC. De condities worden at random aangeboden, waardoor gecontroleerd wordt voor een volgorde effect. Tenslotte wordt in het huidige onderzoek gebruik gemaakt van een eyetracker. Dit is een computer waarmee oogbewegingen geregistreerd worden met een infraroodcamera, zodat de participant-kijktijd nauwkeurig geregistreerd en gemeten kon worden.

Methodie

Tabel 1

Beschrijvende statistieken voor de AB, ASS en DS groep

	Totaal	Man	Vrouw	Leeftijd	
	<i>n</i>	<i>n</i>	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
AB	14	6	8	37.07	9.25
ASS	16	11	5	35.63	13.84
DS	15	7	8	39.27	12.12
Totaal	45	24	21	37.29	11.82

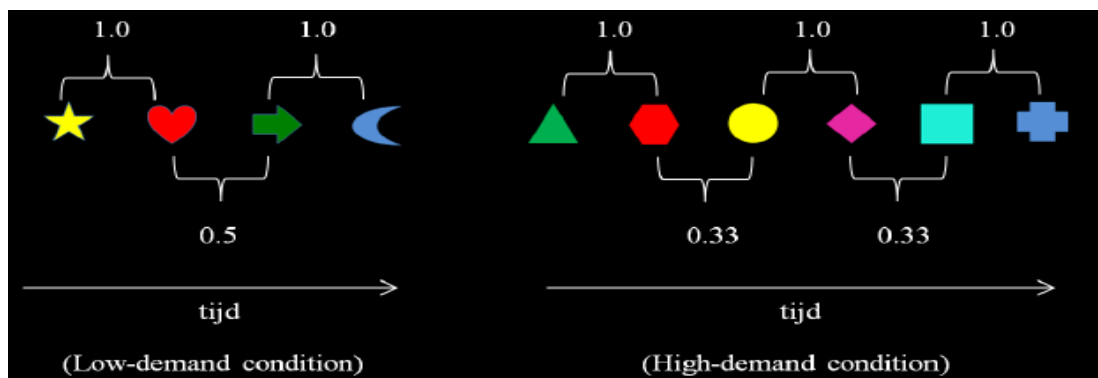
Participanten

In dit onderzoek werd gebruik gemaakt van een selecte steekproef. De participanten waren 45 mensen met een VB, die afkomstig waren van twee zorginstellingen in Nederland. Meer specifiek zijn mensen tussen de 16-58 jaar met een VB (IQ 20-70) in combinatie met een AB, een ASS of DS geworven voor het onderzoek (zie tabel 1). De participanten zijn geselecteerd op basis van dossieranalyse, waarbij een visuele beperking een exclusiecriteria was. Daarnaast zijn participanten met DS en comorbide ASS of dementie niet meegenomen in het onderzoek. Er werd geen rekening gehouden met comorbiditeit tussen ASS en AB, evenals comorbide epilepsie voor alle groepen. Ouders, wettelijk vertegenwoordigers en de participanten hebben toestemming gegeven voor deelname aan het onderzoek. In totaal zijn 88 mensen benaderd voor het onderzoek, uiteindelijk hebben 47 mensen geparticipeerd in het onderzoek. Hiervan hebben twee participanten de test niet afgemaakt en zijn derhalve niet meegenomen in het onderzoek. Drie participanten hebben meegedaan aan het pilotonderzoek.

Stimulusset

Er is gebruik gemaakt van de zelfontworpen stimulusset van Hoefmans & Hermens (2013), welke gebaseerd was op de onderzoeken van Bulf en collega's (2011) en Kirkham en collega's (2002). In het huidige onderzoek is de stimulusset van Hoefmans & Hermens (2013) geconstrueerd tot een film, welke werd aangeboden op een eyetracker.

De stimulusset was per conditie geconstrueerd tot drie basissets: één set werd gebruikt in de habituatiefase en twee sets in de testfase. Er werd gebruik gemaakt van twee condities, de LDC en de HDC. Tijdens de habituatiefase van de LDC kregen de participanten een stimulusset te zien. Eén voor één werd elk figuur twee seconden getoond, tijdens deze twee seconden groeide het figuur tot 200% van de startgrootte, ook wel ‘looming’ genoemd. De figuren van de LDC bestonden uit twee paren (paar één: gele ster en rood hart, paar twee: groene pijl en blauwe maan), die willekeurig na elkaar werden getoond. De figuren van één paar werden dus niet tegelijkertijd getoond. Het paar was dus niet onmiddellijk waarneembaar, wat betekende dat de participant zelf de statistische relatie tussen de paren moest ontdekken. Wanneer het eerste figuur van een paar (gele ster) verscheen was er een kans van 1.00 dat deze gevolgd werd door het figuur waarmee het een paar vormde (rode hart). Daarentegen was de kans dat figuren tussen paren elkaar opvolgden 0.5. Anders gezegd; na de tweede vorm van het eerste paar (rode hart) kon zowel de eerste vorm van het tweede paar (groene pijl) volgen als de eerste vorm van het eerste paar (gele ster). In figuur 1 is de schematische representatie van de kansen binnen en tussen paren weergegeven.



