

## Meer en minder bekende oorzaken van dyslexie

Madelon van den Boer en Peter F. de Jong

In: Wim van den Broeck (Red.) Handboek Dyslexieonderzoek, Acco, 2016

Om stoornissen, zoals dyslexie, beter te begrijpen wordt niet alleen onderzoek gedaan naar de manier waarop de stoornis zich gedragsmatig manifesteert, maar wordt ook gezocht naar factoren die de stoornis veroorzaken. Kennis over de oorzaken van een stoornis is bijvoorbeeld aantrekkelijk omdat dit kan leiden tot het inzetten van preventieve zorg. Hulp zou al kunnen worden ingezet op het moment dat een leerling uitvalt op één of meer onderliggende vaardigheden, niet pas wanneer de stoornis daadwerkelijk kan worden vastgesteld. In dit hoofdstuk worden eerst enkele algemene kwesties in het denken over oorzaken van dyslexie beschreven. Vervolgens wordt ingegaan op een aantal bekende en een aantal minder bekende oorzaken van dyslexie. Tot slot wordt samengevat wat de huidige stand van kennis is over oorzaken van dyslexie en wordt kort ingegaan op de implicaties daarvan voor diagnostiek en behandeling.

### 1. Denken over oorzaken van dyslexie

Om te kunnen spreken van een oorzaak van dyslexie is het in ieder geval van belang dat de veronderstelde oorzaak vooraf gaat aan het ontstaan van dyslexie en tevens voorspellend is voor de latere leesvaardigheid. Dit klinkt simpel, maar blijkt lastig in het geval van dyslexie. In onze samenleving komen we taal, in zowel gesproken als geschreven vorm, overal om ons heen tegen. Hierdoor is het moeilijk vast te stellen wanneer de leesontwikkeling precies begint, en daarmee op welk moment vaardigheden die mogelijk een oorzaak zijn van dyslexie gemeten zouden moeten worden. Wanneer immers een veronderstelde oorzaak onderzocht wordt terwijl de leesontwikkeling al gaande is, dan is het niet uit te sluiten dat uitval op een oorzaak juist veroorzaakt wordt door de gebrekkige leesontwikkeling, in plaats van andersom. Dit heeft ertoe geleid dat de kennis over oorzaken van dyslexie nog steeds in ontwikkeling is.

Aanvankelijk werd in het zoeken naar oorzaken van stoornissen in het algemeen en van dyslexie in het bijzonder vooral gedacht vanuit deterministische modellen. In dergelijke modellen wordt verondersteld dat één enkele oorzaak ten grondslag ligt aan een bepaalde

stoornis. Er is echter tot op heden geen enkel tekort gevonden dat het gros van de symptomen van dyslexie kan verklaren. Bovendien is nog geen enkele oorzaak gevonden, die noodzakelijk en voldoende is om het ontstaan van dyslexie te verklaren (Pennington et al., 2012). Zo is er bijvoorbeeld een sterke relatie tussen fonologische vaardigheden en dyslexie. Toch is er zeker geen sprake van een één op één relatie. Er zijn individuen met zwakke fonologische vaardigheden, die toch gemiddeld tot goed lezen. Andersom zijn er ook zwakke lezers die gemiddeld tot goed presteren op fonologische taken. Het is duidelijk geworden dat dyslexie multifactorieel bepaald is (zie ook hoofdstukken 1, 2 en 6). Meerdere en verschillende oorzaken kunnen leiden tot dyslexie en oorzaken hebben eerder een probabilistisch dan een deterministisch karakter. De focus is daarmee verschoven van deterministische modellen waarin één oorzaak centraal staat, naar probabilistische modellen, waarin een samenspel van diverse factoren bepaalt of de stoornis al dan niet optreedt. In deze modellen worden oorzaken opgevat als risicofactoren. Een risicofactor leidt niet noodzakelijk tot de stoornis maar verhoogt wel de kans dat de stoornis ontstaat. Het is de combinatie van diverse aan- of afwezige risicofactoren die uiteindelijk bepaalt of er bij iemand dyslexie zal optreden.

Verschillende inzichten hebben bijgedragen aan deze omslag in het denken over oorzaken van dyslexie. Ten eerste het inzicht dat het risico op dyslexie niet absoluut is (Snowling, Gallagher, & Frith, 2003). Dat wil zeggen, het al dan niet hebben van dyslexie kan niet gezien worden als een schakelaar die ofwel aan ofwel uit staat. Evenals leesvaardigheid, waarin men in verschillende gradaties meer of minder goed kan zijn, is het risico op dyslexie continu verdeeld. Dit risico kan verschillen in ernst op basis van de hoeveelheid risicofactoren die aanwezig zijn alsmede de ernst van iedere risicofactor op zich. Daarnaast heeft het verschijnsel van comorbiditeit het denken over stoornissen beïnvloed. Comorbiditeit is het vaker tegelijkertijd voorkomen van twee of meer stoornissen binnen één individu dan op basis van kans verwacht wordt (zie ook hoofdstuk 1). Doordat stoornissen vaker dan verwacht samen voorkomen kunnen stoornissen niet langer worden gezien als strikt gescheiden categorieën. Comorbiditeit kan immers alleen worden verwacht wanneer er sprake is van bepaalde genetische of cognitieve risicofactoren die gedeeld zijn, dat wil zeggen die een verband hebben met meer dan één stoornis. Aanwezigheid van een gedeelde risicofactor verhoogt daarmee de kans op niet één, maar twee of meer

stoornissen. Naar aanleiding van deze inzichten worden stoornissen steeds meer gezien als het resultaat van een combinatie van deels unieke en deels gedeelde risicofactoren.

Zoals ook in hoofdstuk één uiteengezet is, is er bijvoorbeeld sprake van comorbiditeit tussen dyslexie en de aandachtstekortstoornis met of zonder hyperactiviteit (AD(H)D). Dyslexie en AD(H)D komen vaker samen voor dan men zou verwachten op basis van de prevalentie van beide stoornissen. Ongeveer 25-40% van de kinderen met dyslexie of AD(H)D voldoet ook aan de criteria voor de andere stoornis, waarbij er met name veel overlap is tussen dyslexie en de aandachtstekortstoornis zonder hyperactiviteit (Willcutt & Pennington, 2000). Voor deze stoornissen zijn zowel specifieke als gedeelde risicofactoren geïdentificeerd. Fonologisch bewustzijn en snelbenoemen, waar later verder op in zal worden gegaan, bleken unieke voorspellers van dyslexie, terwijl responsinhibitie specifiek geassocieerd was met AD(H)D (McGrath et al., 2011). Verwerkingssnelheid bleek echter een gedeelde risicofactor voor dyslexie en de aandachtstekortstoornis zonder hyperactiviteit. Hoewel verwerkingssnelheid met beide stoornissen geassocieerd blijkt, is de causale status ervan nog onduidelijk. Meer onderzoek is nodig om te bepalen of deze gedeelde risicofactor een causaal verband heeft met beide of slechts met één van beide stoornissen of mogelijk louter gezien moet worden als een geassocieerde risicofactor of zelfs als een gevolg van de stoornissen.

