

Fonologische verwerking en fonologisch werkgeheugen van kinderen met taalproblemen

Elise de Bree¹, Carien Wilsenach¹ en Ellen Gerrits²

¹*Universiteit Utrecht, UiL OTS*

²*Academisch Ziekenhuis Maastricht, KNO*

In deze studie werd onderzocht of kinderen met een genetisch risico voor dyslexie en kinderen met een taalstoornis problemen hebben met fonologische verwerking en het fonologisch werkgeheugen. Problemen op deze gebieden worden vaak in verband gebracht met zowel taalstoornissen als leesproblemen. Met behulp van een non-woord repetitietoets en een digit spantaak zijn deze twee gebieden onderzocht.

Zowel de kinderen met een taalstoornis als de kinderen met een genetisch risico voor dyslexie hebben moeite met fonologische verwerking en fonologisch werkgeheugen. De resultaten suggereren dat een subgroep van de risicokinderen dezelfde onderliggende problemen heeft in hun taalontwikkeling als de taalgestoorde kinderen. De resultaten steunen bovendien de hypothese dat scores op fonologische verwerking en fonologisch werkgeheugen mogelijke voorspellers van leesproblemen zijn.

Inleiding

Dit artikel presenteert resultaten van twee experimenten die werden uitgevoerd in het kader van het project 'Early language development in Specific Language Impairment and dyslexia: A prospective and comparative study' van de Universiteit Utrecht. In dit project staan dyslexie en taalstoornis, en de overlap tussen deze twee aandoeningen centraal. Dyslexie kan gedefinieerd worden als een persistente leesachterstand en spellingsproblemen ondanks normaal cognitief vermogen, mogelijkheid voor leesontwikkeling, en afwezigheid van gehoor- en neurologische problemen. Veel dyslectici hebben een voorgeschiedenis van mondelinge spraak-taalproblemen (Catts, 1986; 1993); ze zijn later met praten en hebben articulatorische problemen gehad. Veel kinderen met een taalstoornis krijgen op latere leeftijd leesproblemen. Het lijkt erop dat dyslexie en taalontwikkelingsstoornis overlappende taalstoornissen zijn, met (milde) spraak-taalstoornissen op jonge leeftijd en leesproblemen op schoolgaande leeftijd.

Dit beeld wordt bevestigd door de studie van MacArthur et al. (2000). In deze studie werden 110 dyslectische en 102 kinderen met taalontwikkelingsstoornis (tussen 6 en 9 jaar oud) op hun taal- en leesvaardigheid getest. De studie liet zien dat meer dan de helft van de dyslectische kinderen op een gestandaardiseerde taaltest scoorden als kinderen met een taalontwikkelingsstoornis en dat meer dan de helft van de kinderen met een taalontwikkelingsstoornis op leesvaardigheid scoorden als dyslectische kinderen. Deze studie laat zien dat dyslexie en taalontwikkelingsstoornis mogelijk overlappende aandoeningen zijn. De vraag rijst of de twee aandoeningen eenzelfde onderliggende oorzaak hebben.

Als er een overlap zou zijn tussen dyslexie en taalontwikkelingsstoornis, dan zouden kinderen uit de twee groepen op jonge leeftijd een achterstand in de spraaktaalontwikkeling kunnen vertonen. Om deze hypothese te toetsen zou een vergelijking tussen de taalontwikkeling van dyslectische en taalgestoorde kinderen gemaakt moeten worden. Hiervoor is het echter nodig om kinderen die later dyslectisch kunnen worden al op vroege leeftijd te volgen. Recent onderzoek van Grigorenko (2001) heeft aangetoond dat tussen de 40 en 60% van kinderen met een dyslectische ouder zelf ook dyslectisch worden. Dit risico neemt toe naarmate er meer familieleden met dyslexie zijn. De vroege taalontwikkeling van kinderen met een genetisch risico voor dyslexie (voortaan: risicokinderen) kan dus vergeleken worden met kinderen met taalontwikkelingsstoornis. Deze vergelijking wordt gemaakt in het huidige onderzoek dat zich richt op de fonologische verwerking en het fonologisch werkgeheugen van risicokinderen en kinderen met taalontwikkelingsstoornis.

Onderzoek heeft aangetoond dat kinderen en jongvolwassenen met taalontwikkelingsstoornis moeite hebben met fonologische verwerking (Ellis-Weismer et al., 2000; Goulandris et al., 2000). Zelfs oudere kinderen en volwassenen wiens taalstoornis ogenschijnlijk verdwenen lijkt te zijn, scoren slecht op fonologische verwerkingstaken (Bishop et al., 1996; Conti-Ramsden et al., 2001). Ook kinderen en jongvolwassenen met dyslexie hebben moeite met fonologische verwerkingstaken (Goulandris et al., 2000). De fonologische verwerking van jonge kinderen met een risico voor dyslexie, is ook onderzocht. In een studie van Gallagher et al. (2000) vonden de onderzoekers dat risicokinderen van 45 maanden oud problemen hadden met een fonologische verwerkingstaak. Bovendien vonden Gallagher et al. dat de scores op deze fonologische verwerkingstaak correleerden met leesvaardigheid van de kinderen op latere leeftijd.