Figuur 1. Schematische representatie van de reeksen gedurende de habituatiefase in de twee condities.

De habituatiefase van de HDC bestond uit zes vormen, onderverdeeld in drie paren (paar één: groene driehoek en rode zeshoek, paar twee: gele cirkel en roze ruit en paar drie: turquoise vierkant en blauwe kruis). De constructie van de HDC habituatiefase was identiek aan de LDC habituatiefase. Ook in de HDC gold dat wanneer het eerste figuur van een paar verscheen er een kans was van 1.00 dat deze gevolgd werd door het figuur waarmee het een paar vormde. Daarentegen was de kans dat figuren tussen paren elkaar opvolgden 0.33. Anders gezegd; na de tweede vorm van het eerste paar (rode zeshoek) kon zowel het eerste figuur van het tweede paar (de gele cirkel), het eerste figuur van het derde paar (turquoise vierkant) als het eerste figuur van het eerste paar (groene driehoek) worden getoond.

Aangezien de HDC uit meer figuren en dus meer paren bestond, was de temporele relatie tussen de paren kleiner, waardoor de HDC een moeilijkere conditie was dan de LDC. In figuur 1 is de schematische representatie van de kansen binnen en tussen paren weergegeven.

De habituatiefase begon met een wit scherm. In tegenstelling tot Hoefmans & Hermens (2013) werd in het huidige onderzoek géén geluid gebruikt om de aandacht van participanten naar het scherm te trekken, omdat de ASS en de DS groep hierdoor mogelijk in het voordeel zouden worden gesteld ten opzichte van de AB groep. Bovendien zouden de groepen hierdoor niet zuiver met elkaar vergeleken kunnen worden. Elk figuur uit de stimulusset werd op een zwarte achtergrond getoond. De habituatiefase was afgelopen wanneer een participant 12 reeksen doorlopen had. Eén reeks duurde maximaal 60 seconden (30 vormen). Tijdens de habituatiefase werd gebruik gemaakt van een person-controlled design, d.w.z. wanneer de participant langer dan twee seconden wegkeek, werd de volgende reeks gestart. Tevens werd hierbij aangenomen dat de participant de onderliggende temporele relatie had ontdekt. De duur van de habituatiefase was hiermee per participant verschillend. Nadat de participant de habituatiefase had doorlopen werd de testfase gestart.

De testfase van beide condities bestond uit zes reeksen van elk 60 seconden (30 figuren per reeks). In drie van de reeksen werden de originele paren uit de habituatiefase gebruikt. In de overige reeksen werden dezelfde figuren gebruikt zonder dat er sprake was van paren. De enige beperking was dat twee identieke figuren elkaar nooit direct op konden volgen. Zowel de LDC als de HDC bestonden uit twee testcondities, welke counter-balanced werden aangeboden. Tijdens de testfase werd, net als tijdens de habituatiefase, gebruik gemaakt van een person-controlled design. Wanneer een participant langer dan twee seconden wegkeek, werd een nieuwe reeks gestart. De testfase was afgelopen als de participant alle zes de reeksen doorlopen had. Verwacht werd dat participanten langer keken naar de nieuwe reeksen, omdat de temporele relaties afweken van wat zij hadden geleerd in de habituatiefase.

De habituatiefase duurde maximaal 12 minuten en de testfase maximaal zes minuten. In totaal duurde de gehele LDC of HDC dus maximaal 18 minuten. Als beide condities geheel werden doorlopen, was de totale duur 36 minuten.

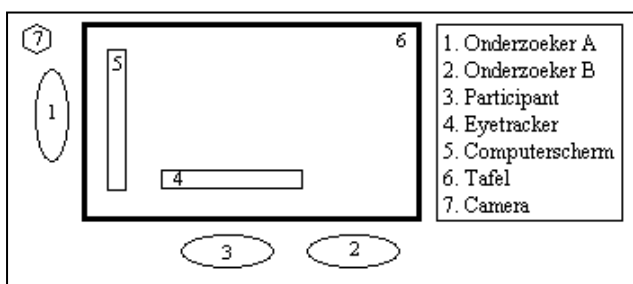
Procedure

Er is toestemming gevraagd voor het onderzoek aan de clustermanagers en directeuren van de twee zorginstellingen. Vervolgens werd er toestemming gevraagd aan de orthopedagogen voor het benaderen van participanten. Hierna zijn de participanten, diens ouders en/of wettelijk vertegenwoordigers benaderd. Na het verkrijgen van de toestemming werd er vanuit elke groep één participant geselecteerd om deel te nemen aan de pilotstudie.

De stimulusset is na de pilotstudie niet aangepast, daarentegen werd de afnameprocedure wel aangepast. Er is besloten om de participanten niet te laten eten of drinken tijdens de test, omdat hierdoor werd weggekeken van het scherm. Daarnaast zijn twee stevige kussens gebruikt, om de participanten beter voor de eyetracker te kunnen positioneren. Eveneens zijn brillenpoetsdoekjes en haarelastiekjes gebruikt om de ogen van de participanten meer zichtbaar te kunnen maken voor de eyetracker.

