RESPONSINHIBITIE BIJ VOLWASSENEN DIE STOTTEREN VERSUS NIET STOTTEREN

Kurt Eggers [1,2,3]

[1] Opleiding Logopedie en Audiologie, Groep Gezondheid en Welzijn, Lessius Antwerpen

[2] Experimentele ORL, Departement Neurowetenschappen, Universiteit Leuven

[3] European Clinical Specialization on Fluency Disorders (ECSF)

In dit onderzoek werd nagegaan of eerder gevonden verschillen in responsinhibitie tussen stotterende en niet-stotterende kinderen (Eggers, De Nil, & Van den Bergh, 2010, submitted) ook aanwezig zouden zijn tussen volwassen personen die stotteren (PDS) en niet stotteren (PDNS). De proefgroep bestond uit 48 volwassenen tussen 18;0 en 50;11, waarvan 24 PDS en 24 PDNS, gematcht op basis van leeftijd (± 11 maanden) en geslacht. Responsinhibitie werd gemeten aan de hand van de gecomputeriseerde GoNoGo taak van de Amsterdamse Neuropsychologische Taken (De Sonneville, 2009). De resultaten toonden aan dat, naar analogie met de bevindingen bij KDS, volwassen PDS, als groep, een minder efficiënte responsinhibtie hadden in vergelijking met PDNS. Dit bleek uit het voorkomen van een significant hoger aantal valse alarmen. Onze bevindingen werden gelinkt aan eerdere bevindingen op vlak van responsinhibitie en aan mogelijke etiologische modellen van stotteren.

Keywords
stotteren, volwassenen, responsinhibitie, inhibitorische controle, temperament

Inleiding

Responsinhibitie (RI) kan worden gedefinieerd als de capaciteit om vooraf geplande of habituele responsen (Congdon, et al., 2010) te onderdrukken of uit te stellen eens ze niet langer relevant zijn (Dagenbach & Carr, 1994; Dempster & Brainerds, 1995; Rothbart & Posner, 1985). Het verwijst naar het kunnen inhiberen van zowel motorische responsen als gedachten en emoties (Verbruggen & Logan, 2008) en is nauw verweven met een hele reeks van responscontroleprocessen zoals het focussen van aandacht, het interpreteren van stimuli, en het selecteren en vervolgens uitvoeren van responsen (Eagle, Bari, & Robbins, 2008). RI is belangrijk voor het uitvoeren van dagdagelijkse taken (Simpson & Riggs, 2009) en speelt een cruciale rol bij het executief functioneren (Friedman & Miyake, 2004), de aandachtscontrole (Desimone & Duncan, 1995; Kochanska, 1997) en de zelfregulatie van emoties (Kochanska, Murray, Jacques, Koenig, & Vandegeest, 1996).

Verschillende auteurs hebben reeds gealludeerd op de mogelijke rol die zelfregulatie, aandacht, of meer specifiek, RI zouden kunnen spelen in de ontwikkeling van stotteren. Uit reeds eerder uitgevoerd onderzoek bij hoofdzakelijk kinderen die stotteren (KDS) bleek dat KDS een minder efficiënte zelfregulatie vertoonden, zoals het zich minder makkelijk kunnen aanpassen aan nieuwe situaties (Anderson, Pellowski, Conture, & Kelly, 2003; Karrass et al., 2006), vlugger afgeleid werden door omgevingsstimuli (Schwenk, Conture, & Walden, 2007) en minder efficiënt waren op gebied van aandachtsregulatie (Felsenfeld, van Beijsterveldt, & Boomsma, 2010) zoals aandachtsoriëntering (Eggers, De Nil, & Van den Bergh, 2010, in press) en het verdelen van aandacht bij taken waar gelijktijdig verschillende opdrachten dienden te worden uitgevoerd (Bosshardt, 1999, 2002, 2006). Op gebied van RI wijzen sommige studies in de richting van een verlaagde efficiëntie in KDS (Eggers et al., 2010; Embrechts, Ebben, Franke, & van de Poel, 2000) terwijl in andere studies geen verschillen werden gevonden (Anderson & Wagovich, 2010).

Gezien de rol die RI, ook wel inhibitorische controle genoemd, speelt bij het plannen en uitvoeren van de spraakmotoriek (bijvoorbeeld het detecteren en herstellen van fouten in het motorisch plan), is het interessant om deze functie grondiger te bestuderen bij stotteren (o.a., Alm, 2004b; Smits-Bandstra & De Nil, 2007; Xue, Aron, & Poldrack, 2008). Daarenboven werden er in diverse imaging onderzoeken naar de onderliggende neurologische correlaten van stotteren, weliswaar allen uitgevoerd bij volwassenen personen die stotteren (PDS), afwijkende activaties gevonden in de corticale en subcorticale structuren verantwoordelijk voor RI (Watkins, Smith, Davis, & Howell, 2008), zoals de rechter prefrontale cortex (Casey, et al., 1997; Aron, Fletcher, Bullmore, Sahakian, & Robbins, 2003) en de fronto-basale ganglia circuits (Aron et al., 2007; Chambers, Garavan, & Bellgrove, 2009; Congdon et al., 2010).