Juist het bestaan van comorbiditeit compliceert het zoeken naar risicofactoren die een causaal verband hebben met een bepaalde stoornis. Doordat stoornissen vaker samen voorkomen dan verwacht, worden soms risicofactoren die een causale relatie hebben met de ene stoornis, ten onrechte gezien als risicofactor voor een andere stoornis. Zo werd voorheen gedacht dat dyslexie mogelijk mede veroorzaakt wordt door tekorten in motorische vaardigheden of in het automatiseren van vaardigheden in het algemeen (Nicolson & Fawcett, 1990). Later bleken echter problemen met bijvoorbeeld balanceren en fijne motoriek vooral voor te komen bij kinderen met dyslexie in combinatie met AD(H)D (Ramus, Pidgeon, & Frith, 2003; Wimmer, Mayringer, & Raberger, 1999). Zwakke motorische vaardigheden bleken geassocieerd te zijn met dyslexie, doordat relatief veel personen met dyslexie ook AD(H)D hebben. Ze kunnen echter niet gezien worden als oorzaak van dyslexie.

## 2. Meer en minder bekende oorzaken van dyslexie

Dyslexie is sterk **erfelijk**. Kinderen van wie de vader of moeder dyslexie heeft, hebben ongeveer een vier keer grotere kans om dyslexie te ontwikkelen dan hun leeftijdsgenootjes bij wie dyslexie niet voorkomt in de familie (Snowling & Melby-Lervåg, in druk). Op het genetisch niveau werd aanvankelijk gezocht naar een enkel dominant of recessief gen om de stoornis mee te verklaren. Hoewel diverse genen werden geïdentificeerd die gerelateerd zijn aan dyslexie, bleken de effecten daarvan tot op heden klein en moeilijk te repliceren. In plaats van een enkel gen dat leidt tot dyslexie, blijken **verschillende genen** ieder maar een kleine bijdrage te leveren (Bishop, 2009; zie ook hoofdstuk 2). Deze diverse genetische factoren bepalen in combinatie met omgevingsinvloeden, het risico op het ontwikkelen van dyslexie. Immers, genetische aanleg en omgeving beïnvloeden de ontwikkeling van de hersenen en daarmee van cognitieve processen, die op hun beurt weer leiden tot de gedragsymptomen van dyslexie (Carrion-Castillo, Franke, & Fisher, 2013). De precieze vorm waarin deze factoren op diverse niveaus met elkaar samenhangen en de implicaties daarvan voor het ontwikkelen van dyslexie zijn nog niet duidelijk. Hierdoor, in combinatie met het feit dat dyslexie een stoornis is die op het gedragsniveau wordt vastgesteld, ligt het voor de hand om in het zoeken naar risicofactoren in eerste instantie te kijken naar het niveau van cognitieve processen. Vaardigheden op dit niveau zijn bovendien goed te onderzoeken bij een enkel individu en kunnen dus ook een rol spelen in de diagnostiek en behandeling van dyslexie. In dit hoofdstuk ligt de focus daarom op cognitieve factoren als risicofactoren voor dyslexie.

### 2.1. De fonologisch deficiet hypothese

Het is **breed geaccepteerd** dat dyslexie wordt veroorzaakt door een tekort in de verwerking van taalspecifieke informatie, dat wil zeggen **fonologische en orthografische informatie** (Ramus, 2003; Vellutino, Fletcher, Snowling, & Scanlon, 2004). Dit idee is bijvoorbeeld uitgewerkt als de fonologisch deficiet hypothese. In dit enkelvoudig causaal model wordt aangenomen dat **problemen met het verwerken van fonologie aanwezig zijn vóór de aanvang van het leren lezen** en de oorzaak zijn van de latere leesproblemen (Hulme & Snowling, 2009). Een fonologisch deficiet duidt er over het algemeen op dat de fonologie, of de klankstructuur van woorden, niet goed kan worden verwerkt. Zo worden bijvoorbeeld niet alle klanken in een woord geïdentificeerd. Dit leidt ertoe dat niet alle klanken

gekoppeld kunnen worden aan de juiste letters. De uitspraak van woorden wordt daarmee in het geheugen niet volledig of niet specifiek genoeg gekoppeld aan de geschreven vorm van het woord. Hierdoor worden woorden die op elkaar lijken, doordat ze bijvoorbeeld maar in één letter verschillen, met elkaar verward wat een probleem op kan leveren als de woorden snel gelezen moeten worden (de Jong & Messbauer, 2011). Om woorden waarvan de uitspraak niet meteen correct kan worden opgehaald uit het geheugen toch accuraat te lezen, moeten lezers met dyslexie vaker terugvallen op een langzaam decodeerproces. Dat willen zeggen dat zij woorden letter-voor-letter moeten omzetten in klanken en deze klanken vervolgens aan elkaar moeten plakken om tot de uitspraak van een woord te komen. Een fonologisch deficiet verklaart dus de problemen in de accuratesse en met name de snelheid van het lezen, die zo kenmerkend zijn voor dyslexie, via gebrekkige representaties van de klankstructuur van woorden in het geheugen, die leiden tot een minder efficiënt leesproces.

Van een aantal taken wordt verondersteld dat de prestatie daarop indicatief is voor een fonologisch deficiet. Deze taken worden vaak met de overkoepelende term fonologische vaardigheden aangeduid. Deze term moet echter voorzichtig gebruikt worden, aangezien hiermee uiteenlopende vaardigheden worden bedoeld waarvan het effect op de lees- en spelvaardigheden lijkt te verschillen. Wat de vaardigheden met elkaar gemeen hebben is dat ze allen betrekking hebben op de gevoeligheid voor of het verwerven van de klankstructuur van gesproken woorden. Voorbeelden zijn het detecteren of weglaten van klanken in woorden, het herhalen van nonwoorden of het aanleren van nieuwe associaties tussen visuele en verbale vormen. Hieronder wordt op ieder van die vaardigheden dieper ingegaan. Ook wordt het snel benoemen van cijfers en letters besproken. Dit werd voorheen ook gezien als een fonologische vaardigheid, maar het wordt steeds duidelijker dat deze vaardigheid een wat andere relatie heeft met het lezen dan de overige vaardigheden. We beginnen echter met de meest gebruikte en meest bestudeerde maat voor fonologische vaardigheden, het fonologisch bewustzijn.