Er werd gekozen om de beide condities aan elke groep counter-balanced aan te bieden. Dit betekende dat er gelijke kans was tussen de LDC en de HDC als eerst aangeboden conditie. Hiermee werd gecontroleerd voor een volgorde effect van de condities. Daarnaast bestond zowel de LDC als de HDC uit twee vaststaande testcondities, welke ook counter-balanced werden aangeboden. Tijdens het onderzoek is gebruik gemaakt van een Tobii T60 & T120 eyetracker, waarin twee infraroodcamera's zitten die oogbewegingen registreren. De monitor van de eyetracker was 17" (1280 x 1024 pixels), waaraan een tweede 17" computerscherm werd aangesloten. Daarop konden de onderzoekers, m.b.v. Tobii live viewer, de oogbewegingen van de participant volgen. Alle tests zijn afgenomen met beide onderzoekers. Eén onderzoeker volgde de oogbewegingen van de participant en klikte door naar de volgende reeks, terwijl de andere onderzoeker de reeksen per conditie turfde en factoren die het kijkgedrag van de participant konden beïnvloeden observeerde. In figuur 2 is een schematische weergave te zien van de testopstelling.

De eyetracker registreerde de oogbewegingen en de kijktijd in seconden. De kijktijd werd per reeks nauwkeurig vastgelegd. De eyetracker registreerde 18 kijkpatronen en tijden per participant: 12 reeksen uit de habituatiefase en zes reeksen uit de testfase.



Figuur 2. Schematische weergave van de testopstelling

Data analyse

De data uit de testfase werd gebruikt om het verschil in de kijktijd naar nieuwe en oude reeksen te meten. De afhankelijke variabele was kijktijd in seconden. De onafhankelijke variabelen waren de condities (LDC of HDC), de kijktijd naar nieuwe en oude reeksen (oud of nieuw) en de groepen (AB, ASS en DS). Om de onderzoeksvragen te kunnen

beantwoorden is gebruik gemaakt van een 3x2x2 MANOVA design met herhaalde metingen met een tussengroep factor voor de groepen AB, ASS en DS (3) en twee binnengroep factoren (LDC-HDC en oud-nieuw). Hiermee werd gekeken naar verschillen in de gemiddelde kijktijd tussen: oude en nieuwe reeksen in de testfasen (hoofdeffect kijktijd oude - nieuwe reeksen), tussen de condities (hoofdeffect conditie) en tussen de groepen (hoofdeffect groep).

Vervolgens zijn de verschillende interactie-effecten bekeken. Tenslotte werd met gepaarde t-testen gekeken of de verschillen in kijktijd tussen de oude en nieuwe reeksen afhankelijk waren van de groep. Deze analyses zijn eenzijdig getoetst, omdat verwacht werd dat participanten langer zouden kijken naar nieuwe reeksen dan naar oude reeksen. De variabele conditie is eveneens eenzijdig getoetst.

Resultaten

De resultaten van de 3x 2 x 2 MANOVA voor herhaalde metingen liet zien dat er een hoofdeffect was voor oude en nieuwe reeksen, $F(1, 42) = 8.01, p = .007, \eta_p^2 = .160$. Zoals verwacht, hebben de participanten langer gekeken naar nieuwe reeksen in vergelijking tot de oude reeksen. In tabel 2 is te zien dat de DS groep en AB groep gemiddeld langer hebben gekeken naar de nieuwe reeksen. Tevens is te zien dat de kijktijd van de ASS groep niet verschilde tussen oude en nieuwe reeksen. In tabel 2 is te zien dat de gemiddelde kijktijd van zowel de DS groep, $F(1, 42) = 4.045, p = .032, \eta_p^2 = .224$, als de AB groep, $F(1, 13) = 3.955, p = 0.034, \eta_p^2 = .233$, significant verschilde tussen oude en nieuwe reeksen. Dit in tegenstelling tot de ASS groep, $F(1, 15) = .012, p = .458, \eta_p^2 = .001$, waarbij geen significant verschil werd gevonden. Er is geen hoofdeffect gevonden voor conditie, $F(1, 42) = .37, p = .544, \eta_p^2 = .009$, dus de gemiddelde kijktijd verschilde niet tussen de LDC en HDC. Er werd geen significant oude en nieuwe reeksen \times conditie interactie-effect gevonden, $F(1, 42) = 1.58, p = .215, \eta_p^2 = .036$. De verschillen in de gemiddelde kijktijd tussen oude en nieuwe reeksen bleken niet afhankelijk van de conditie. De oude en nieuwe reeksen \times groep interactie was eveneens niet significant, $F(2, 42) = 2.02, p = .145, \eta_p^2 = .088$. De gemiddelde kijktijd naar oude en nieuwe reeksen bleek niet afhankelijk te zijn van de groep. Tevens werd er geen significant interactie-effect gevonden voor oude en nieuwe reeksen \times conditie \times groep, $F(2, 42) = .36, p = .700, \eta_p^2 = .017$. De kijktijd naar oude en nieuwe reeksen was dus niet afhankelijk van de groep per conditie. Hoewel het laatstgenoemde interactie-effect niet significant bleek, zijn er aanvullend nog posthoc analyses met gepaarde t-testen uitgevoerd. Deze resultaten dienen dan ook met voorzichtigheid te worden geïnterpreteerd. De AB groep liet in beide condities een bijna significant verschil zien, LDC: $t(13) = 1.62, p = .064$; HDC: t