In onze eigen onderzoeken op basis van een temperamentvragenlijst, de Children's Behavior Questionnaire

–Dutch (CBQ; Rothbart, Ahadi, Hershey, & Fisher, 2001; Van den Bergh & M. Ackx, 2003), vonden we evidentie voor een mogelijke rol van RI in ontwikkelingsstotteren (Eggers, et al., 2009, 2010). KDS scoorden namelijk significant lager op een inhibitorische controle schaal, die naging in welke mate kinderen op vraag of in nieuwe situaties ongepaste responsen konden onderdrukken – voorbeelditem: *"Kan makkelijk een activiteit stoppen als hij erom gevraagd wordt"*. Gezien er in het verleden wel eens kritiek werd geuit op de validiteit van vragenlijstonderzoeken in deze materie (Vaughn, Taraldson, Cuchton, & Egeland, 2002), gingen we in een vervolgonderzoek op basis van directe experimentele testing na in welke mate de eerder gevonden verschillen konden worden bevestigd aan de hand van neurocognitieve computertaken (Eggers, De Nil, & Van Den Bergh, submitted). Bij een groep van 30 KDS (gemiddelde leeftijd = 7;05 jaar) en 30 op leeftijd (± 3 maanden) en geslacht gematchte KDNS, werd RI onderzocht aan de hand van de GoNoGo-taak van de Amsterdamse Neuropsychologische Taken (De Sonneville, 2009). Dit is een eenvoudige computertaak waarbij de proefpersoon bij het zien van een Go-stimulus, i.c. een groen mannetje, zo vlug als mogelijk moet afdrukken, terwijl bij het verschijnen van de NoGo-stimulus, i.c. een rood mannetje, de neiging om af te drukken moet worden geïnhibeerd. KDS vertoonden significant meer valse alarmen (het afdrukken bij een NoGo-stimulus) en premature responsen (reacties met een reactietijd >200 ms, waardoor ze niet het gevolg kunnen zijn van een reactie op de aangeboden stimulus, maar eerder een teken van impulsiviteit), en waren minder in staat hun responsstrategie bij te sturen; deze bevindingen wezen duidelijk op een minder efficiënte responscontrole bij KDS.

Er werden verschillende paradigma's ontwikkeld om RI te meten, zoals GoNoGo-, Stopsignal-, en Stroop-taken, waarbij de proefpersoon op basis van de aangeboden stimuli al dan niet moet reageren of reageren op een bepaald aspect van de aangeboden stimulus; voor kinderen bestaan er daarnaast ook metingen gebaseerd op real-life geïnspireerde emotie-uitlokkende laboratoriumtaken, zoals het Mistaken gift paradigm en Gift delay tasks, waarbij men evalueert hoe de proefpersoon reageert als hij/zij na het uitvoeren van een bepaalde taak een ander cadeau krijgt dan oorspronkelijk gevraagd (vb. een barbiepop in plaats van een voetbal) of helemaal geen beloning krijgt (Baron, 2004; Carlson & Moses, 2001; Christ, White, Mandernach, & Keys, 2001).

Gezien er tot op heden nog geen specifieke onderzoeken werden uitgevoerd naar de RI bij volwassen PDS, wilden we met de huidige studie nagaan of de eerder gevonden verschillen tussen KDS en KDNS ook nog aanwezig waren op volwassen leeftijd. Om makkelijk een vergelijking te kunnen maken met de resultaten van onze eerdere studie bij KDS (Eggers et al., submitted) werd in huidig onderzoek hetzelfde paradigma gehanteerd. Gebaseerd op onze eerdere bevindingen bij KDS, was onze hypothese dat volwassen PDS, op basis van een GoNoGo-taak, een minder efficiënte RI zouden vertonen in vergelijking met PDNS, i.c. meer valse alarmen.