### **2.1.1. Het fonologisch bewustzijn**

Uit recente vergelijkingsstudies blijkt dat een tekort in het fonologisch bewustzijn de primaire risicofactor vormt voor dyslexie (Pennington et al., 2012; Snowling & Melby-Lervåg,

in druk). Dit geldt over leeftijden en talen heen. Dit tekort komt relatief veel voor bij individuen met dyslexie en heeft van alle risicofactoren die bekend zijn de sterkste relatie met de lees- en spelvaardigheid. Fonologisch bewustzijn betreft het kunnen herkennen en manipuleren van de klankstructuur van woorden. Op jonge leeftijd, vóór aanvang van het leesonderwijs, wordt fonologisch bewustzijn vooral gemeten met taken die een beroep doen op rijmen of op het identificeren van de begin- of eindletter van woorden. Op latere leeftijd wordt kinderen veelal gevraagd klanken uit bestaande of niet-bestaande woorden weg te laten ('Wat is MEMSLOS zonder 'L'?') of te verwisselen van plek ('Wat wordt LARSPOS als je de 'L' en de 'P' verwisselt?'; de Jong & van der Leij, 2003). Deze taken hebben met elkaar gemeen dat de aandacht wordt weggenomen van de betekenis van woorden en gericht wordt op de klanken van letters en van woorden. Om de prestatie op deze taken te bepalen wordt over het algemeen gekeken naar het aantal items dat correct wordt opgelost. De taken zijn voor oudere kinderen echter vaak te makkelijk, waardoor deze maat van accuratesse niet goed onderscheid maakt tussen leerlingen die een sterker en die een zwakker fonologisch bewustzijn hebben. Omdat de gebruikte taken niet altijd sensitief genoeg zijn om individuele verschillen betrouwbaar weer te geven, komt fonologisch bewustzijn niet altijd naar voren als significante voorspeller voor het lees- en spellingniveau (Patel, Snowling, & de Jong, 2004). Een recente ontwikkeling in het testen van fonologisch bewustzijn is dan ook het meenemen van de snelheid waarmee antwoorden worden gegeven. Snelheid binnen een taak voor fonologisch bewustzijn blijkt een sensitieve maat, die samenhangt met leesvaardigheid in ieder geval tot aan het eind van de basisschool (Patel et al., 2004; Vaessen & Blomert, 2010; van Bergen, Bishop, van Zuijlen, & de Jong, 2015), maar waarschijnlijk zelfs tot in de volwassenheid (de Jong, van Zuijlen, & van Bergen, ongepubliceerd). Fonologisch bewustzijn blijkt dus over leeftijden heen gerelateerd aan de lees- en spellingvaardigheid, mits taken met een voldoende moeilijkheidsgraad worden gebruikt of rekening wordt gehouden met snelheid naast accuratesse. Of fonologisch bewustzijn daadwerkelijk een causale rol speelt in de ontwikkeling van lees- en spellingvaardigheid is echter nog onderwerp van discussie. Vanaf het begin van het leren lezen en spellen heeft fonologisch bewustzijn enerzijds invloed op en wordt het anderzijds beïnvloed door de toename in lees- en spellingvaardigheid (Castles & Coltheart, 2004). Er is echter nog geen overeenstemming bereikt over de vraag of fonologisch bewustzijn voor de

aanvang van lees- en spellingonderwijs een causaal effect heeft op de aanvankelijke lees- en spellingprestaties (Hulme, Snowling, Caravolas, & Carroll, 2005; Vellutino et al., 2004).

### **2.1.2. Het verbale kortetermijngeheugen**

Het verbale kortetermijngeheugen wordt ook regelmatig genoemd als fonologische vaardigheid die van belang is voor leesvaardigheid (Wagner & Torgesen, 1987). Een veelgebruikte taak om het verbale kortetermijngeheugen te meten is **nonwoord repetitie**. In een dergelijke taak wordt deelnemers gevraagd reeksen niet-bestaande woorden, die door een testleider worden opgenoemd, zo precies mogelijk te herhalen (bijvoorbeeld 'baamerienooves'; Rispens & Baker, 2012). Aangenomen wordt dat de taak meet hoe precies fonologische informatie verwerkt kan worden. Het blijkt dat individuen met dyslexie slechter presteren op nonwoord repetitie dan zowel leeftijdgenoten als jongere lezers met hetzelfde niveau van leesvaardigheid (Melby-Lervåg & Lervåg, 2012). Een groot deel van dit verschil bleek echter te worden verklaard door de lagere mondelinge taalvaardigheid van de groep deelnemers met dyslexie. Meer specifiek bleek dat vooral deelnemers met zowel **dyslexie als een taalontwikkelingsstoornis** uitvielen op nonwoord repetitie. Met andere woorden, nonwoord repetitie lijkt vooral geassocieerd te zijn met dyslexie door de **comorbiditeit die bestaat tussen dyslexie en een taalontwikkelingsstoornis**, en dus **niet zozeer door een unieke relatie tussen het verbale kortetermijngeheugen en leesvaardigheid**.

Nonwoord repetitie is een voorbeeld van een maat voor het verbale kortetermijngeheugen. Andere maten zijn bijvoorbeeld het **onthouden en herhalen** van reeksen cijfers, letters of bestaande woorden. Uit onderzoek waarin deze maten zijn gebruikt, blijkt dat de **capaciteit** van het verbale kortetermijngeheugen **weliswaar samenhangt** met leesvaardigheid, maar dat deze samenhang niet meer zichtbaar is wanneer ook andere fonologische vaardigheden worden meegenomen als voorspellers van leesvaardigheid (Parrila, Kirby, & McQuarrie, 2004; van den Boer, de Jong, & Haentjens-van Meeteren, 2013). **Andere fonologische vaardigheden, vooral het fonologisch bewustzijn, lijken veel belangrijker** voor de leesvaardigheid. De voorspellende waarde van het verbale kortetermijngeheugen lijkt vooral het gevolg van de samenhang met fonologisch bewustzijn. Een taak voor het fonologisch bewustzijn doet immers vaak ook een beroep op het verbale

kortetermijngeheugen. Al met al kan het verbale kortetermijngeheugen dus niet gezien worden als een specifieke risicofactor voor dyslexie.

### 2.1.3. Letterkennis

Het zal niemand verbazen dat aanvankelijke leesvaardigheid vooral lijkt te worden voorspeld door letterkennis (Gallagher, Frith, & Snowling, 2000). Ook op latere leeftijd blijkt echter dat kinderen met dyslexie minder goed presteren op letterkennis (Blomert, 2011). Het gaat hierbij echter niet meer om verschillen in het aantal letters dat correct kan worden benoemd, maar om verschillen in de sterkte van de letter-klank integratie (zie ook hoofdstuk 5). Letter-klank integratie wil zeggen dat de associatie tussen letters en bijbehorende klanken dermate sterk is dat aanbieding van de letter direct de klank oproept en andersom. Er lijken audiovisuele objecten te zijn ontstaan in het geheugen waarin letters en bijbehorende klanken geïntegreerd zijn. Breinonderzoek laat zien dat lezers met dyslexie associaties vormen tussen letters en klanken, maar minder in staat lijken letters en klanken te integreren tot audiovisuele objecten. Ook op het gedragsniveau blijkt dat kinderen na ongeveer twee jaar leesonderwijs weliswaar alle letters kennen, maar nog aanzienlijk verschillen in de snelheid waarmee zij letters aan klanken kunnen koppelen (Blomert & Vaessen, 2009). Over het algemeen zijn de resultaten uit gedragsonderzoek echter minder sterk dan uit breinonderzoek, waarmee de waarde voor diagnostiek op dit moment beperkt is.