Fonologische verwerking wordt ook wel fonologisch werkgeheugen genoemd. Het fonologisch werkgeheugen is een onderdeel van het "korte-termijn geheugen". Het werkgeheugen bestaat uit drie onderdelen, een centrale controle component, een fonologische lus en een visuo-spatieel schetsblok. De twee laatstgenoemde delen worden gezien als subsystemen van het werkgeheugen systeem: hun werking wordt door het centraal uitvoerende deel aangestuurd en gemanipuleerd. De fonologische lus, in de literatuur vaak fonologisch werkgeheugen genoemd, is nauw betrokken bij het verwerken van spraak en taal. Een zwak fonologisch werkgeheugen kan zwakke fonolo-

gische representaties tot gevolg hebben. Zwakke fonologische representaties kunnen op hun beurt leiden tot instabiliteit in de morfologie en de syntaxis. Het fonologisch werkgeheugen van kinderen met dyslexie en kinderen met taalontwikkelingsstoornis is minder goed ontwikkeld dan dat van normaal ontwikkelende kinderen (Couture & McCauley, 2000; Gathercole & Baddeley, 1995). Verder is bekend dat kinderen met taalontwikkelingsstoornis problemen hebben in hun fonologisch werkgeheugen zelfs *nadat* hun taalproblemen (ogenschijnlijk) verdwenen zijn (Bishop et al., 1996).

De non-woord repetitietoets (NRT) is een veelgebruikt instrument bij het meten van fonologische verwerking. De vraag welke cognitieve processen een belangrijke rol spelen bij de NRT is echter een discussiepunt in de literatuur. Gathercole en Baddeley (1991) gebruiken de non-woord repetitietoets voor het meten van het fonologisch werkgeheugen. Zij stellen dat de non-woord repetitietoets dezelfde vaardigheden aanspreekt als een meer traditionele geheugentoets (bijvoorbeeld een digit spantaak). Gathercole en Baddeley's interpretatie wordt de *geheugen*hypothese genoemd. Hier tegenover stellen Snowling et al. (1991) de *psycholinguïstische* hypothese. Volgens deze hypothese meet de non-woord repetitietoets naast fonologisch werkgeheugen ook fonologische verwerking. Snowling en collega's veronderstellen dat de non-woord repetitietoets méér meet dan een 'gewone' geheugentoets, aangezien het herhalen van non-woorden naast het onthouden van fonemen ook vaardigheden in fonologische segmentatie, planning en output vereist.

In de huidige studie werden fonologische verwerking en fonologisch werkgeheugen van kinderen met een genetisch risico voor dyslexie, kinderen met taalontwikkelingsstoornis en normaal ontwikkelende kinderen onderzocht. Fonologische verwerking werd door een non-woord repetitietoets getoetst en fonologisch werkgeheugen met een traditionele geheugentoets, de digit spantaak. In deze studie werden de volgende vragen beantwoord:

1. Hoe presteren risicokinderen op een fonologische verwerkingstoets en op een fonologisch werkgeugentoets?
2. Lijken de risicokinderen wat betreft hun fonologische verwerking en fonologisch werkgeheugen op kinderen met taalontwikkelingsstoornis?
3. Is er een verschil tussen de prestatie van de individuele kinderen op de fonologische verwerking en de fonologisch geheugen taak?

De verwachting was dat de risicogroep als geheel beter dan de kinderen met een taalontwikkelingsstoornis, maar slechter dan de controlekinderen zou scoren op een fonologische verwerkingstoets en een geheugentoets. De hypothese die een overlap tussen kinderen met dyslexie en een taalontwikkelingsstoornis claimt, voorspelt dat binnen de risicogroep een aantal kinderen op beide taken vergelijkbare scores heeft als de taalgestoorde kinderen. De vergelijking tussen de twee taken maakte een vergelijking tussen de geheugen- en psycholinguïstische hypothese mogelijk. De geheugenhypothese zou bevestigd worden op het moment dat de prestatie op de non-woord repetitietoets voorspeld wordt door de score op de digit spantaak. Als er geen

complete overlap is tussen uitvallers op beide taken, wordt de psycholinguïstische hypothese bevestigd.

Fonologische verwerking

Methodie

Proefpersonen

In deze studie werd de fonologische verwerking en fonologisch werkgeheugen van drie groepen kinderen (zie ook Gerrits, dit themanummer) gemeten. De groepen bestonden uit:

- 30 controlekinderen, met een gemiddelde leeftijd van 4;7 (jaren; maanden)
- 56 kinderen met een genetisch risico voor dyslexie, met een gemiddelde leeftijd van 4;5
- 21 kinderen met taalontwikkelingsstoornis met een gemiddelde leeftijd van 4;7.

Materiaal

Fonologische verwerking werd getoetst aan de hand van een non-woord repetitietask gebaseerd op Dollaghan en Campbell (1993; 1995; 1998). De task voldeed aan de volgende eisen:

- Noch de non-woorden, noch de lettergrepen correspondeerden met bestaande lexicale items (een woord als /fe'nus/ was niet toegestaan, omdat 'fee' een bestaand woord is).
- De non-woorden bestonden uit lettergreetypen die al vroeg in de spraakontwikkeling verworven zijn (geen consonantclusters: /ble'nus/ was bijvoorbeeld niet toegestaan). De structuur van de non-woorden was CVCV. De laatste lettergreep van een non-woord was een CVC lettergreep.
- De non-woorden bestonden uit fonemen die al vroeg in de spraakontwikkeling verworven zijn (vb. geen /r/). De non-woorden bestonden uit lettergreetypen en fonemen in posities die fonotactisch zijn toegestaan in het Nederlands.
- De non-woorden bevatten fonemen die auditief goed te onderscheiden waren (substituties van een stemhebbend naar een stemloos contrast, zoals b-p, werden niet geteld).
- De non-woorden werden via opnames gepresenteerd, zodat de auditieve aanbieding een consistent tempo, intonatie en nauwkeurigheid heeft.