Methodiek

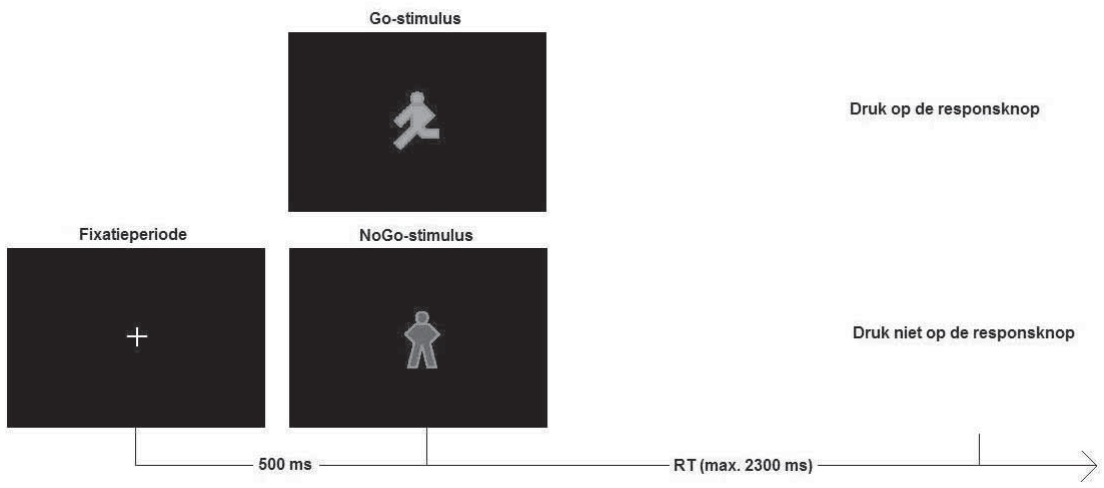
Proefgroep

De proefgroep bestond uit 24 volwassenen (21 mannen en 3 vrouwen) gediagnostiseerd als personen die stotterden (PDS) en 24 niet-stotterende personen (PDNS), paarsgewijze gematcht op leeftijd (± 11 maanden) en geslacht. De gemiddelde leeftijd van de PDS was 27;01 jaar (*SD* = 9;04) en voor de PDNS was dit 27;01 jaar (*SD* = 9;02). Alle proefpersonen waren Nederlandssprekend, hadden een normale of tot normaal gecorrigeerde visus, en vertoonden geen gerapporteerde spraak-, taal- en/of gehoorproblemen (buiten het stotteren bij de PDS), noch neurologische of psychologische problemen. De PDS werden gerekruteerd via stottertherapeuten en zelfhulpgroepen.

Twee subtests van de Nederlandstalige Wechsler Adult Intelligence Scale (WAIS-III-NL; Wechsler, 2000), i.c. 'Blokpatronen' en 'Woordenschat', werden afgenomen om een mogelijke invloed van groepsverschillen op vlak van cognitief functioneren uit te sluiten. Beide subtests correleren sterk met de totaalscore (Groth-Marnat, 2009) en bieden aldus de mogelijkheid om in een korte tijdspanne een beeld te krijgen van het cognitief functioneren. De gemiddelde scores voor de subtaak 'Woordenschat' bedroegen respectievelijk 53,21 (*SD* = 7,89) voor de PDS en 55,13 (*SD* = 6,65) voor de PDNS. Op de subtaak 'Blokpatronen' scoorden de PDS gemiddeld 45,21 (*SD* = 16,59) in vergelijking met 51,46 (*SD* = 12,37) bij de PDNS. Er werden geen significante groepsverschillen gevonden voor Woordenschat, $t\ (46) = -.91,\ p = .37$, of Blokpatronen, $t\ (46) = -1.48,\ p = .15$.

Sociaaleconomische status werd ingeschat op basis van het hoogst behaalde opleidingsniveau (1 = lager onderwijs, 2 = secundair onderwijs, 3 = hogeschool en 4 = universiteit). De gemiddelde score bedroeg 2,75 (*SD* = 0,90) voor de PDS en 2,58 (*SD* = 0,65) voor de PDNS. Er werden geen significante groepsverschillen gevonden: $t\ (46) = .74,\ p = .47$.

Figuur 1. Overzicht van de GoNoGo taak.



Stotterernst werd bepaald op basis van spraakstalen die bij alle proefpersonen werden verzameld door middel van een spontaan gesprek en het lezen van een tekst. Dit gebeurde op een gestandaardiseerde manier door het hanteren van standaardvragen en eenzelfde leestekst. De spraakstalen werden opgenomen met een videocamera en achteraf geanalyseerd. Scores op het Stuttering Severity Instrument for Children and Adults (SSI-3; Riley, 1994) werden bepaald op basis van minimum 300 woorden. De PDS die deelnamen aan de huidige studie produceerden ≥ 3 'within-word disfluencies' (klank- of syllabeherhalingen, met inbegrip van monosyllabische woordherhalingen, verlengingen, of blokkeringen) per 100 woorden (Conture, 2001) en scoorden ≥ Pc 5 op de SSI-3. De PDNS produceerden < 3 within-word-disfluencies per 100 woorden en scoorden < Pc1 op de SSI-3 (de maximum ruwe score bedroeg 4). Veertien PDS werden geclassificeerd als zeer mild, vijf als mild, twee als matig en drie als ernstig.

Onderzoeksinstrumenten

Baseline Speed Taak

Om een mogelijke invloed van groepsverschillen in reactietijd op de experimentele taak te vermijden, werd er voorafgaandelijk bij alle proefpersonen een eenvoudige reactietijdtaak afgenomen, de 'baseline speed'-taak van de Amsterdamse Neuropsychologische Taken (De Sonneville, 2009). Deze taak werd als eerste afgenomen om eventuele leereffecten te vermijden; daarnaast bood dit ook de mogelijkheid aan de proefpersonen om vertrouwd te geraken met de gecomputeriseerde afnameprocedure. De taak bestond uit 2 experimentele blokken van elk 32 trials, één voor de rechterwijsvinger en één voor de linkerwijsvinger, en werd voorafgegaan door een oefensessie van 10 trials. Elke trial begon met de presentatie van een wit fixatiekruis op een zwarte achtergrond. Eens er een wit blokje verscheen in het midden van het scherm, moesten de proefpersonen zo snel als mogelijk de responsknop indrukken. De duurtijd van deze stimulus was variabel en afhankelijk van het afdrukken van de proefpersoon. Valide responsen vielen tussen 150 ms en 4000 ms na stimuluspresentatie. Interstimulusintervals varieerden at random tussen 500 ms en 2500 ms.