### 2.1.4. Paarsgewijs leren

De problemen met het verwerven van letter-klank integratie worden ook wel geïnterpreteerd als een specifiek crossmodaal leertekort als oorzaak voor dyslexie (Blomert, 2011). Immers, visuele stimuli, namelijk letters, moeten worden gekoppeld aan een verbale response, namelijk klanken. Er is onderzoek dat aantoont dat ook de bredere vaardigheid van het paarsgewijs leren, het leren van arbitraire associaties tussen een stimulus en een response in het geheugen, voorspellend is voor de leesvaardigheid bovenop eerder genoemde vaardigheden (Hulme, Goetz, Gooch, Adams, & Snowling, 2007). Ook hierbij blijkt dat voor leesvaardigheid vooral het crossmodale paarsgewijs leren van belang is, dat wil zeggen het leren van een associatie tussen een visuele en een verbale stimulus, zoals het leren van een nieuwe naam voor een nieuw voorwerp. Meer recent is echter aangetoond



dat het niet zozeer het aanleren is van associaties tussen visuele en verbale stimuli waarin lezers met dyslexie tekorten hebben, maar eerder het leren van de verbale vormen zelf (Litt & Nation, 2014). Kinderen met dyslexie bleken meer moeite te hebben dan leeftijdgenoten met **het leren en vooral produceren van nieuwe woorden**. Hieruit blijkt dat dyslexie vooral samengaat met moeite met de fonologische componenten van deze taak, namelijk het **verwerven van nieuwe fonologische representaties**. Dit past bij de resultaten op de nonwoord repetitie taken waarbij ook nieuwe woorden herhaald moet worden. Net als bij die taak, wordt de prestatie op paarsgewijs leren waarschijnlijk in sterke mate bepaald door de kwaliteit van het fonologisch systeem. Dat systeem wordt mede beïnvloed door het leren lezen. Daarmee kunnen problemen met **crossmodaal paarsgewijs leren** waarschijnlijk het beste worden gezien als **een gevolg van dyslexie, en niet als een oorzaak**.

## **2.2. Snelbenoemen (RAN)**

Een andere vaardigheid die sterk geassocieerd is met dyslexie is het snelbenoemen, in de internationale literatuur beter bekend als **Rapid Automated Naming** of **RAN**. Snelbenoemen betreft het zo snel mogelijk opnoemen van een set bekende symbolen, zoals letters, cijfers, kleuren of plaatjes. Snelbenoemen blijkt sterk samen te hangen met leesvaardigheid in diverse talen en voor verschillende leeftijden en vaardigheidsniveaus, ook wanneer rekening wordt gehouden met andere vaardigheden die samenhangen met leesvaardigheid, zoals het fonologisch bewustzijn (Kirby, Georgiou, Martinussen, & Parrila, 2010). Met name in talen zoals het Nederlands, waarin de koppeling van letters aan klanken eenvoudig is, blijkt **snelbenoemen zelfs vaak de sterkste voorspeller te zijn voor leesvaardigheid** (van den Boer, van Bergen, & de Jong, 2015). Dit komt omdat snelbenoemen sterk samenhangt met leessnelheid. Bij het bepalen van de leesprestaties in dergelijke talen is vooral snelheid van belang, aangezien er maar in zeer beperkte mate leesfouten gemaakt worden. In talen met minder eenduidige koppelingen tussen letters en klanken, zoals het Engels, kunnen leesprestaties naast leessnelheid ook middels leesaccuratesse worden bepaald. **Vooraf de snelbenoemtaken met alfanumerieke stimuli, zoals letters en cijfers, hebben een sterke relatie met leesvaardigheid** (van den Bos, Zijlstra, & Van den Broeck, 2003).

Voorheen werd snelbenoemen gezien als derde fonologische vaardigheid, naast fonologisch bewustzijn en het verbale kortetermijngeheugen (Wagner & Torgesen, 1987). Er is echter veel discussie over wat de prestatie op de snelbenoemtaken precies betekent en daarmee over de aard van de relatie met leesvaardigheid. Zo wordt bijvoorbeeld gesteld dat het snelbenoemen eigenlijk een soort microkosmos is van de latere leesvaardigheid (Norton & Wolf, 2012). De taken die gebruikt worden om het snelbenoemen en het lezen te meten lijken mogelijk zo veel op elkaar, dat niet te spreken valt van een causaal verband, maar meer van een vroege vorm van de latere leesvaardigheid. Veel elementen die in het lezen van een tekst zitten, kunnen ook teruggevonden worden in snelbenoemtaken waarin een reeks symbolen achter elkaar opgenoemd moet worden. In overeenstemming hiermee blijkt het snelbenoemen van rijen cijfers en letters die tegelijk worden gepresenteerd, dus als een reeks, beter onderscheid te maken tussen goede en zwakke lezers dan de snelheid van het benoemen van een enkel cijfer of een enkele letter (Jones, Branigan, & Kelly, 2009). Lezers met dyslexie bleken trager dan betere lezers in het benoemen van letters en cijfers die één voor één werden gepresenteerd. Het belangrijkste verschil tussen de twee groepen was echter dat ten opzichte van losse items lezers zonder dyslexie versnellen wanneer meerdere items tegelijk worden gepresenteerd, terwijl lezers met dyslexie dan juist vertragen. Dit geeft aan dat vooral een tekort in het verwerken van meerdere items tegelijk geassocieerd is met leesvaardigheid. In tegenstelling tot goede lezers blijken lezers met dyslexie niet te profiteren van de mogelijkheid vooruit te kijken naar items die komen. Zij lijken moeite te hebben met het onderdrukken van het vorige item bij het uitspreken van het nieuwe item. Dit lijkt ook van belang bij het lezen van een tekst.

Al met al blijkt het snelbenoemen, met name van reeksen cijfers of letters, een belangrijke voorspeller van leesvaardigheid. Een aantal recente bevindingen zijn van belang voor de interpretatie van deze samenhang. Ten eerste blijkt de samenhang tussen fonologisch bewustzijn en snelbenoemen dermate laag ( $r = 0.30$ ; van den Boer et al., 2013), dat steeds meer blijkt dat deze vaardigheden niet allebei met de term fonologische vaardigheden te vangen zijn. Snelbenoemen en fonologisch bewustzijn hebben een verschillende relatie met leesvaardigheid en moeten worden gezien als onafhankelijke risicofactoren voor dyslexie (Wolf & Bowers, 1999). Snelbenoemen vertoont daarnaast, in tegenstelling tot fonologisch bewustzijn, geen of een erg zwakke relatie met spelling (van den Boer et al., 2015),

waarmee de vaardigheid niet voorspellend is voor alle problematiek waardoor dyslexie gekenmerkt wordt. Ook blijkt snelbenoemen, wederom in tegenstelling tot fonologisch bewustzijn, sterker samen te hangen met hardop lezen dan met stillezen (van den Boer, van Bergen, & de Jong, 2014).