De non-woord repetitietask bestond uit 3 oefenitems en 16 testitems. De testitems bevatten vier 2, 3, 4, en 5 syllabige woorden.

Procedure

De non-woord repetitietask was onderdeel van een batterij tests die in één sessie werd afgenomen. Kinderen werden getest in een aparte ruimte. De non-woord repetitietask werd als tweede aangeboden. De kinderen kregen een plaatje van een fantasiedier te

zien. De naam van het dier werd vervolgens verteld door een stem op een cd (via luidsprekers). De kinderen moesten herhalen wat de naam van het fantasiedier was. De uitingen van de kinderen werden opgenomen op een DAT-band.

Data-analyse

De uitingen van de kinderen werden fonetisch getranscribeerd. Bij de non-woord repetitietoets werden twee typen scores berekend;

- Ruwe score: als een woord helemaal goed herhaald werd, werd een punt toegekend. Een herhaling met een of meer fouten leverde een score van nul punten op. Het totaal aantal te behalen punten is 16.
- Foneemscore: het percentage correct herhaalde fonemen, gesubstitueerde fonemen en weggelaten fonemen werd berekend. Een woord als /ji'nus/ heeft vijf doelfonemen. Gerealiseerd als /ti'zu/ levert dit een foneemscore op van (2/5) 40%, een substitutiescore van (2/5) 40% en een omissiescore van (1/5) 20% op. De substitutie en omissietellingen zijn niet gebruikelijk, maar werden toegepast om inzicht in de strategieën van de kinderen te verwerven. Als de kinderen de fonemen weg zouden laten, zou dat kunnen betekenen dat de waarneming niet goed was; substitutie zou aangeven dat de kinderen de lettergrepen en fonemen wel hebben waargenomen, maar het niet correct kunnen reproduceren (segmentatie en coderingsproblemen).

Bij de kinderen werd een plaatjes benoemtoets afgenomen om te kijken of de fonemen op verschillende posities verworven waren; als bij de benoemingstoets minder dan 75% van de keren het foneem niet goed gerealiseerd was, dan telde substitutie of omissie van het foneem in kwestie niet als fout bij de non-woord repetitietoets. Tot slot werd een verandering van een stemhebbende naar een stemloze consonant (bijvoorbeeld /b/ wordt /p/) niet fout gerekend, omdat dit verschil moeilijk te horen is en [+stem] pas laat wordt verworven.

Resultaten

Ruwe score

De resultaten in Tabel 1 laten zien dat op basis van de ruwe score de drie groepen van elkaar onderscheiden konden worden. De risicogroep presteert tussen de controle- en de taalontwikkelingsstoornisgroep in.

Tabel 1. Gemiddelden en standaarddeviaties per groep op de NRT gemeten door een ruwe score

Groep	N	Leeftijd	Ruwe score
Controle	30	4;7	5.29 (1.9)
Risico	56	4;5	3.02 (2.3)
S-TOS	21	4;8	1.59 (1.3)

Een univariate variantie-analyse (ANOVA) toont een significant groepseffect, als significantie gesteld is op $p < 0.01$. Post hoc vergelijkingen (Tukey HSD) laten zien dat de

controlegroep significant beter scoorde dan zowel de risico als de taalontwikkelingsstoornisgroep. De risicogroep vertoonde significant betere non-woordherhaling dan de taalontwikkelingsstoornisgroep. De spreiding binnen de risicogroep is aanzienlijk groter dan in de andere groepen. Dit is zoals verwacht werd. Een deel van de risicokinderen zal moeite hebben met de verwerkingstaak, zoals de kinderen met taalontwikkelingsstoornis, en een ander deel zal een score halen als de controlegroep. Deze resultaten laten zien dat de ruwe score van de NRT, een primaire score, onderscheidt maakt tussen de drie groepen. Dit maakt de ruwe score geschikt als kwantitatieve maat. Het is echter geen kwalitatief inzichtelijke telling. Een foneemscore, die op een gedetailleerder niveau kijkt, is dat wel.

Foneemscores

Zoals in tabel 2 te zien is, behaalde de risicogroep een lager percentage fonemen correct, en een hoger percentage foneemsubstitutie en omissie dan de controlekinderen. De risicokinderen scoorden tussen de controle en taalontwikkelingsstoornisgroep in.

Tabel 2. Gemiddelden en standaarddeviaties op de NRT voor foneempercentage correct (PPC), foneempercentage substitutie (PPS), foneempercentage omissie (PPO) en foneempercentage finale consonantomissie (PFCO). Percentages zijn per groep weergegeven voor de gehele taak en per woordlengte. S-TOS staat voor kinderen met een taalontwikkelingsstoornis.