Experimentele Taak: GoNoGo Taak

De GoNoGo-taak van de Amsterdamse Neuropsychologische Taken (De Sonneville, 2009) is een computertaak die meet in welke mate een proefpersoon zijn/haar automatische/habituele respons kan inhiberen. Figuur 1 geeft een overzicht van de taak. De GoNoGo-taak bestond uit 1 experimenteel blok van 48 trials, voorafgegaan door een oefensessie van 8 trials. Elke trial begon met een wit, centraal geplaatst fixatiekruis op een zwarte achtergrond. De fixatieperiode had een vaste duurtijd van 500 ms en werd gevolgd door de presentatie van een stimulus. Er waren 2 verschillende stimuli mogelijk: a) de Go-stimulus, zijnde een groen, wandelend mannetje, of b) de NoGo-stimulus, zijnde een rood, stilstaand mannetje. Beide stimuli werden at random doch met gelijke frequentie gepresenteerd, m.a.w. gedurende de ganse taak werden er 50% Go- en 50% NoGo-stimuli gepresenteerd. De proefpersonen moesten bij de presentatie van de Go-stimulus zo vlug als mogelijk met de dominante wijsvinger op de responsknop drukken; bij de presentatie van de NoGo-stimulus mocht er niet afgedrukt worden. Er werd aan de proefpersonen gevraagd zo weinig mogelijk fouten te maken en zo snel als mogelijk af te drukken. De responsknop was de rechter- of de linkermuisknop onderaan het track pad van de laptop, afhankelijk van de handvoorkeur van de proefpersoon. De stimuli bleven aanwezig op het scherm tot de proefpersoon had afgedrukt of tot de maximale stimulus-

duurtijd van 800 ms was bereikt. Er werd geen feedback gegeven. Valide responsen vielen tussen 200 ms en 2300 ms na begin van de stimuluspresentatie. De totale duurtijd van een trial bedroeg 2800 ms. De globale duurtijd van de taak bedroeg ongeveer 4 minuten.

De frequentie van volgende variabelen werd voor elke deelnemer automatisch opgeslagen: a) 'hits' (wanneer de Go-stimulus werd gevolgd door een respons tussen 200 en 2300 ms na het presenteren van de stimulus, b) 'missen' (wanneer er geen respons volgde op een Go-stimulus), c) 'valse alarmen' (wanneer een NoGo-stimulus werd gevolgd door een respons tussen 200 en 2300 ms na het presenteren van de stimulus), en d) 'premature responsen' (wanneer er op de responsknop werd gedrukt tussen 0 en 200 ms na het presenteren van de stimulus). Voor de variabelen 'hits' en 'valse alarmen' werd eveneens de gemiddelde reactietijd bepaald.

Procedure

De testafname vond telkenmale plaats bij de proefpersoon thuis in een kamer met zo weinig mogelijk achtergrondlawaai en afwezigheid van derden. Alle onderzoeken werden afgenomen tijdens één onderzoeksmoment. De volgorde van afname van de tests was als volgt: a) Baseline speed taak, b) GoNoGo-taak, c) subtests 'Blokpatronen' en 'Woordenschat' van de WAIS-III-NL, en d) verzamelen van spraakstalen. Bij de computertaken werd een Asus-laptop gehanteerd met een 15-inch scherm. De computer werd op een tafel geplaatst. De afstand tussen de proefpersoon, zittend op een stoel, en het scherm bedroeg 45 cm. Achter de computer werd een groot, plooibaar zwart scherm geplaatst, om eventuele visuele afleidende stimuli te vermijden. Het scherm bestond uit drie wanden, zodat ook langs de zijkant geen visuele afleiding mogelijk was. Tijdens de computertaken droegen de proefpersonen eveneens een koptelefoon om afleidend omgevingslawaai te vermijden. De proefleider bevond zich buiten het visuele veld van de proefpersoon.

Resultaten

Verschillen in eenvoudige reactietijd (baseline speed taak) werden nagegaan aan de hand van een t-test. De gemiddelde reactietijd voor PDS (250 ms, *SD* = 21,64) en PDNS (244 ms, *SD* = 23,80) was niet significant verschillend: *t (46) = .94, p = .35.*

Tabel 1 geeft een overzicht van de gemiddelde foutenpercentages van de variabelen (missen, valse alarmen en premature responsen) van de GoNoGo-taak voor PDS en PDNS. Missen kwamen niet en premature responsen