In enkele recente studies wordt snelbenoemen opgevat als mogelijke indicator van het leesproces, en niet zozeer als voorspeller van leesuitkomsten (Protopapas, Altani, & Georgiou, 2013; van den Boer & de Jong, 2015). Zoals al werd vermeld lijkt het van belang of een lezer in staat is de items in een snelbenoemtaak, evenals de woorden in een tekst, met meerdere tegelijk te verwerken, in plaats van één voor één (Protopapas et al., 2013). De mate waarin dit lukt, zou zeer bepalend kunnen zijn voor de snelheid waarmee men leest. Daarnaast wordt ook wel de relatie van de leesprestaties met het benoemen van losse cijfers of letters als indicatie gebruikt voor het proces dat ten grondslag ligt aan de woordidentificatie (van den Boer & de Jong, 2015). Zo wordt het benoemen van losse cijfers of letters gezien als een indicator van de snelheid waarmee fonologische informatie of de gesproken vorm van een woord uit het geheugen gehaald kan worden. Wanneer het lezen van losse woorden erg lijkt op het benoemen van losse letters of cijfers, is er mogelijk ook in het lezen sprake van het ophalen van een uitspraak uit het geheugen, en daarmee van een geautomatiseerd leesproces. Zo bleek uit een recente studie dat voor gevorderde lezers de snelheid waarmee losse letters en cijfers werden benoemd, die één voor één werden aangeboden op een scherm, sterk correleerde ( $r > 0.80$ ) met de snelheid waarmee korte woorden werden gelezen (van den Boer, Georgiou, & de Jong, geaccepteerd). Dit gold voor Nederlandse en voor Engels sprekende Canadese kinderen. De samenhang van woordlezen met de meer traditionele snelbenoemtaken, waarbij letters of cijfers achter elkaar worden opgenoemd, geeft daarentegen mogelijk meer een decodeerproces weer. Bij het opnoemen van reeksen cijfers of letters moeten immers verschillende uitspraken achter elkaar worden opgehaald uit het geheugen. Dit lijkt zeer vergelijkbaar met het verklanken van woorden, waarbij eveneens klanken achter elkaar moeten worden opgehaald uit het geheugen. Inderdaad blijkt bij beginnende lezers de samenhang tussen de traditionele snelbenoemtaken en de snelheid waarmee losse woorden gelezen worden relatief hoger dan bij gevorderde lezers (de Jong, 2011; Protopapas et al., 2013). Al met al wordt snelbenoemen dus steeds minder gezien als één van de fonologische vaardigheden. In

plaats daarvan wordt steeds meer duidelijk over de manier waarop prestaties op diverse soorten snelbenoemtaken mogelijk inzicht geven in de manier waarop het leesproces voor lezers met dyslexie verschilt van het leesproces van gemiddelde tot goede lezers.

### 2.3. De visuele aandachtsspanne hypothese

Naast fonologische vaardigheden en snelbenoemen is er de laatste tijd opnieuw aandacht voor visuele verklaringen van dyslexie. Opnieuw, want het zoeken van een oorzaak van dyslexie in visuele vaardigheden is niet nieuw. Zo werd bijvoorbeeld in de historisch eerste gevalsbeschrijving van een jongen met dyslexie gesproken over woordblindheid of een verstoord visueel geheugen voor woorden als oorzaak van de aandoening (Morgan, 1896). Een recente theorie waarin dyslexie wordt toegeschreven aan een visueel tekort is de visuele aandachtsspanne hypothese (Valdois, Bosse, & Tainturier, 2004). Volgens deze hypothese wordt de leesvaardigheid naast fonologische vaardigheden ook bepaald door de visuele aandachtsspanne. Hiermee wordt het aantal orthografische elementen (bijvoorbeeld letters of lettergrepen) bedoeld dat in één oogopslag kan worden verwerkt. Wanneer niet alle letters binnen een woord tegelijkertijd kunnen worden waargenomen en verwerkt, komt immers het in het geheel herkennen van woorden onder druk te staan. Wanneer iemand bijvoorbeeld vier letters tegelijk kan verwerken, dan lukt het mogelijk wel om het woord *weg* in één keer te herkennen en hiervoor de uitspraak op te halen uit het geheugen, maar lukt dit niet voor het woord *straat*. Een woord dat niet in het geheel verwerkt kan worden moet in stukjes verwerkt worden en dat werkt het minder efficiënte letter-voor-letter verklanken in de hand. De visuele aandachtsspanne blijkt inderdaad gerelateerd aan de leesvaardigheid in diverse talen (Bosse & Valdois, 2009; van den Boer et al., 2015). Tevens blijkt een behoorlijk percentage van de individuen met dyslexie een specifiek tekort te hebben in de visuele aandachtsspanne, al dan niet in combinatie met een tekort in fonologische vaardigheden (Bosse, Tainturier, & Valdois, 2007).

Er is echter nog veel discussie over de precieze aard van de relatie tussen de visuele aandachtsspanne en leesvaardigheid. Dit komt mede voort uit de taak waarmee de visuele aandachtsspanne over het algemeen gemeten wordt. In deze taak worden reeksen van vijf medeklinkers zeer kort gepresenteerd (bijvoorbeeld R H S D M), waarbij deelnemers wordt gevraagd zoveel mogelijk letters te herhalen of aan te geven welke letter op een

specifieke plek stond. Hierdoor is het mogelijk dat letter-klank associaties, en daarmee fonologische vaardigheden, een rol spelen in de prestaties op deze taak (Ziegler, Pech-Georgel, Dufau, & Grainger, 2010). In overeenstemming hiermee werd bijvoorbeeld gevonden dat de visuele aandachtsspanne ook een voorspellende waarde heeft voor de spelvaardigheid, een taak waarvoor geen visuele informatie verwerkt hoeft te worden (van den Boer et al., 2015). Op basis hiervan lijkt een interpretatie van de taak waarin niet alleen wordt uitgegaan van visuele vaardigheden passend. Het lijkt erop dat de visuele aandachtsspanne niet alleen weergeeft hoeveel letters tegelijkertijd kunnen worden waargenomen, maar voor hoeveel letters in een reeks de klank in één oogopslag kan worden geactiveerd. Hiermee lijkt de taak toch in bepaalde mate betrekking te hebben op fonologische vaardigheden, maar wel duidelijk een ander aspect hiervan te meten dan bijvoorbeeld fonologisch bewustzijn. Het belang van het tegelijkertijd kunnen verwerken van meerdere letters in een woord of meerdere woorden in een tekst komt hiermee zowel naar voren in recente interpretaties van het snelbenoemen als in recente bevindingen rondom de visuele aandachtsspanne.