Groep	Non-woord lengte in lettergrepen				
	fpc2	fpc3	fpc4	fpc5	totfpc
Controle	91.9 (6.7)	88.4 (7.3)	78.0 (8.9)	71.4 (12.3)	80.4 (7.1)
Risico	84.9 (11.1)	78.1 (13.3)	68.5 (12.7)	59.4 (15.2)	70.3 (10.9)
S-TOS	79.1 (14.0)	65.8 (14.5)	53.4 (11.2)	45.9 (14.7)	57.7 (10.8)
	fps2	fps3	fps4	fps5	totfps
	Controle	7.3 (6.0)	9.0 (7.4)	18.0 (7.9)	21.4 (10.0)
Risico	12.3 (9.5)	16.9 (10.8)	24.3 (8.8)	30.3 (10.1)	22.6 (7.0)
S-TOS	17.9 (12.7)	27.5 (14.2)	37.1 (13.2)	36.4 (11.3)	31.9 (9.1)
	fpo2	fpo3	fpo4	fpo5	totfpo
	Controle	0.8 (1.9)	2.9 (3.2)	3.9 (5.0)	7.2 (6.9)
Risico	2.8 (4.8)	5.1 (6.7)	7.3 (8.4)	10.2 (11.8)	7.0 (7.1)
S-TOS	2.9 (4.0)	6.8 (8.1)	9.4 (7.8)	16.9 (10.8)	10.6 (7.0)
	pfc02	pfc03	pfc04	pfc05	totpfc0
	Controle	4.0 (9.3)	11.3 (18.1)	8.01 (14.9)	26.1 (19.9)
Risico	7.9 (13.5)	17.7 (20.1)	11.1 (18.4)	32.2 (33.8)	17.0 (15.6)
S-TOS	4.5 (9.9)	23.1 (24.4)	20.4 (20.8)	36.7 (35.3)	21.1 (16.1)

Foneemscores (in %) werden omgezet naar arcsinus scores. Repeated measures analyses met groep (controle, risico en taalontwikkelingsstoornis) als between-subjects factor en *Foneempercentage Correct* (FPC) per non-woord lengte (FPC2, FPC3, FPC4, en FPC5) als within-subjects factor laten zien dat er een interactie tussen groep en foneempercentage correct is. Ook zijn de twee hoofdeffecten (groep en foneempercentage correct) significant. Tukey HSD posthoc-toetsen laten zien dat alle paarsgewijze verschillen significant zijn; de groepen behalen alledrie significant verschillende foneempercentage correct scores en de percentages correct zijn significant verschillend voor elke non-woord lengte. De controlegroep behaalt de hoogste score en de taalgestoorde groep de laagste. Hoe langer het woord, hoe lager de foneempercentage correct score voor alle drie de groepen.

Ook de resultaten van de *Foneempercentage Substitutie* (FPS) scores laten significante verschillen zien. Repeated measures met groep en foneempercentage substitutie per non-woord lengte (FPS2, FPS3, FPS4, en FPS5) laten een interactie tussen groep en foneempercentage Substitutie zien. Groep en foneempercentage Substitutie zijn ieder ook significant. Posthoc toetsen van percentage Substitutie zijn in alle condities significant. Hoe langer het woord, hoe meer foneemsubstitutie voorkomt bij alle drie de groepen. Posthoc van de groepen tonen aan dat de groepen op elke non-woord lengte van elkaar verschillen, behalve de risico en taalontwikkelingsstoornisgroep bij de vijf-lettergrepige non-woorden. De controlegroep behaalt de laagste substitutiescores bij elke non-woord lengte, en de taalontwikkelingsstoornisgroep over het algemeen de laagste. De score van de risicogroep bevindt zich tussen deze twee groepen in.

Op een repeated measures met groep en *Foneempercentage Omissie* (FPO) per non-woord lengte (FPO2, FPO3, FPO4, en FPO5) is geen interactie tussen groep en foneempercentage Omissie. Wel zijn zowel groep als foneempercentage Omissie significant. Posthoc toetsen tonen aan dat de controlegroep voor elke non-woord lengte een lagere hoeveelheid foneemomissie had, maar dat de verschillen met de risicogroep nooit significant zijn. De risicogroep had een significant lagere Omissiescore dan de taalontwikkelingsstoornisgroep in non-woorden van twee, drie en vijf lettergrepen lang. De resultaten laten zien dat woordlengte de grootste impact heeft op de score van kinderen met taalontwikkelingsstoornis.

De gemiddelde substitutie- en omissiescores laten zien dat substitutie voor non-woord herhaling een frequentere strategie is dan omissie. Bovendien discrimineren substitutiescores de groepen in bijna alle condities, terwijl omissie dat slechts in een aantal condities, met name de lange woorden, doet. Het feit dat omissie voornamelijk in de lange woorden onderscheidend is wijst op de toenemende druk op het werkgeheugen in deze condities. Over het algemeen worden de fonemen en hun positie in het non-woord waargenomen en verwerkt. Non-woordlengte en lettergreepstructuur worden meestal gehandhaafd in de realisaties van de kinderen, alleen worden de individuele klanken vaak vervangen door anderen. Het lijkt dus dat de representaties van woordlengte en prosodische structuur intact zijn, maar dat fonemen nog niet een compleet correcte representatie hebben. Ook de tellingen op *Percentage Finale Consonant Omissie* (PFCO) bevestigen het beeld dat de structurele woord en letter-

greetrepresentatie compleet is. Repeated measures met groep en percentage finale consonant omissie per non-woord lengte (PFCO2, PFCO3, PFCO4, en PFCO5) laten geen interactie tussen groep en percentage finale consonantomissie zien. Ook is er geen effect van groep. Non-woordlengte is wel significant; hoe langer het woord, hoe vaker er finale consonantomissie plaatsvindt.