(13) = 1.61, $p = .066$. Daarentegen liet de ASS groep in geen enkele conditie een verschil in gemiddelde kijktijd zien, LDC: $t(15) = -.47$, $p = .322$; HDC: $t(15) = -.60$, $p = .279$. De DS groep liet alleen binnen de HDC een significant verschil in kijktijd naar oude en nieuwe reeksen zien, LDC: $t(14) = .52$, $p = .307$; HDC: $t(14) = -2.68$, $p = .009$. Er zijn nog enkele exploratieve resultaten gevonden. Zo bleek het hoofdeffect voor groep significant, $F(2,42) = 2.52$, $p = .092$, $\eta_p^2 = .107$. Dit betekent dat gemiddelde kijktijd per groep verschillend was. Gelet op de gemiddelde kijktijden over alle condities, keek de groep met ASS gemiddeld het langst naar de stimuli, gevolgd door de AB groep en de DS groep keek het minst lang. Daarnaast bleek uit de posthoc analyses met gepaarde t-testen voor de LDC en HDC dat er alleen binnen de HDC een significant verschil was in gemiddelde kijktijd tussen oude en nieuwe reeksen, HDC: $t(44) = -2.87$, $p = .006$; LDC: $t(44) = -.78$, $p = .439$. Tot slot is er een significant groep \times conditie interactie-effect gevonden, $F(2, 42) = 6.04$, $p = .005$, $\eta_p^2 = .223$. Dit betekent dat de gemiddelde kijktijd per conditie verschilde tussen de groepen.

Tabel 2

Gemiddelde kijktijden en standaard deviaties tijdens oude en nieuwe reeksen, de LDC en de HDC en tijdens de oude en nieuwe reeksen in de LDC en de HDC voor mensen met Down syndroom (DS), mensen met een verstandelijke beperking en een auditieve beperking (AB), en mensen met een verstandelijke beperking en autisme (ASS).

Variabelen	DS		AB		ASS	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Oude reeksen	117.73	12.09	138.25	12.76	162.75	12.57
Nieuwe reeksen	132.90*	9.13	150.86*	12.30	163.00	11.78
LDC	111.30	12.51	149.57	14.14	167.22	12.54
HDC	139.33*	10.67	139.54	13.78	158.53	13.82
LDC						
Oud	108.33	14.29	143.86	13.91	169.19	13.55
Nieuw	114.27	11.28	155.29	15.20	165.25	12.87
HDC						
Oud	127.13	11.56	132.64	14.06	156.31	14.13
Nieuw	151.53*	11.64	146.43	14.80	160.75	14.48

* $p < .05$, eenzijdig getoetst.

Discussie en conclusie

In de huidige studie is onderzocht of mensen met een verstandelijke beperking (VB) en auditieve beperking (AB), mensen met een VB en een autisme spectrum stoornis (ASS) en mensen met Downsyndroom (DS) in staat zijn om temporele relaties waar te nemen in figurenreeksen.

Er is een verschil in kijktijd gevonden tussen oude en nieuwe reeksen. De participanten keken gemiddeld langer naar de nieuwe reeksen. Dit verschil duidt erop dat de participanten de temporele relaties in reeksen visuele stimuli hebben waargenomen.

Daarnaast is er gekeken naar de verschillen tussen de groepen. Zo bleek het verschil in kijktijd naar oude en nieuwe reeksen alleen significant voor de AB en de DS groep. Voor de groep ASS waren de verschillen in kijktijd tussen oude en nieuwe reeksen niet significant. Sterker nog, de gemiddelde kijktijden voor beide reeksen lagen zeer dicht bij elkaar. In tegenstelling tot de AB en de DS groep bleek de ASS groep niet de temporele relatie te hebben opgemerkt. In deze studie is een eerste aanwijzing gevonden dat mensen met een VB en een AB of DS in staat tot VSL. Het huidige onderzoek ondersteunt het resultaat van Vicari en collega's (2000) dat mensen met DS in staat zijn tot IL, aangezien VSL een impliciet leerproces is. Daarentegen spreekt het huidige onderzoek de bevinding van Conway en collega's (2011) tegen. Zij stelden dat een AB gepaard gaat met beperkingen of achterstanden in visueel sequentieel leren. Het huidige onderzoek toont echter aan dat mensen met een VB en AB in staat zijn tot VSL. Mogelijk kan dezelfde verklaring als Gebauer & Machingosh (2007) worden toegepast, namelijk dat de prestaties op IL taken worden beïnvloed door de instructie. In het huidige onderzoek kregen de participanten een impliciete instructie (kijk maar naar het scherm), daarentegen werden participanten in het onderzoek van Conway en collega's (2011) geïnstrueerd om aan te geven wat zij hadden gezien (een expliciete instructie).