#### **2.4. Sensomotorische problemen bij dyslexie**

Tot slot wordt de verklaring van dyslexie soms gezocht in sensomotorische problemen, zoals de eerder besproken motorische problemen of problemen in de verwerking van auditieve informatie. Binnen de auditieve waarneming wordt bijvoorbeeld een verminderde gevoeligheid voor subtiele verschillen tussen tonen en klanken gezien als risicofactor voor dyslexie (Hämäläinen, Salminen, & Leppänen, 2013). Hoewel een deel van de individuen met dyslexie of met een risico op dyslexie inderdaad tekorten laat zien in de auditieve verwerking, lijken deze tekorten van zeer beperkte invloed op de ontwikkeling van fonologische vaardigheden en de leesvaardigheid (Hakvoort, van der Leij, Maurits, Maassen, & van Zuijlen, 2015; Ramus, 2003). Meer in het algemeen komen sensomotorische problemen relatief vaker voor bij kinderen met dan bij kinderen zonder dyslexie. Echter, ze komen niet bij alle zwakke lezers voor, komen voor in diverse vormen en lijken minimale consequenties te hebben voor de leesvaardigheid. Er is voor deze verklaringen dus zeer weinig bewijs. De mechanismen die leiden van een sensomotorisch tekort naar dyslexie zijn nog onvoldoende bekend (Protopapas, 2014). Ook is nog onvoldoende duidelijk of een

slechte prestatie op sensorische taken in plaats van een oorzaak van dyslexie mogelijk een gevolg kan zijn van verminderde leeservaring (Goswami, 2015).

### 3. Conclusies en implicaties voor diagnostiek en behandeling

Samenvattend is in het denken over oorzaken van dyslexie de afgelopen jaren een verschuiving zichtbaar van deterministische modellen naar probabilistische modellen. Ofwel van het zoeken naar één oorzaak van dyslexie, naar het onderzoeken van het samenspel van diverse aan- of afwezige risicofactoren. Kennis over welke risicofactoren precies van belang zijn en met name welke risicofactoren een uniek én causaal verband hebben met het ontstaan van dyslexie is nog in ontwikkeling. Dyslexie is sterk erfelijk, maar de precieze genen die een rol spelen, evenals de manier waarop genen de ontwikkeling van de hersenen en cognitieve vaardigheden beïnvloeden is nog onvoldoende duidelijk. Op het niveau van cognitieve vaardigheden is duidelijk dat fonologische vaardigheden een sterke relatie hebben met de vaardigheid in het lezen en spellen. Binnen de fonologische vaardigheden is het vooral het fonologisch bewustzijn waarvoor er sterke aanwijzingen zijn dat tekorten op deze vaardigheid een risico vormen voor het ontstaan van dyslexie. Letterkennis en op latere leeftijd letter-klank integratie lijkt een andere kandidaat risicofactor, al is het bewijs daarvoor, met name binnen gedragstaken, nog wat mager. Het verbale korte termijngeheugen en het paarsgewijs leren worden soms ook gezien als fonologische taken met een unieke relatie met lees- en spellingproblemen. De meest recente bevindingen lijken er echter op te duiden dat tekorten op deze vaardigheden geen unieke causale relatie hebben met dyslexie, maar mogelijk meer een gevolg zijn van de stoornis of geassocieerd zijn met dyslexie door comorbiditeit met bijvoorbeeld de taalontwikkelingsstoornis. Het snelbenoemen van letters en cijfers is ook sterk gerelateerd aan de leesvaardigheid. Voorheen werd snelbenoemen geschaard onder de fonologische vaardigheden. Meer recent worden prestaties op deze taak echter meer gezien als indicatie voor het leesproces dat ten grondslag ligt aan de leesprestaties. Naast fonologische vaardigheden hebben visuele vaardigheden recent opnieuw aandacht gekregen als mogelijke risicofactor voor dyslexie. Een tekort op de visuele aandachtsspanne lijkt gerelateerd aan lezen en spellen, al is ook voor deze taak de aard van die relaties nog niet helemaal duidelijk. Mogelijk spelen in deze taak naast visuele toch ook fonologische vaardigheden een rol.

Al met al moeten we dus stellen dat we nog niet precies weten welke vaardigheden gezien kunnen worden als oorzaak van dyslexie. Daarnaast is aannemelijk dat nog niet alle oorzaken van dyslexie bekend zijn. Wat betekent dit voor diagnostiek en behandeling bij dyslexie? Binnen de diagnostiek kan het onderzoeken van uitval op cognitieve risicofactoren een belangrijke rol spelen. Uitval constateren op één of meer risicofactoren die verband houden met dyslexie kan de diagnosticus immers sterken in het stellen van de diagnose en ook aanwijzingen geven over de aard van de lees- en spelproblemen. Het is echter de vraag wat te doen wanneer een leerling niet uitvalt op de veronderstelde risicofactoren, maar wel op het lezen en/of spellen. Uiteraard is het in een dergelijk geval raadzaam breder onderzoek te doen naar **mogelijke alternatieve verklaringen** voor de lees- en spellingmoeilijkheden. Wanneer alternatieve oorzaken echter zijn uitgesloten is de vraag of gesproken kan worden van dyslexie (zie ook hoofdstuk 1 over exclusiefactoren). Over dit onderwerp wordt wereldwijd veel gediscussieerd (Hale et al., 2010; Tannock, 2013). Er zijn dan ook nationale verschillen te zien in de manier waarop binnen diagnostiek en behandeling wordt omgegaan met cognitieve risicofactoren. In Nederland zijn gemeentelijke vergoedingen beschikbaar voor dyslexieonderzoek en behandeling. Om in aanmerking te komen voor een dergelijke vergoeding is het hebben van ernstige lees- en/of spellingsproblemen echter niet voldoende. Er zijn aanvullende criteria opgesteld in de vorm van een dyslexietyperend profiel. **Alleen indien een leerling uitvalt op fonologisch bewustzijn, snelbenoemen en/of letter-klank associatie, kan gesproken worden van ernstige enkelvoudige dyslexie en wordt diagnostiek en behandeling vergoed** (Nationaal Referentiecentrum Dyslexie, 2013). Dyslexie kan ook middels andere criteria worden vastgesteld (Stichting Dyslexie Nederland, 2008), maar dan kan er geen sprake zijn van vergoeding voor het onderzoek en de eventuele behandeling. In deze benadering wordt van dyslexie gesproken wanneer er sprake is van een **ernstige en een hardnekkige achterstand** in het lezen en/of spellen. In Vlaanderen worden deze laatste criteria overwegend gebruikt bij het vaststellen van dyslexie en is de rol van cognitieve risicofactoren binnen de diagnostiek minder groot. Het opnemen van oorzaken in een definitie en plan van aanpak van dyslexie impliceert dat de oorzaken van dyslexie bekend zijn en dat ook bekend is dat slechts voor een aantal oorzaken een werkzame behandeling beschikbaar is. Hiervoor lijkt tot op heden onvoldoende bewijs te zijn. De risicofactoren die ten grondslag liggen aan dyslexie zijn nog maar ten dele bekend (van Bergen et al., 2015) en effectieve

behandelingen zijn niet specifiek gericht op bepaalde risicofactoren, maar richten zich op diverse cognitieve vaardigheden en aspecten van het leessysteem (de Jong, 2014).