'Uitvallers'

Op basis van de ruwe en foneemscores kunnen de drie groepen van elkaar onderscheiden worden. De verwachting was dat de kinderen uit de risicogroep die leesproblemen krijgen taal (verwerkings)problemen vertonen. Immers, 40-60% van de kinderen met een dyslectische ouder wordt zelf ook dyslectisch (Grigorenko, 2001). Als dit het geval is, dan zou een deel van de risicogroep slecht scoren op de non-woord repetitietask; deze kinderen zouden zich dan gedragen als de taalontwikkelingsstoornisgroep. Een ander deel van de risicogroep, zonder taal- en verwerkingsproblemen, zou zich op de non-woord repetitietask gedragen als de controlegroep. De verdeling in tabel 3 is gebaseerd op het gemiddelde foneempercentage correct van alle non-woorden van de controlegroep. Kinderen die meer dan één standaarddeviatie onder het gemiddelde van de controlegroep presteerden horen bij de groep 'slecht op NRT'.

Tabel 3. Overzicht van kinderen die slecht presteren op de NRT. Slecht staat hier gelijk aan 1 SD onder het gemiddelde van de controlegroep op het foneempercentage correct.

	% kinderen slecht op NRT	Aantal kinderen slecht op NRT
Controle	17%	5/30
Risico	55%	31/56
S-TOS	95%	20/21

Deze verdeling laat zien dat de risicogroep in tweeën gesplitst wordt als gekeken wordt naar een slechte foneemscore. Slechts een klein deel van de controlegroep valt op de non-woord repetitietask onder de gestelde grens, terwijl bij de taalgestoorde kinderen bijna alle kinderen onder deze score presteren.

Discussie

In deze studie werd onderzocht hoe kinderen met een risico voor dyslexie presteren op een fonologische verwerkingstaak. De verwachting was dat de groep als geheel meer problemen dan een controlegroep zou vertonen op een dergelijke taak. Bovendien zou een deel van de risicokinderen scores halen gelijk aan die van taalgestoorde kinderen.

De resultaten tonen aan dat fonologische verwerking, gemeten door middel van een non-woord repetitietask, de controle, risico en taalgestoorde groep van elkaar onderscheidt. Metingen door zowel ruwe scores als de meer gedetailleerdere foneemscores tonen aan dat meer dan de helft van de kinderen met een genetisch risico voor dyslexie problemen heeft met non-woord repetitie. De fonologische verwerking van

deze kinderen lijkt op die van de meeste kinderen met taalontwikkelingsstoornis. De resultaten suggereren dat slechte fonologische verwerking een mogelijke voorspeller is van ontwikkelingsdyslexie. Bovendien lijken deze bevindingen de hypothese van een gemeenschappelijke onderliggende oorzaak voor dyslexie en taalontwikkelingsstoornis te bevestigen. Om deze stellingen nog meer kracht bij te kunnen zetten is het echter nodig om de ontwikkeling van spraakperceptie en spraakproductie van deze kinderen te vergelijken met hun score op de non-woord repetitietoets. Daarnaast moet ook bekeken worden of de non-woord repetitietoets niet slechts het fonologische werkgeheugen toetst. Met andere woorden, een vergelijking tussen een traditionele geheugentoets en de NRT moet gemaakt worden. Dit is nagegaan in het tweede deel van dit onderzoek.

Fonologisch werkgeheugen

Fonologisch werkgeheugen werd in deze studie getoetst aan de hand van een ‘digit span’ taak (gelijk aan taken in IQ tests zoals de WISC-R en WAIS-III). Digit span wordt gebruikt om vast te stellen hoeveel getallen iemand kan herhalen meteen nadat ze aangeboden zijn. De getallen worden alleen auditief gepresenteerd; de taak meet dus het *auditief korte-termijngeheugen*. Een digit spantaak kan zowel voorwaarts als achterwaarts afgenomen worden.

De digit spantaak (DS) verschilt van de NRT op het gebied van fonologische representatie en articulatie. In de DS wordt gevraagd om herhaling van woorden die al opgeslagen zijn in het geheugen. Getallen zijn hoogfrequente woorden die als lexicale eenheid zijn opgeslagen in het lange-termijngeheugen. Er is, in tegenstelling tot non-woorden, een fonologische representatie, planning en output beschikbaar van de getallen.

Method

Procedure

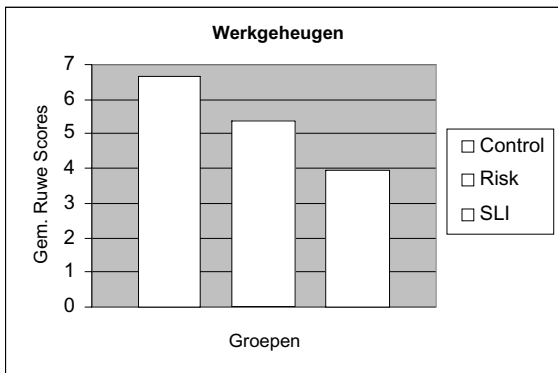
Gezien de jonge leeftijd van de kinderen werd in deze studie gekozen voor de digit span voorwaarts. De digit spantaak maakte deel uit van een batterij tests die in één sessie werden afgenomen. Kinderen werden getest in een aparte ruimte. De taak werd mondeling aangeboden in een consistent tempo. De taak begon met herhaling van een getal (oefenitem) en kon oplopen tot reeksen van zes getallen. Van elke reekstype werden drie reeksen aangeboden. Indien het kind de eerste twee reeksen van een reekstype correct herhaalde, werd doorgeslagen met het volgende reekstype. De taak werd afgebroken indien het kind twee van de drie reeksen fout herhaalde. De getallen “zeven” and “negen” werden niet gebruikt, omdat deze getallen uit twee lettergrepen bestaan en relatief veel op elkaar lijken. Dit zou een extra belasting op de perceptie en het geheugen kunnen vormen. De uitkomst van de taak werd on-line gescoord door de proefleider en ter controle met een DAT-recorder opgenomen.