In lijn der verwachting toonde de ASS groep geen significant verschil in kijktijd naar oude en nieuwe reeksen. De ASS groep heeft geen onderscheid gemaakt tussen de oude en nieuwe reeksen, waardoor kan worden gesteld dat de temporele relaties niet zijn opgemerkt. Dit resultaat komt overeen met de hypothese van Hellendoorn en collega's (ingediend) waarin wordt verondersteld dat ASS gekenmerkt wordt door problemen in het detecteren van invarianties.

Hoewel verwacht werd dat de participanten meer moeite zouden hebben met het waarnemen van de statistische relatie in de HDC was het verschil in kijktijd tussen de oude en nieuwe reeksen niet afhankelijk van de moeilijkheidsgraad van de statistische relatie.

Blijkbaar zijn mensen met een VB in staat om ook meer complexe visuele temporele relaties waar te nemen. De aanname dat VSL onafhankelijk is van intelligentie wordt hiermee ondersteund (Evans, 2011; Hoefmans & Hermens, 2013). Opvallend is dat het huidige resultaat verschilt met de bevindingen van Hoefmans en Hermens (2013), waarbij de participanten het langst keken naar de LDC. Een mogelijke verklaring voor het verschil is dat de condities in het huidige onderzoek counter-balanced zijn aangeboden. Hierdoor waren de participanten niet geprimed voor één specifieke conditie en konden de kijktijden binnen de condities beter met elkaar worden vergeleken. Daarnaast blijkt dat de participanten in het huidige onderzoek langer hebben gekeken naar beide condities. Een mogelijke verklaring is dat Hoefmans en Hermens (2013) de kijktijd hebben geobserveerd terwijl er in het huidige onderzoek gebruik is gemaakt van een eyetracker. Hierdoor is de beoordeling van de kijktijd mogelijk meer nauwkeurig en betrouwbaar dan wanneer er slechts gebruik wordt gemaakt van observatie.

De kijktijd naar oude en nieuwe reeksen was niet afhankelijk van de groep per conditie. Hoewel het interactie-effect niet significant bleek, zijn er toch opmerkelijke exploratieve resultaten gevonden. Het blijkt namelijk dat de DS enkel het verschil heeft waargenomen tussen oude en nieuwe reeksen in de HDC. Een mogelijke verklaring is dat verschillen eerder worden gedetecteerd in de HDC, omdat het verschil in de statistische samenhang hierbij groter is dan in de LDC. Met andere woorden de paren worden eerder opgemerkt, omdat de kans dat een willekeurig ander figuur zou volgen lager was in de HDC dan in de LDC. Dit resultaat moet echter met voorzichtigheid worden geïnterpreteerd. Aangezien deze bevinding slechts is gevonden na een exploratieve verkenning van de resultaten is vervolgonderzoek gewenst om deze bevindingen opnieuw te testen/onderzoeken. Dan kan worden onderzocht of de DS groep de temporele relaties makkelijker opmerkt wanneer de verschillen tussen de figurenparen groter zijn. Onderzoek zou derhalve aanknopingspunten kunnen bieden voor de wijze waarop informatie het best kan worden aangeboden aan mensen met DS waardoor er beter op hen kan worden afgestemd.

De huidige resultaten kunnen inzicht bieden in de hoge comorbiditeit tussen AB en ASS. Zo blijkt de prevalentie van een AB bij mensen met ASS 1,3 - 5,3 %, daartegenover is de prevalentie van ASS bij mensen met een AB 1,6 - 10% (Tas et al., 2007; Kielinen, Rantala, Timonen, Linna, & Moilanen, 2004; Rosenhall, Nordin, Sandström, Ahlsén, & Gillberg, 1999 in Isarin, Rikken, & Verpoorten, 2009). Allereerst kan de comorbiditeit worden verklaard vanuit de communicatieve beperkingen die kenmerkend zijn voor beide groepen (Symanski & Brice, 2008 in Isarin et al, 2009). Het huidige onderzoek toont echter dat ondanks dat de AB

groep het verschil tussen oude en nieuwe reeksen heeft opgemerkt, zij een langere kijktijd nodig hadden dan de DS voordat het verschil werd opgemerkt. De AB groep blijkt dus in staat tot VSL maar lijkt hiervoor mogelijk meer tijd nodig te hebben. Deze bevinding kan aanknopingspunten bieden voor de omgang met mensen met een AB evenals de wijze waarop zij leren (zoals aanbod van scholing).

Er is nog geen allesomvattende verklaring voor autisme, meer specifiek er is nog geen verklaring die alle kenmerkende problemen van deze doelgroep omvat (te weten tekortkomingen in de sociale interactie, tekortkomingen in de communicatie en stereotiepe patronen van gedrag; APA, 2000). De huidige resultaten vormen een eerste onderbouwing voor de theorie van Hellendoorn en collega's (ingediend) dat ASS ten grondslag ligt aan problemen met het detecteren van invarianties. Vanuit deze theorie zouden alle bovengenoemde kenmerkende problemen kunnen worden verklaard. De huidige resultaten bieden tevens aanknopingspunten voor psycho-educatie aan mensen met ASS en hun omgeving.