Er valt de komende jaren dus nog veel te onderzoeken en te leren over dyslexie. Er zijn nog veel vragen over de risicofactoren die het ontstaan van de stoornis beïnvloeden en de manier waarop met deze risicofactoren rekening gehouden kan worden binnen de begeleiding van personen met dyslexie. Het ligt in de lijn der verwachting dat hierover in de komende jaren meer duidelijk zal worden. Wellicht bieden de woorden van Albert Einstein, van wie soms wordt beweerd dat hij dyslexie had, hierin houvast: “Het mooiste wat we kunnen meemaken is het raadselachtige. Daar komt alle ware kunst en wetenschap uit voort.”



## Referenties

- Bishop, D. V. M. (2009). Genes, cognition, and communication. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1156, 1-18. Doi: 10.1111/j.1749-6632.2009.04419.x
- Blomert, L. (2011). The neural signature of orthographic–phonological binding in successful and failing reading development. *Neuroimage*, 57, 695-703. Doi: 10.1016/j.neuroimage.2010.11.003
- Blomert, L., & Vaessen, A. (2009). *Differentiaal diagnostiek van dyslexie: Cognitieve analyse van lezen en spellen*. Amsterdam: Boom Test Publishers.
- Bosse, M. L., Tainturier, M. J., & Valdois, S. (2007). Developmental dyslexia: The visual attention span deficit hypothesis. *Cognition*, 104, 198-230. Doi: 10.1016/j.cognition.2006.05.009
- Bosse, M. L., & Valdois, S. (2009). Influence of the visual attention span on child reading performance: A cross-sectional study. *Journal of Research in Reading*, 32, 230-253. Doi: 10.1111/j.1467-9817.2008.01387.x
- Carrion-Castillo, A., Franke, B., & Fisher, S. E. (2013). Molecular genetics of dyslexia: an overview. *Dyslexia*, 19, 214-240. Doi: 10.1002/dys.1464
- Castles, A., & Coltheart, M. (2004). Is there a causal link from phonological awareness to success in learning to read? *Cognition*, 91, 77-111. Doi: 10.1016/S0010-0277(03)00164-1
- de Jong, P. F. (2011). What discrete and serial rapid automatized naming can reveal about reading. *Scientific Studies of Reading*, 15, 314-337. Doi: 10.1080/10888438.2010.485624
- de Jong, P. F. (2014). Verklaringen van dyslexie: implicaties voor een dyslexie typerend profiel. In L. Verhoeven, P. F. de Jong, & F. Wijnen (Red.), *Dyslexie 2.0. Update van het protocol dyslexie diagnostiek en behandeling* (pp 37-53). Apeldoorn: Garant.
- de Jong, P. F., & Messbauer, V. (2011). Orthographic context and the acquisition of orthographic knowledge in normal and dyslexic readers. *Dyslexia*, 17, 107-122. Doi: 10.1002/dys.427
- de Jong, P. F., & van der Leij, A. (2003). Developmental changes in the manifestation of a phonological deficit in dyslexic children learning to read a regular orthography. *Journal of Educational Psychology*, 95, 22-40. Doi: 10.1037/0022-0663.95.1.22
- 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(2), 203-213. Doi: 10.1111/1469-7610.00601
- Goswami, U. (2015). Sensory theories of developmental dyslexia: three challenges for research. *Nature Reviews Neuroscience*, 16, 43-54. Doi: 10.1038/nrn3836
- Hakvoort, B., van der Leij, A., Maurits, N., Maassen, B., & van Zuijen, T. L. (2015). Basic auditory processing is related to familial risk, not to reading fluency: An ERP study. *Cortex*, 63, 90-103. Doi: 10.1016/j.cortex.2014.08.013
- Hale, J., Alfonso, V., Berninger, V., Bracken, B., Christo, C., Clark, E., & Yalof, J. (2010). Critical issues in response-to intervention, comprehensive evaluation, and specific learning disabilities identification and intervention: An expert white paper consensus. *Learning Disability Quarterly*, 33, 223–236. Doi: 10.1177/073194871003300310
- Hämäläinen, J., Salminen, H., & Leppänen, P. (2013). Basic auditory processing deficits in dyslexia: systematic review of the behavioral and event-related potential/field evidence. *Journal of Learning Disabilities*, 46, 4130-427. Doi 10.1177/0022219411436213
- Hulme, C., Snowling, M. J., Caravolas, M., & Carroll, J. M. (2005). Phonological skills are (probably)

- one cause of success in learning to read: A comment on Castles and Coltheart. *Scientific Studies of Reading*, 9, 351-365. Doi: 10.1207/s1532799xssr0904\_2
- Hulme, C., Goetz, K., Gooch, D., Adams, J., & Snowling, M. J. (2007). Paired-associate learning, phoneme awareness, and learning to read. *Journal of experimental child psychology*, 96, 150-166. Doi: 10.1016/j.jecp.2006.09.002
- Hulme, C., & Snowling, M. J. (2009). Reading disorders I: Developmental dyslexia. In: C. Hulme, & M. J. Snowling, *Developmental disorders of language learning and cognition*. Sussex: Wiley-Blackwell.
- Jones, M. W., Branigan, H. P., & Kelly, M. L. (2009). Dyslexic and nondyslexic reading fluency: Rapid automatized naming and the importance of continuous lists. *Psychonomic Bulletin & Review*, 16, 567-572. Doi: 10.3758/PBR.16.3.567
- Kirby, J. R., Georgiou, G. K., Martinussen, R., & Parrila, R. (2010). Naming speed and reading: from prediction to instruction. *Reading Research Quarterly*, 45, 341-362. Doi: 10.1598/RRQ.45.3.4
- Litt, R. A., & Nation, K. (2014). The nature and specificity of paired associate learning deficits in children with dyslexia. *Journal of Memory and Language*, 71, 71-88. Doi: 10.1016/j.jml.2013.10.005
- McGrath, L. M., Pennington, B. F., Shanahan, M. A., Santerre-Lemmon, L. E., Barnard, H. D., Willcutt, E. G., ... & Olson, R. K. (2011). A multiple deficit model of reading disability and attention-deficit/hyperactivity disorder: searching for shared cognitive deficits. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 52, 547-557. Doi: 10.1111/j.1469-7610.2010.02346.x
- Melby-Lervåg, M., & Lervåg, A. (2012). Oral language skills moderate nonword repetition skills in children with dyslexia: A meta-analysis of the role of nonword repetition skills in dyslexia. *Scientific Studies of Reading*, 16, 1-34. Doi: 10.1080/10888438.2010.537715
- Morgan, W. P. (1896). A case of congenital word blindness. *British Medical Journal*, 2, 1378.
- Nationaal Referentiecentrum Dyslexie (2013). *Protocol dyslexie diagnostiek en behandeling 2.0*. Verkregen van: [http://www.kwaliteitsinstituutdyslexie.nl/media/pdfs-docs-etc/protocol\\_dyslexie\\_diagnostiek\\_en\\_behandeling\\_2.pdf](http://www.kwaliteitsinstituutdyslexie.nl/media/pdfs-docs-etc/protocol_dyslexie_diagnostiek_en_behandeling_2.pdf)
- Nicolson, R. I., & Fawcett, A. J. (1990). Automaticity: A new framework for dyslexia research?. *Cognition*, 35(2), 159-182.
- Norton, E. S., & Wolf, M. (2012). Rapid automatized naming (RAN) and reading fluency: Implications for understanding and treatment of reading disabilities. *Annual Review of Psychology*, 63, 427-452. Doi: 10.1146/annurev-psych-120710-100431
- Parrila, R., Kirby, J. R., & McQuarrie, L. (2004). Articulation rate, naming speed, verbal short-term memory, and phonological awareness: Longitudinal predictors of early reading development? *Scientific Studies of Reading*, 8, 3-26. Doi: 10.1207/s1532799xssr0801\_2
- Patel, T. K., Snowling, M. J., & de Jong, P. F. (2004). A cross-linguistic comparison of children learning to read in English and Dutch. *Journal of Educational Psychology*, 96, 785-797. Doi: 10.1037/0022-0663.96.4.785
- Pennington, B. F., Santerre-Lemmon, L., Rosenberg, J., MacDonald, B., Boada, R., Friend, A., ... & Olson, R. K. (2012). Individual prediction of dyslexia by single versus multiple deficit models. *Journal of abnormal psychology*, 121, 212-224. Doi: 10.1037/a0025823
- Protopapas, A. (2014). From temporal processing to developmental language disorders: mind the gap. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 369, 20130090. Doi: 10.1098/rstb.2013.0090
- Protopapas A., Altani, A., & Georgiou, G. K. (2013). Development of serial processing in reading