Data-analyse

Bij de digit spantaak werd alleen een ruwe score berekend. De ruwe score werd berekend door het aantal correcte herhalingen bij elkaar op te tellen. Een ruwe score van 3 betekent dat een kind 3 reeksen van 2 getallen correct kon herhalen; een ruwe score van 6 betekent dat een kind naast 3 reeksen met 2 getallen ook 3 reeksen met 3 getallen correct kon herhalen. De ruwe scores werden niet omgezet naar standaardscores, aangezien deze versie van de digit span taak niet gestandaardiseerd is.

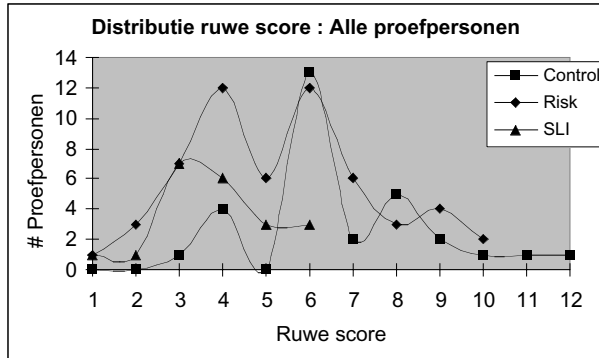
Resultaten

Voor elk van de drie groepen werd een gemiddelde ruwe score berekend. De controlegroep heeft een gemiddelde ruwe score van 6.65, de risicogroep 5.36 en de taalontwikkelingsstoornisgroep 3.86. In figuur 7 worden de drie groepen op basis van de ruwe score van elkaar onderscheiden:



Figuur 1. Ruwe score op Digit Span per groep

Een variantie analyse (one-way anova) toont aan dat er sprake is van een significant groepseffect. Een Tukey posthoc laat verder zien dat de verschillen tussen de groepsgemiddelden ook significant zijn. De groepen scoren dus significant verschillend van elkaar; de controlegroep heeft de hoogste DS score, de risico wat lager en de taalontwikkelingsstoornisgroep de laagste score. Een histogram laat zien dat de controle- en de taalontwikkelingsstoornisgroep een normale distributie lijken te vertonen, terwijl de distributie van de risicogroep lijkt op een bimodale verdeling (zie figuur 2). Een deel van de risicogroep presteert als de controlegroep en een deel van de risicogroep presteert als de taalontwikkelingsstoornisgroep.



Figuur 2. Distributie van ruwe score over de drie groepen

'Uitvallers'

Op basis van de ruwe scores kunnen de drie groepen van elkaar onderscheiden worden. De verwachting was dat de kinderen uit de risicogroep die leesproblemen krijgen problemen zullen vertonen in korte-termijn geheugen. Als dit het geval is, dan zou een deel van de risicogroep slecht scoren op de digit spantaak; deze kinderen zouden dan presenteren als taalgestoorde kinderen. Een ander deel van de risicogroep, zonder geheugenproblemen, zou op de deze een score halen die lijkt op die van de controle-groep. De verdeling in tabel 4 is gebaseerd op de gemiddelde ruwe score van de controle-groep. Kinderen die meer dan één standaarddeviatie onder het gemiddelde van de controle-groep presteerden horen bij de groep 'slecht op DS'.

Tabel 4. Overzicht van kinderen die slecht presteren op de Digit Span (DS). Slecht staat hier gelijk aan 1 SD onder het gemiddelde van de controle-groep.

	% kinderen slecht op DS	Aantal kinderen slecht op DS
Controle	17%	5/30
Risico	41%	23/56
S-TOS	71%	15/21

Tabel 4 laat zien dat de risicogroep in tweeën gesplitst wordt als gekeken wordt naar een slechte ruwe score op de digit spantaak. De classificatie 'slecht op DS' bevestigt het beeld van de bimodale verdeling, zoals in figuur 2 te zien is. Bij de controle-groep vallen slechts enkele kinderen op de digit spantaak onder de gestelde grens, terwijl bij de S-TOS groep bijna alle kinderen onder deze score presteren.

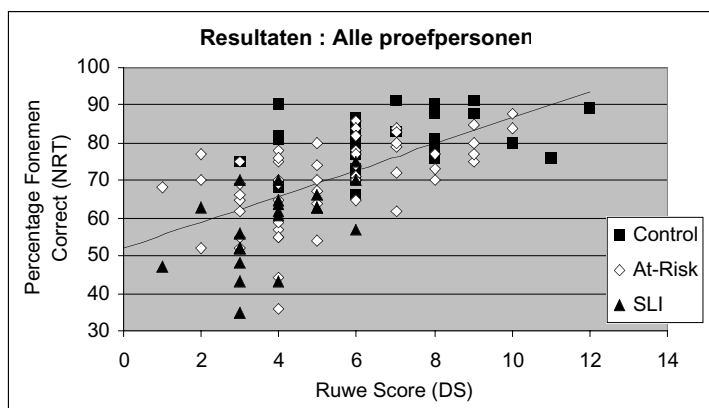
Discussie

In dit gedeelte werd onderzocht hoe kinderen met een risico voor dyslexie presteren op een fonologisch werkgeheugentaak. De resultaten tonen aan dat fonologisch werkgeheugen, gemeten door middel van een digit spantaak, de controle, risico en

taalontwikkelingsstoornisgroep van elkaar onderscheidt. 41% van de kinderen met een genetisch risico voor dyslexie heeft problemen op de geheugentaak. Dit resultaat past bij eerdere bevindingen dat dyslectische kinderen problemen hebben met het fonologisch werkgeheugen (Rispen, 2004). Het fonologisch werkgeheugen van de slecht presterende risicokinderen uit de huidige studie lijkt op die van de meeste taalgestoorde kinderen. Deze bevindingen ondersteunen de hypothese dat dyslexie en taalontwikkelingsstoornis dezelfde onderliggende oorzaak hebben.