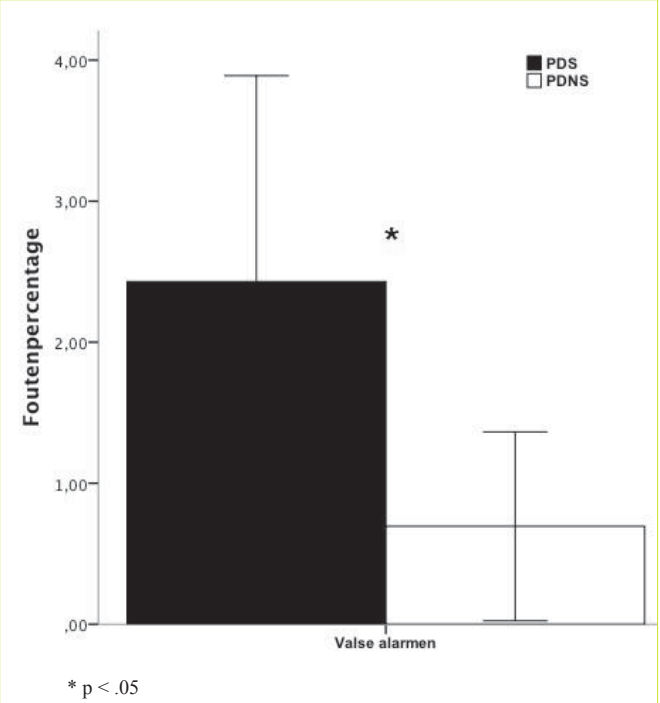
Tabel 1. Gemiddelde foutenpercentages van missen, valse alarmen en premature responsen voor PDS en PDNS.

	Missen		Valse alarmen		Premature responsen	
Group	M	SD	M	SD	M	SD
PWS	0	/	2.44*	3.45	.09	.42
PWNS	0	/	.69*	1.59	.17	.59

*p < .05

slechts in zeer beperkte mate voor. Groepsverschillen in foutenpercentages voor de variabelen valse alarmen en premature responsen werden nagegaan aan de hand van afzonderlijke univariate analyses van covariantie (ANCOVAs) met chronologische leeftijd als covariaat. Een significant verschil werd gevonden voor valse alarmen, $F(1, 45) = 4.89$, $p < .05$, duidend op een hoger aantal valse alarmen bij PDS in vergelijking met PDNS (Figuur 2). PDS en PDNS maakten beiden geen missen en beiden even weinig premature responsen, $F(1, 45) = .34$, $p = .56$.

Figuur 2. Gemiddeld foutenpercentage voor valse alarmen voor PDS en PDNS.



* p < .05

Verschillen in gemiddelde reactietijden voor hits en valse alarmen werden eveneens nagegaan aan de hand van afzonderlijke univariate ANCOVAs met chronologische leeftijd als covariaat. De gemiddelde reactietijden (Tabel 2) waren hetzelfde voor beide proefgroepen, zowel voor hits, $F(1, 45) = 1.80$, $p = .17$, als voor valse alarmen, $F(1, 14) = 1.27$, $p = .28$.

Tabel 2. Gemiddelde reactietijden in ms voor PDS en PDNS.

	Hits		Valse alarmen	
Group	M	SD	M	SD
PDS	317	33	286	78
PDNS	306	28	324	72

Bespreking en implicaties

Eerdere studies aangaande RI, zowel gebaseerd op temperamentvragenlijsten (Eggers, et al., 2009, 2010; Embrechts, et al., 2000) als op neurocognitieve computertaken (Eggers, et al., submitted), toonden aan dat KDS, in vergelijking met KDNS een minder efficiënte RI vertoonden. Het doel van huidige studie was om bij een groep van volwassen PDS na te gaan of dergelijke verschillen zich ook op latere leeftijd manifesteerden.

Het foutentype dat het meest voorkwam bij beide proefgroepen waren de valse alarmen. Deze waren het resultaat van het niet kunnen onderdrukken van een respons op NoGo-stimuli. Andere foutentypes, zoals missen (het niet afdrukken terwijl er wel een Go-stimulus was) of premature responsen (het afdrukken < 200 ms na de stimuluspresentatie), kwamen respectievelijk niet en even weinig voor bij beide groepen. Deze laatste twee bevindingen zijn niet zo opmerkelijk gezien het ging om een relatief eenvoudige taak die reeds vanaf lagereschoolleeftijd kan worden afgenomen en als dusdanig een eerder beperkte cognitieve belasting heeft.

Het voorkomen van weinig valse alarmen wordt klassiek beschouwd als de belangrijkste indicator in een GoNoGo-taak voor een goede RI (Christ et al., 2001). Naarmate er meer valse alarmen gemaakt worden, duidt dit op een minder gecontroleerde en meer impulsieve responsstijl (Baron, 2001; Trommer, Hoeppner, Lorber, & Armstrong, 1988). In de huidige studie maakten 42% van de PDS valse alarmen, tegenover slechts 12% van de PDNS. Deze bevindingen wijzen dan ook duidelijk op een verlaagde capaciteit bij PDS om hun snelle, habituele responsen te onderdrukken bij non-targets of met andere woorden, dat ze minder in staat waren hun responsstijl aan te passen gedurende de GoNoGo-taak door bijvoorbeeld het vertragen van hun reacties na het maken van fouten. Wanneer we onze resultaten vergelijken met eerdere studies bij KDS (Eggers, et al., 2009, 2010; Embrechts, et al., 2000) dan kunnen we stellen dat een verlaagde efficiëntie van RI niet zozeer een kenmerk is dat enkel bij jonge stotterende kinderen kan worden vastgesteld, maar eerder een kenmerk is dat voorkomt bij een behoorlijke groep van PDS, los van een bepaalde leeftijd.