- and rapid naming. *Journal of Experimental Child Psychology*, 116, 914-929. Doi: 10.1016/j.jecp.2013.08.004
- Ramus, F. (2003). Developmental dyslexia: specific phonological deficit or general sensorimotor dysfunction?. *Current opinion in neurobiology*, 13, 212-218. Doi: 10.1016/S0959-4388(03)00035-7
- Ramus, F., Pidgeon, E., & Frith, U. (2003). The relationship between motor control and phonology in dyslexic children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 44, 712-722. Doi: 10.1111/1469-7610.00157
- Rispens, J., & Baker, A. (2012). Nonword Repetition: the relative contributions of phonological short-term memory and phonological representations in children with language and reading impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 55, 683-694. doi: 10.1044/1092-4388(2011/10-0263)
- Snowling, M. J., Gallagher, A., & Frith, U. (2003). Family risk of dyslexia is continuous: Individual differences in the precursors of reading skill. *Child development*, 74, 358-373. Doi: 0009-3920/2003/7402-0003
- Snowling, M. J., & Melby-Lervåg, M. (in druk). Oral language deficits in familial dyslexia: A meta-analysis and review. *Psychological Bulletin*.
- Stichting Dyslexie Nederland (2008). *Diagnose en Behandeling van Dyslexie*. Verkregen van: <http://www.stichtingdyslexienederland.nl/media/183/sdnbrochure2008.pdf>
- Tannock, R. (2013). Rethinking ADHD and LD in DSM-5: Proposed changes in diagnostic criteria. *Journal of Learning Disabilities*, 46, 5-25. Doi: 10.1177/0022219412464341
- Vaessen, A., & Blomert, L. (2010). Long-term cognitive dynamics of fluent reading development. *Journal of Experimental Child Psychology*, 105, 213-231. Doi: 10.1016/j.jecp.2009.11.005
- Valdois, S., Bosse, M. L., & Tainturier, M. J. (2004). The cognitive deficits responsible for developmental dyslexia: Review of evidence for a selective visual attentional disorder. *Dyslexia*, 10, 339-363. Doi: 10.1002/dys.284
- van Bergen, E., Bishop, D., van Zuijen, T., & de Jong, P. F. (2015). How does parental reading influence children's reading? A study of cognitive mediation. *Scientific Studies of Reading*, 19(5), 325-339. Doi: 10.1080/10888438.2015.1050103
- van den Boer, M., & de Jong, P. F. (2015). Parallel and serial reading processes in children's word and nonword reading. *Journal of Educational Psychology*, 107, 141-151. Doi: 10.1037/a0037101
- van den Boer, M., de Jong, P. F., & Haentjens-van Meeteren, M. M. (2013). Modeling the length effect: specifying the relation with visual and phonological correlates of reading. *Scientific Studies of Reading*, 17, 243-256. Doi: 10.1080/10888438.2012.683222
- van den Boer, M., Georgiou, G. K., & de Jong, P. F. (geaccepteerd). Naming of short words is (almost) the same as naming of alphanumeric symbols: Evidence from two orthographies. *Journal of Experimental Child Psychology*.
- van den Boer, M., van Bergen, E., & de Jong, P. F. (2014). Underlying skills of oral and silent reading. *Journal of experimental child psychology*, 128, 138-151. Doi: 10.1016/j.jecp.2014.07.008
- van den Boer, M., van Bergen, E., & de Jong, P. F. (2015). The specific relation of visual attention span with reading and spelling in Dutch. *Learning and Individual Differences*, 39, 141-149. Doi: 10.1016/j.lindif.2015.03.017
- van den Bos, K. P., Zijlstra, B. J. H., & Van den Broeck, W. (2003). Specific relations between alphanumeric-naming speed and reading speeds of monosyllabic and multisyllabic words. *Applied Psycholinguistics*, 24, 407-430. Doi: 10.1017.S0142716403000213

- Vellutino, F. R., Fletcher, J. M., Snowling, M. J., & Scanlon, D. M. (2004). Specific reading disability (dyslexia): What have we learned in the past four decades? *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 45*, 2-40. Doi: 10.1046/j.0021-9630.2003.00305.x
- Wagner, R. K., & Torgesen, J. K. (1987). The nature of phonological processing and its causal role in the acquisition of reading skills. *Psychological Bulletin, 101*, 192-212. Doi: 10.1037/0033-2909.101.2.192
- Willcutt, E. G., & Pennington, B. F. (2000). Comorbidity of reading disability and attention-deficit/hyperactivity disorder differences by gender and subtype. *Journal of learning disabilities, 33*, 179-191. Doi: 10.1177/002221940003300206
- Wimmer, H., Mayringer, H., & Raberger, T. (1999). Reading and Dual-Task Balancing Evidence Against the Automatization Deficit Explanation of Developmental Dyslexia. *Journal of Learning Disabilities, 32*, 473-478. Doi: 10.1177/002221949903200513
- Wolf, M., & Bowers, P. G. (1999). The double-deficit hypothesis for the developmental dyslexias. *Journal of Educational Psychology, 91*, 415-438. Doi: 10.1037/0022-0663.91.3.415
- Ziegler, J. C., Pech-Georgel, C., Dufau, S. & Grainger, J. (2010). Rapid processing of letters, digits, and symbols: What purely visual-attentional deficit in developmental dyslexia? *Developmental Science, 13*, F8-F14. Doi: 10.1111/j.1467-7687.2010.00983.x