Samenhang tussen fonologische verwerking en het fonologisch werkgeheugen

Volgens de geheugenhypothese meet de non-woord repetitietask hoofdzakelijk het fonologisch werkgeheugen. Indien deze hypothese correct is, zou de prestatie op de non-woord repetitietask volledig voorspeld kunnen worden door de prestatie op de digit spantask. Een slecht fonologisch werkgeheugen (dus een slechte prestatie op de digit spantask) zou dan altijd een slechte prestatie op de non-woord repetitietask voorspellen. In figuur 4 worden de resultaten van de non-woord repetitietask en van de digit spantask in een scatterplot samengevoegd. De scatterplot geeft de resultaten van de digit spantask op de x-as en de resultaten van de non-woord repetitietask (tot-ppc) op de y-as weer. Het is duidelijk dat kinderen met een lage ruwe score op de digit span vaak ook een lage score op de non-woord repetitietask hebben. Een Pearson correlatie bevestigt dat er een verband is tussen de taken ($R=.615$). Dit suggereert dat de taken (gedeeltelijk) dezelfde vaardigheid meten.



Figuur 3. Gezamenlijke resultaten van non-woord repetitietask en digit spantask

Er bestaat dus een overlap tussen kinderen die slecht scoren op de digit spantask en de non-woord repetitietask taak, maar het is niet altijd zo dat een slechte score op een taak een slechte score op de andere betekent. Vergelijk de gegevens in tabel 5:

Tabel 5. Overzicht van kinderen die slecht presteren op zowel de NRT als de DS, de NRT, en de DS. Slecht staat hier gelijk aan 1 SD onder het gemiddelde van de controlegroep.

	% slecht op NRT en DS	# slecht op NRT en DS	% slecht op NRT	# slecht op NRT	% slecht op DS	# slecht op DS
Controle	3%	1/30	17%	5/30	17%	5/30
Risico	34%	19/56	55%	31/56	41%	23/56
S-TOS	71%	15/21	95%	20/21	71%	15/21

Uit deze tabel blijkt dat 3% (1/30) van de proefpersonen in de controlegroep slecht scoort op allebei de taken. In totaal scoort echter 17% (5/30) controlekinderen slecht op de non-woord repetitietask (kolom 2) en op de DS (kolom 3). Dit betekent dat 4 controlekinderen slecht presteren op alleen de non-woord repetitietask en 4 (andere) controlekinderen slecht presteren op alleen de DS. In de risicogroep heeft 34% (19/56) van de kinderen problemen met allebei taken, maar nog eens 11 risicokinderen scoren slecht op alleen de non-woord repetitietask, terwijl 4 risicokinderen problemen op alleen de DS taak hebben. In de taalontwikkelingsstoornisgroep heeft 71% (15/21) van de kinderen problemen op beide taken. Nog eens 24% (5/21) van de kinderen uit deze groep scoort slecht op alleen de non-woord repetitietask.

Het lijkt er dus op dat een slechte score op de non-woord repetitietask niet noodzakelijk een slechte score op de digit span betekent. Indien er vanuit gegaan wordt dat de non-woord repetitietask alleen korte-termijn geheugen meet, zou dat wel het geval moeten zijn. Een slechte prestatie op de non-woord repetitietask (ondanks intact korte-termijn geheugen) houdt in dat er naast fonologisch werkgeheugen ook activatie van een andere component, namelijk fonologische verwerking, optreedt. Om deze aanname te testen, werd een covariantie-analyse op de NRT-data met de ruwe score van de digit span als co-variantie uitgevoerd. In een co-variantie analyse wordt voor de invloed van één variabele op een ander variabele (in dit geval van digit span op non-woord repetitietask) gecontroleerd. De statistische analyse laat zien dat de resultaten van de non-woord repetitietask, zonder het effect van fonologisch werkgeheugen, de groepen nog steeds significant onderscheiden. Dit houdt in dat, na wegcijfering van de invloed van de digit span, de groepen nog altijd verschillen op de NRT. Er is dus een additionele component aan het werk bij het herhalen van non-woorden; de fonologische verwerking. Deze studie ondersteunt hiermee de psycholinguïstische hypothese van Snowling en collega's (1991). De non-woord repetitietask meet (ook) de fonologische verwerkingsvaardigheid.

De bevindingen van deze studie kunnen als volgt worden samengevat. Ten eerste is duidelijk dat de risicogroep meer moeite heeft met fonologische verwerking en het fonologisch werkgeheugen dan de controlegroep. Als groep presteren de risicokinderen tussen de controle- en taalgestoorde groep in. Deze problemen op fonologische verwerkings- en fonologisch werkgeheugentaken zijn misschien voorlopers van leesproblemen.