Een belangrijke vraag is natuurlijk op welke wijze een verlaagde RI een rol zou kunnen spelen in het ontstaan, het instandhouden, of het verergeren van het stotteren. Uit onderzoeken die werden uitgevoerd bij kinderen met een verlaagde RI blijkt dat deze minder in staat zijn om op een succesvolle manier hun emoties te reguleren (Carlson & Wang, 2007; Kochanska et al., 1996; Walcot & Landau, 2004), wat op zich kan resulteren in een verhoogde emotionele arousal in stressvolle situaties of mogelijk in een toename van het aantal situaties waarin stress ontstaat doordat ze minder in staat zijn hun initiële gedragstendensen te onderdrukken en voorrang te geven aan sociaal gepaste reacties. Verschillende onderzoeken bij PDS toonden dan weer aan dat de symptomatologie van het stotteren kan toenemen in stressvolle omstandigheden (o.a., Ezrati-Vinacour & Levin, 2004; Menzies, Onslow, & Packman, 1999). Een verlaagde RI zou met andere woorden kunnen leiden tot een verhoogde emotionele arousal die KDS/PDS ervaren tijdens stressvolle situaties met als gevolg een toename van de stotterernst in bepaalde situaties en een snellere negatievere conditionering van bepaalde situaties. Als dusdanig zouden onze bevindingen evidentie kunnen bieden voor het 'Emotional Reactivity, Regulation and Stuttering (EERS) Model' van Karrass et al. (2006), een model waarin emotionele reactiviteit en regulatie worden beschouwd als instandhoudende factoren bij ontwikkelingsstotteren.

Een mogelijk nog interessantere piste kan worden gevonden als we de neurologische correlaten van RI vergelijken met de bevindingen van imaging onderzoek bij PDS. RI lijkt te worden aangestuurd door o.a. de prefrontale cortex (inferieure frontale gyrus, mediale frontale gebieden, pre-SMA) en de basale ganglia (o.a., Boehler, Appelbaum, Krebs, Hopf, & Woldorff, 2010; Casey, et al., 1997), gebieden die deel uitmaken van het fronto-basale ganglia-network (Chambers, Garavan, & Bellgrove, 2009; Congdon et al., 2010). Dit complex netwerk verbindt corticale gebieden via subcorticale structuren met andere corticale gebieden via zowel directe, indirecte als hyperdirecte banen (Ballanger et al., 2009; Nambu, Tokuno, & Takada, 2002). Boehler et al. (2010) suggereerden dat bij de presentatie van een Go-stimulus, de directe pathway verantwoordelijk zou zijn voor het in gang zetten van de motorische respons, nadat via de hyperdirecte pathway eerst alle motorische plannen werden onderdrukt; het aanbieden van een NoGo-stimulus zou vervolgens via activatie van de indirecte of hyperdirecte banen leiden tot een inhibitie van de gedragsrespons. Imaging studies bij PDS toonden een afwijkende activiteit in deze corticale en subcorticale structuren (Watkins, Smith, Davis,

& Howell, 2008). Daarenboven werd het fronto-basale ganglia-netwerk in een aantal recente ontstaansmodellen van stotteren naar voren geschoven als een mogelijk bepalende structuur in de etiologie van ontwikkelingsstotteren (Alm, 2004b; Smits-Bandstra & De Nil, 2007) evenals van neurogeen stotteren (Theys, De Nil, Thijs, van Wieringen, & Sunaert, 2012). Alm suggereerde dat de oorzaak van stotteren wel eens zou kunnen liggen in de *"impaired ability of the basal ganglia to produce timing cues"* (pp. 359), terwijl Smits-Bandstra en De Nil suggereerden dat stotteren gelinkt kan worden met problemen op vlak van het leren en automatiseren van motorische patronen, waarbij het fronto-basale ganglia-netwerk een cruciale rol vervult. Een mogelijke interpretatie van onze huidige bevindingen is dat ze bijkomende evidentie geven voor de rol van dit netwerk in het ontstaan van stotteren.

Afsluitend is het nog belangrijk te stellen dat hoewel de bevindingen van lagere RI ondertussen reeds meerdere malen werden vastgesteld, bij zowel KDS als bij volwassen PDS, het telkenmale gaat om groepstendensen en ze als dusdanig niet kunnen worden gegeneraliseerd naar elke individuele PDS.

Conclusie

De resultaten van huidig onderzoek, op basis van een gecomputeriseerde GoNoGo-taak, bevestigen eerdere bevindingen van een verlaagde RI bij KDS. PDS zijn minder in staat om geplande of habituele responsen te onderdrukken indien genoodzaakt. De resultaten werden gerelateerd aan eerdere onderzoeksbevindingen en aan mogelijke etiologische modellen voor het ontstaan van stotteren.

Dankwoord

Dit onderzoek werd financieel ondersteund door Lessius Antwerpen en vormde een onderdeel van de bachelorproef van Yezera De Wreede (2012; promotoren: K. Eggers en H. Alewaters). De auteur wenst alle proefpersonen, therapeuten, zelfhulpgroepen en student te danken voor hun bereidwillige medewerking.

Referenties

Alm, P. A. (2004a). Stuttering, emotions, and heart rate during anticipatory anxiety: A critical review. *Journal of Fluency Disorders*, 29, 123–133.