Een eerste beperking van het onderzoek is dat er binnen elke conditie twee vaststaande testcondities zijn gebruikt, welke counter-balanced werden aangeboden. Een onderzoeksopzet waarbij alle figurenreeksen, aan iedere participant, volledig gerandomiseerd worden aangeboden zou mogelijk beter zijn geweest. Een tweede mogelijke beperking is dat het soms lastig bleek om met de eyetracker de ogen van de participanten te kalibreren en/of te meten tijdens de gehele testafname. Vanwege de oogstand of bewegelijkheid van sommige participanten zijn de oogbewegingen mogelijk minder nauwkeurig geregistreerd dan gewenst. Een derde beperking van het onderzoek is dat het huidige onderzoek gebaseerd is op onderzoek bij baby's. Derhalve is de meetmethode mogelijk niet afgestemd op het kijkgedrag van volwassenen. In het huidige onderzoek bleek, evenals in de studie van Hoefmans en Hermens (2013), dat de participanten ondanks de impliciete instructie ('kijk maar naar het scherm') soms een eigen interpretatie gaven dan wel een eigen instructie bedachten voor het onderzoek. Zo dachten verschillende participanten dat hun ogen werden getest om te onderzoeken of zij een bril moesten ('kijken', 'ogen', 'onderzoek'). Andere participanten dachten dat zij alle figuren van de stimulusset moesten opnoemen. Sommige participanten leken te schrikken wanneer er doorgeklikt werd naar de volgende reeks (hierop volgde een wit scherm). Vervolgens bleven zij, ondanks geruststelling, gespannen naar het scherm kijken. Mogelijk is hierdoor langer naar de figurenreeksen gekeken dan wanneer de bedoeling van de testsituatie zou zijn begrepen. Wat betreft de DS groep viel op dat zij hun hoofd weg draaiden en duidelijk lieten merken wanneer zij geen aandacht of interesse meer hadden voor de test.

Het kijkgedrag van de DS groep zou kunnen worden omschreven als primair, in die zin dat zij net zoals baby's door middel van het (weg)draaien van hun hoofd hun interesse tonen of hun aandacht richten. Mogelijk sluit de, op baby's afgestemde, meetmethode meer aan bij het kijkgedrag van deze groep.

Het is belangrijk dat er in de toekomst meer onderzoek gedaan wordt, zodat hardere uitspraken kunnen worden gedaan over VSL bij mensen met een VB en een AB, een VB en ASS of DS. Gebruik van een controle groep, waardoor participanten van gelijke mentale en chronologische leeftijd worden gekoppeld, is daarbij gewenst. Als eerste is het belangrijk dat er meer onderzoek gedaan wordt naar de manier van meten van VSL. Bijvoorbeeld door vervolgonderzoek naar VSL bij baby's of jonge kinderen met een VB en een AB of ASS, omdat zij dan nog meer primair reageren in het richten van aandacht. Hierdoor kan tevens worden onderzocht of VSL bij deze groep al vroeg aanwezig is of zich pas later ontwikkeld. Tevens kan worden onderzocht of de langere kijktijd in het huidige onderzoek werd beïnvloed door interpretaties of verwachtingen t.a.v. de testsituatie. In het bijzonder is vervolgonderzoek naar VSL aanbevolen bij mensen met ASS van verschillende niveaus. Hierdoor kan namelijk meer inzicht worden verkregen in de mate waarin mensen met ASS van verschillende niveaus in staat zijn tot VSL. Bovendien zou de ernst van ASS (tekortkomingen en beperkingen) kunnen worden vergeleken met de mate waarin de ASS participanten of groepen in staat zijn tot VSL. Eveneens kan de theorie van Hellendoorn en collega's (ingediend) zodoende nader worden onderzocht. Ten tweede is het gewenst dat VSL wordt onderzocht bij mensen met een VB en verschillende bijkomende stoornissen en mensen met een VB van verschillende specifieke etiologie. Aangezien het huidige onderzoek enkel inzicht biedt in VSL bij mensen met een VB en een AB, een VB en ASS of DS.

Concluderend kan gezegd worden dat, met uitzondering van mensen met een autisme spectrum stoornis, mensen met een verstandelijke beperking in staat zijn regelmatigheden in reeksen visuele stimuli waar te nemen. Mensen met autisme vertonen daarentegen problemen met het waarnemen van dit soort regelmatigheden en deze bevinding kan een verklaring bieden voor de specifieke problemen die deze groep kenmerkt, omdat statistisch leren gezien wordt als een krachtig mechanisme dat de basis vormt voor de taal-, communicatieve en sociale ontwikkeling.