Ten tweede is een verdeling binnen de risicogroep mogelijk. Een deel van de risicokinderen behaalt scores die gelijk zijn aan die van de controlegroep, terwijl een tweede deel op de taken scoort als de S-TOS kinderen. Deze risicokinderen lijken wat hun fonologische verwerking en hun fonologisch werkgeheugen betreft op kinderen met een taalstoornis. Dit ondersteunt de hypothese dat de (spraak-taal) problemen in deze groepen dezelfde onderliggende oorzaak hebben. Problemen met fonologische verwerking en fonologisch werkgeheugen zijn mogelijke vroege voorspellers van ontwikkelingsdyslexie.

Tot slot laten de gezamenlijke resultaten zien dat een gebrekkig fonologisch werkgeheugen niet noodzakelijk een gebrekkige fonologisch verwerking impliceert. Niet alle kinderen die slecht presteren op de DS, doen dat ook op de NRT. Omgekeerd geldt hetzelfde: een gebrekkige fonologische verwerking betekent niet noodzakelijk een gebrekkig fonologisch werkgeheugen. De resultaten pleiten dus voor de psycholinguïstische hypothese en verwerpen de geheugenhypothese.

Summary

The aim of this study was to look into the phonological processing and phonological working memory abilities of children with a genetic risk for dyslexia and children with specific language impairment. Problems in these areas have often been related to both language disorders as well as reading difficulties. A non-word repetition task and a digit span task were used to assess these abilities.

Results show that children from both the at-risk for dyslexia and language impaired groups have considerable difficulties with these tasks. The results also demonstrate that a subgroup of the children at-risk for dyslexia performs similarly to the language impaired children. These findings suggest that dyslexia and language impairment might have a similar underlying cause. Furthermore, the results from this study lend support for the hypothesis that performance on phonological processing and phonological working memory tasks might be precursors of reading problems.

Dankwoord

Op deze plaats bedanken we allereerst de kinderen en ouders die deelnamen aan het onderzoek. Ook willen we graag de projectleden, Petra van Alphen, Jan de Jong, Marjolein van Woudenberg en Frank Wijnen, bedanken. Tot slot bedanken we ook het UiL OTS en NWO voor het financieren van het dyslexie- en taalontwikkelingsproject.

Referenties

- Adams, A.-M., & Gathercole, S.E. (2000). Limitations in working memory: implications for language development. *International Journal for language development*, 35, 95-116.
- Bishop, D.V.M., North, T., & Donlan, C. (1996). Nonword repetition as a behavioural marker for inherited language impairment: Evidence from a twin study. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 37, 391-403.
- Catts, H. (1986). Speech production/phonological deficits in reading disordered children. *Journal of Learning Disabilities*, 19, 504-508.
- Catts, H. (1993). The relationship between speech-language impairments and reading disabilities. *Journal of Speech and Hearing Research*, 36, 948-958.
- Conti-Ramsden, G., Botting, N., & Faragher, B. (2001). Psycholinguistic markers for Specific Language Impairment (SLI). *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 42, 741-748.
- Couture, A.E., & McCauley, R.J. (2000). Phonological working memory in children with phonological impairment. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 14, 499-517.
- Dollaghan, C., Biber, M., & Campbell, T. (1993). Constituent Syllable Effects in a Nonsense-Word Repetition Task. *Journal of Speech and Hearing Research*, 36, 1051-1054.
- Dollaghan, C.A., Biber, M.E., & Campbell, T.F. (1995). Lexical influences on nonword repetition. *Applied Psycholinguistics*, 16, 211-222.
- Dollaghan, C., & Campbell, T.F. (1998). Nonword repetition and child language impairment. *Journal of Speech Language and Hearing Research*, 41, 1136-1146.
- Ellis-Weismer, E., Tomblin, J.B., Zhang, Z., Buckwalter, P., Chynoweth, J.P., & Jones, L. (2000). Nonword repetition performance in school-age children with and without language impairment. *Journal of Speech Language and Hearing Research*, 43, 865-878.
- Gallagher, A. & Frith, U., & Snowling, M.J. (2000). Precursors of Literacy Delay among Children at Genetic Risk of Dyslexia. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 41, 203-213.
- Gathercole, S.E., Willis, C., Emslie, H. & Baddeley, A.D. (1991). The influences of syllables and wordlikeness on children's repetitions of nonwords. *Applied Psycholinguistics*, 12, 349-367.
- Gathercole, S.E., Willis, C., Baddeley, A.D. & Emslie, H. (1994). The children's test of nonword repetition: A test of phonological working memory. *Memory*, 2, 103-127.
- Gathercole, S.E. & A.D. Baddeley (1995). Short-term memory may yet be deficient in children with language impairments: A comment on van der Lely & Howard (1993). *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 38, 463-466.
- Goulandris, N.K., & M.J. Snowling & Walker, I. (2000): Is Dyslexia a Form of Specific Language Impairment? A Comparison of Dyslexic and Language Impaired Children as Adolescents. *Annals of Dyslexia*, 50, 103-120.
- Grigorenko, E. (2001). Developmental Dyslexia: An Update on Genes, Brains, and Environments. *Journal of Child Psychiatry and Psychology*, 42, 91-125.
- MacArthur, G.M., Hogben, J.H., Edwards, V.T., Heath, S.M., & Mengler, E.D. (2000). On the 'Specifics' of Specific Reading Disability and Specific Language Impairment. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 41, 869-874.
- Rispens, J. (2004). *Syntactic and Phonological Processing in Developmental Dyslexia*. Groningen Dissertations in Linguistics 48.
- Snowling, M., Chiat, S., & Hulme, C. (1991). Words, nonwords, and phonological processes: Some comments on Gathercole, Willis, Emslie, and Baddeley. *Applied Psycholinguistics*, 12, 369-373.