Alm, P. A. (2004b). Stuttering and the basal ganglia circuits: a critical review of possible relations. *Journal of Communication Disorders*, 37, 325-369.

Anderson, J. D., Pellowski, M. W., Conture, E. D., & Kelly, E. M. (2003). Temperamental characteristics of young children who stutter. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 46, 1221-1233.

Anderson, J. D., & Wagovich, S. A. (2010). Relationships among linguistic processing speed, phonological working memory, and attention in children who stutter. *Journal of Fluency Disorders*, 35, 216-234.

Aron, A. R., Fletcher, P. C., Bullmore, E. T., Sahakian, B. J., & Robbins, T. W. (2003). Stop-signal inhibition disrupted by damage to right inferior frontal gyrus in humans. *Nature Neuroscience*, 6, 115–116.

Ballanger, B., van Eimeren, T., Moro, E., Lozano, A. M., Hamani, C., Boulinguez, P., Pellechia, G., Houle, S., Poon, Y. Y., Lang, A. E., and Strafella, A. (2009). Release your horses: Deep Brain Stimulation of the subthalamic nucleus improves motor functions at the expense of response inhibition. A H2150 PET study. *NeuroImage*, 47, S115.

Baron, I. S. (2004). *Neuropsychological Evaluation of the Child.* New York: Oxford University Press.

Boehler, C. N., Appelbaum, L. G., Krebs, R. M., Hopf J. M., & Woldorff, M. G. (2010). Pinning down response inhibition in the brain – Conjunction analyses of the Stop-signal task. *Neuroimage*, 52, 1621-1632.

Bosshardt, H. G. (1999). Effects of concurrent mental calculation on stuttering, inhalation and speech timing. *Journal of Fluency Disorders*, 24, 43-72.

Bosshardt, H. G. (2002). Effects of concurrent cognitive processing on the fluency of word repetition: Comparison between persons who do and do not stutter. *Journal of Fluency Disorders*, 27, 93-114.

Bosshardt, H. G. (2006). Cognitive processing load as a determinant of stuttering: Summary of a research programme. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 20, 371–385.

Carlson, S. M. & Moses, L. J. (2001). Individual differences in inhibitory control and children's theory of mind. *Child Development*, 72, 1032-1053.

Carlson, S. & Wang, T. (2007). Inhibitory control and emotion regulation in preschool children. *Cognitive Development*, 22, 489-510.

Casey, B. J., Trainor, R. J., Orendi, J. L., Shubert, A. B., Nystrom, L. E., Giedd, J. N., Castellanos, F. X., Haxby, J. V., Noll, D. C., Cohen, J. D., Forman, S. D., Dahl, R. E., & Rapoport, J. L. (1997). A developmental functional MRI study of prefrontal activation during performance of a go-no-go task. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 9, 835-847.

Chambers, C. D., Garavan, H., & Bellgrove, M. A. (2009). Insights into the neural basis of response inhibition from cognitive and clinical neuroscience. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 33, 631-646.

Christ, S. E., White, D. A., Mandernach, T., & Keys, B. A. (2001). Inhibitory control across the life span. *Developmental Neuropsychology*, 20, 653-669.

Congdon, E., Mumford, J. A., Cohen, J. R., Galvan, A., Aron, A. R., Xue, G., Miller, E., & Poldrack, R. A. (2010). Engagement of large-scale networks is related to individual differences in inhibitory control. *Neuroimage*, 53, 653-663.

Conture, E. G. (2001). *Stuttering: Its nature, diagnosis and treatment*. Boston: Allyn & Bacon.

Dagenbach, D., & Carr, T. H. (1994). *Inhibitory processes in attention, memory and language*. San Diego, CA: Academic press.

Dempster, F. N., & Brainerds, C. J. (1995). *Interference and inhibition in cognition and behavior*. San Diego, CA: Academic press.

Desimone, R., & Duncan, J. (1995). Neural mechanisms of selective visual attention. *Annual Review of Neuroscience*, 18, 193-222.

De Sonneville, L. M. J. (2009). *Amsterdamse Neuropsychologische Taken*. Amsterdam: Boom Test Publishers.

Eagle, D. M., Bari, A., & Robbins, T. W. (2008). The neuropsychopharmacology of action inhibition: cross-species translation of the stop-signal and go/no-go tasks. *Psychopharmacology*,199, 439-456.

Eggers, K., De Nil, L. F., & Van den Bergh, B. R. H. (2009). Factorial temperament structure of stuttering, voice disordered, and normal speaking children. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 52, 1610-1622.

Eggers, K., De Nil, L. F., & Van den Bergh, B. R. H. (2010). Temperament dimensions of stuttering, voice disordered, and normal speaking children. *Journal of Fluency Disorders*, 35, 355-372.

Eggers, K., De Nil, L. F., & Van den Bergh, B. R. H. (in press). The efficiency of attentional networks in children who stutter. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. Retrieved from DOI:10.1044/1092-4388(2011/10-0208)

Embrechts, M., Ebben, H., Franke, P., & van de Poel, C. (2000). Temperament: a comparison between children who stutter and children who don't stutter. In H. G. Bosshardt, J. S. Yaruss & H. F. M. Peters (Eds.), *Proceedings of the Third World Congress on Fluency Disorders: Theory, research, treatment, and self-help* (pp. 557-562). Nijmegen, The Netherlands: University of Nijmegen Press.