Referenties

Abbeduto, L., Evans, J., & Dolan, T. (2001). Theoretical perspectives on language and

- communication problems in mental retardation and developmental disabilities. *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews*, 7(1), 45-55. doi: 10.1002/1098-2779
- American Psychiatric Association (2000). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders (4th edition [DSM-IV-TR])*. Washington, DC: Author.
- Brown, J., Aczel, B., Jiménez, L., Kaufman, S. B., & Grant, K. P. (2010). Intact implicit learning in autism spectrum conditions. *The quarterly journal of experimental psychology*, 63(9), 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
- Carlesimo, G. A., Marotta, L., & Vicari, S. (1997). Long-term memory in mental retardation: Evidence for a specific impairment in subjects with Down's syndrome. *Neuropsychologia*, 35(1), 71-79. doi:10.1016/S0028-3932(96)00055-3
- Carr, A. & O'Reilly, G. (2007). *Diagnoses, classification and epidemiology* (p. 4-49). In: Carr, A., O'Reilly, G., Walsh, P. N., & McEvoy, J. (2007). *Handbook of intellectual disability and clinical psychology practice*. New York: Routledge.
- Conway, C. M., Pisoni, D. B., Anaya, E. M., Karpicke, J., & Henning, S. C. (2011). Implicit sequence learning in deaf children with cochlear implants. *Developmental science*, 14(1), 69-82. doi:10.1111/j.1467-7687.2010.00960.x
- Conway, C. M., Karpicke, J., Anaya, E. M., Henning, S. C., Kronenberger, W. G., & Pisoni, D. B. (2011). Nonverbal cognition in deaf children following cochlear implantation: Motor sequencing disturbances mediate language delays. *Developmental neuropsychology*, 36(2), 237-254. doi:10.1080/87565641.2010.549869
- Dye, M. W. G., Baril, D. E., & Bavelier, D. (2007). Which aspects of visual attention are changed by deafness? The case of the attentional network test. *Neuropsychologia*, 45, 1801-1811. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2006.12.019
- Evans, J. S. B. (2011). Dual-process theories of reasoning: Contemporary issues and developmental applications. *Developmental Review*, 31(2), 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(2), 321-335. doi:10.1044/1092-4388
- Fisher, J., & Aslin, R. N. (2001). Unsupervised statistical learning of higher-order spatial

- structures from visual scenes. *Psychological science*, 12(6), 499-504.
doi:10.1111/1467-9280.00392
- Fisher, J., & Aslin, R.N. (2002). Statistical learning of higher-order temporal structure from visual shape-sequences. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 28(3), 458-467. doi:10.1037//0278-7393.28.3.458
- Fisher, J., & Aslin, R.N. (2002). Statistical learning of new visual feature combinations by infants. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(24), 15822-15826.
doi:10.1073/pnas.232472899
- Fisher, J., & Aslin, R.N. (2005). Encoding multielement scenes: statistical learning of visual feature hierarchies. *Journal of Experimental Psychology: General*, 134(4), 521-537.
doi:10.1037/0096-3445.134.4.521
- Fletcher, J., Maybery, M. T., & Bennett, S. (2000). Implicit learning differences: A question of developmental level? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 26, 246-252. doi:10.1037/0278-7393.26.1.246
- Gangopadhyay, N., & Schilbach, L. (2012). Seeing minds: A neurophilosophical investigation of the role of perception-action in social perception. *Social Neuroscience*, 7(4), 410-423. doi:10.1080/17470919.2011.633754
- Gebauer, G. F., & Mackintosh, N. J. (2007). Psychometric intelligence dissociates implicit and explicit learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 33(1), 34-54. doi:10.1037/0278-7393.33.1.34
- Gibson, E. J. (1969). *Principles of perceptual learning and development*. In: Fisher, J., & Aslin, R. N. (2001). Unsupervised statistical learning of higher-order spatial structures from visual scenes. *Psychological science*, 12(6), 499-504. doi:10.1111/1467-9280.00392
- Gogate, L. J., & Hollich, G. (2010). Invariance detection within an interactive system: a perceptual gateway to language development. *Psychological Review*, 117(2), 496-516.
doi:10.1037/a0019049
- Gordon, B., & Stark, S. (2007). Procedural learning of a visual sequence in individuals with autism. *Focus on autism and other developmental disabilities*, 22(1), 14-22.
doi:10.1177/10883576070220010201
- Hellendoorn, A., Wijnroks, L., & Leseman, P. (ingediend). Reconsidering the nature of autism: Finding order amid change.
- 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.
- Karchmer, M. A., & Allen, T. E. (1999). The functional assessment of deaf and hard of hearing students. *American annals of the deaf*, *144*(2), 67-77.
doi:10.1353/aad.2012.0468
- 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
- Kielinen, M., Rantala, H., Timonen, E., Linna, S. L., & Moilanen, I. (2004). Associated medical disorders and disabilities in children with autistic disorder A population-based study. *Autism*, *8*(1), 49-60. doi:10.1177/1362361304040638 in Isarin, J., Rikken, E., & Verpoorten, R. (2009). *Doof/slechthorend & autistisch: implicaties voor gebaren(taal)*. Nijmegen: PonTeM.
- 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
- Klinger, L. G., Klinger, M. R., & Pohlig, R. L. (2007). *Implicit learning impairments in autism spectrum disorders* (p.76-103). In: Vizcaino, C. N., Perez, J. M., Comi, M. L., & Gonzalez, P. M. (2007). *New developments in autism: The future is today*. London: Jessica Kingsley Publishers.
- McGeorge, P., Crawford, J. R., & Kelly, S. W. (1997). The relationship between psychometric intelligence and learning in an explicit and implicit task. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *23*, 239–245. doi: 10.1037/0278-7393.23.1.239
- Mostofsky, S. H., Goldberg, M. C., Landa, R. J., & Denckla, M. B. (2000). Evidence for a deficit in procedural learning in children and adolescents with autism: implications for cerebellar contribution. *Journal of the International Neuropsychological Society*, *6*(7), 752-759. doi:10.1017/S1355617700677020
- Pezzini, G., Vicari, S., Volterra, V., Milani, L., & Ossella, M. T. (1999). Children with Williams syndrome: Is there a single neuropsychological profile? *Developmental neuropsychology*, *15*(1), 141-155. doi:10.1080/87565649909540742