Ezrati-Vinacour, R., & Levin, I. (2004). The relationship between anxiety and stuttering : a multidimensional approach. *Journal of Fluency Disorders*, 29, 135-148.

Felsenfeld, F., van Beijsterveldt, C. E. M., & Boomsma, D. I. (2010). Attentional regulation in young twins with probable stuttering, high nonfluency, and typical fluency. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 53, 1147 - 1166.

Friedman, N. P., & Miyake, A. (2004). The relations among inhibition and interference control functions: A latent-variable analysis. *Journal of Experimental Psychology: General*, 133, 101–135.

Groth-Marnat, G. (2009). *Handbook of psychological assessment (5th ed.)*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

Karrass, J., Walden, T. A., Conture, E. G., Graham, C. G., Arnold, H. S., Hartfield, K. N., & Schwenk, K. A. (2006). Relation of emotional reactivity and regulation to childhood stuttering. *Journal of Communication Disorders*, 39, 402-423.

Kochanska, G. (1997). Multiple pathways to conscience for children with different temperaments: From toddlerhood to age 5. *Developmental Psychology*, 3, 228-240.

Kochanska, G., Murray, K., Jacques, T. Y., Koenig, A. L., & Vandegeest, K. A. (1996). Inhibitory control in young children and its role in emerging internalization. *Child Development*, 67, 490-507.

Menzies, R., Onslow, M., & Packman, A. (1999). Anxiety and stuttering: Exploring a complex relationship. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 8, 3–10.

Nambu, A., Tokuno, H., Takada, M. (2002). Functional significance of the corticosubthalamo-pallidal 'hyperdirect' pathway. *Neuroscience Research*, 43, 111-117.

Riley, G. D. (1994). *Stuttering Severity Instrument for Children and Adults – Third Edition*. Austin, TX: Pro-Ed.

Rothbart, M. K., Ahadi, S. A., Hershey, K. L., & Fisher, P. (2001). Investigation of temperament at three to seven years: The Children's Behavior Questionnaire. *Child Development*, 72, 1394-1408.

Rothbart, M. K., & Posner, M. I. (1985). Temperament and the development of self-regulation. In L. C. Hartlage & C. F. Telzrow (Eds.), *The neuropsychology of individual differences: A developmental perspective* (pp. 93–123). New York: Plenum.

Schwenk, K. A., Conture, E. G., & Walden, T. A. (2007). Reaction to background stimulation of preschool children who do and do not stutter. *Journal of Communication Disorders,* 40, 129-141.

Simpson, A., & Riggs, K. J. (2009). What makes responses prepotent for young children? Insights from the grass-snow task. *Infant and Child Development,* 18, 21-35.

Smits-Banstra, S., & De Nil, L. F. (2007). Sequence skill learning in persons who stutter: Implications for cortico-striato-thalamo-cortical dysfunction. *Journal of Fluency Disorders*, 32, 251-278.

Theys, C., De Nil, L., Thijs, V., van Wieringen, A., & Sunaert, S. (2012). A crucial role for the cortico-striato-cortical loop in the pathogenesis of stroke-related neurogenic stuttering. *Human Brain Mapping*. DOI: 10.1002/hbm.22052.

Trommer, B. L., Hoeppner, J. B., Lorber, R., & Armstrong, K. J. (1988). The go-no-go paradigm in attention deficit disorder. *Annals of Neurology*, 24, 610-614.

Van den Bergh, B., & Ackx, M. (2003). Een Nederlandse versie van Rothbarts 'Children's Behavior Questionnaire'. *Kind en Adolescent*, 24, 77-84.

Vaughn, B. E., Taraldson, B.J., Cuchton, L., & Egeland B. (2002). The assessment of infant temperament: A critique of the Carey infant temperament questionnaire. *Infant Behavior & Development*, 25, 98-112.

Verbruggen, F., & Logan, G. D. (2008). Automatic and controlled response inhibition: Associative learning in the go/no-go and stop-signal paradigms. *Journal of Experimental Psychology: General*, 137, 649-672.

Watkins, K. E., Smith, S. M., Davis, S, & Howell, P. (2008). Structural and functional abnormailites of the motor system in developmental stuttering. *Brain*, 131, 50-59.

Walcott, C. M. & Landau, S. (2004). The relation between disinhibition and emotion regulation in boys with Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *Journal of Clinical Child and Adolescent Psychology*, 33, 772–782.

Wechsler, D. (2000). *WAIS-III Nederlandstalige bewerking. Technische handleiding.* Lisse: Swets & Zeitlinger.

Xue, G., Aron, A. R., Poldrack, R. A. (2008). Common neural substrates for inhibition of spoken and manual responses. *Cerebral Cortex*, 18, 1923-1932.

Correspondentieadres
Kurt Eggers
Sanderusstraat 45
2018 Antwerpen
Belgium
Tel.: +32 491 56 36 11
Email: Kurt.eggers@lessius.eu