- Pratt, H. D., & Greydanus D. E. (2007). Intellectual disability (mental retardation) in children and adolescents. *Primary Care, 34*, 375-386. In: Vuijk, P. J., Hartman, E., Scherder, E., & Visscher, C. (2010). Motor performance of children with mild intellectual disability and borderline intellectual functioning. *Journal of intellectual disability research, 54*(11), 955-965. doi:10.1111/j.1365-2788.2010.01318.x
- Reber, A. S., Walkenfeld, F. F., & Hemstadt, R. (1991). Implicit and explicit learning: Individual differences and IQ. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 17*(5), 888-896. doi:10.1037/0278-7393.17.5.888
- Romero-Munguía, M. A. (2008). Mnesic imbalance: A cognitive theory about autism spectrum disorders. *Annals of general Psychiatry, 7*, 20. doi:10.1186/1744-859X-7-20
- Rosenhall, U., Nordin, V., Sandström, M., Ahlsen, G., & Gillberg, C. (1999). Autism and hearing loss. *Journal of autism and developmental disorders, 29*(5), 349-357. doi: 10.1023/A:1023022709710 in Isarin, J., Rikken, E., & Verpoorten, R. (2009). *Doof/slechthorend & autistisch: implicaties voor gebaren(taal)*. Nijmegen: PonTeM.
- 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*(2), 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*(2), 578-594. doi:10.1152/jn.00856.2011
- Szymanski, C., & Brice, P. J. (2008). When Autism and Deafness Coexist in Children: What We Know Now. *Odyssey: New Directions in Deaf Education, 9*(1), 10-15. in Isarin, J., Rikken, E., & Verpoorten, R. (2009). *Doof/slechthorend & autistisch: implicaties voor gebaren(taal)*. Nijmegen: PonTeM.
- Tas, A., Yagiz, R., Tas, M., Esme, M., Uzun, C., & Karasalihoglu, A. R. (2007). Evaluation of hearing in children with autism by using TEOAE and ABR. *Autism, 11*(1), 73-79. doi:10.1177/1362361307070908 in Isarin, J., Rikken, E., & Verpoorten, R. (2009). *Doof/slechthorend & autistisch: implicaties voor gebaren(taal)*. Nijmegen: PonTeM.
- Udwin, O., & Kuczynski, A. (2007). *Behavioral phenotypes in genetic syndromes*. In: Carr, A., O'Reilly, G., Walsh, P. N., & Mcevoy J. (2007). *The handbook of intellectual disability and clinical psychology practice*. New York: Routledge.
- Unsworth, N., & Engle, R. W. (2005a). Individual differences in working memory capacity

- and learning: Evidence from the serial reaction time task. *Memory & Cognition*, 33(2), 213-220. doi:10.3758/BF03195310
- Vicari, S. (2001). Implicit versus explicit memory function in children with Down and Williams syndrome. *Down Syndrome Research and Practice*, 7(1), 35-40. doi:10.3104/reports.112
- Vicari, S., Albertini, G., & Caltagirone, C. (1992). Cognitive profiles in adolescents with mental retardation. *Journal of Intellectual Disability Research*, 36(5), 415-423. doi:10.1111/j.1365-2788.1992.tb00559.x
- Vicari, S., Bellucci, S., & Carlesimo, G. A. (2000). Implicit and explicit memory: a functional dissociation in persons with Down syndrome. *Neuropsychologia*, 38(3), 240-251. doi:10.1016/S0028-3932(99)00081-0
- Vicari, S., Verucci, L., & Carlesimo, G. A. (2007). Implicit memory is independent from IQ and age but not from etiology: evidence from Down and Williams syndromes. *Journal of Intellectual Disability Research*, 51(12), 932-941. doi:10.1111/j.1365-2788.2007.01003.x
- Vinter, A., & Detable, C. (2003). Implicit learning in children and adolescents with mental retardation. *Journal Information*, 108(2), 94-107. doi:10.1352/0895-8017
- Wijnroks, L. (2013). Het feilbare denken van mensen met een verstandelijke beperking. *Nederlands tijdschrift voor zwakzinnigenzorg*, 39(4), 233-253.
- Yu, C., & Ballard, D. H. (2007). A unified model of early word learning: Integrating statistical and social cues. *Neurocomputing*, 70(13), 2149-2165. doi:10.1016/j.neucom.2006.01.034