**Beter ontwikkelde dorsale en ventrale wittestofbanen op jonge leeftijd zorgen voor verbeterde leesvaardigheden op latere leeftijd op fonologisch en orthografisch gebied**

**Opdracht:**

eindversie / ~~herkansing~~\* literatuurverslag

\*weghalen wat niet van toepassing is

**Naam student:**

**studentnummer:**

**ABV groep:** A1.2

**Naam docent:** Myrtille Gumbs

**Inleverdatum:** 7 december

**Aantal woorden:** 1796

**Beter ontwikkelde dorsale en ventrale wittestofbanen op jonge leeftijd zorgen voor verbeterde leesvaardigheden op latere leeftijd op fonologisch en orthografisch gebied**

Bij leren lezen associëren we geluidscomponenten (fonemen) met visuele symbolen (grafemen). Om via deze grafeem-foneem regels te kunnen lezen zijn wittestofbanen nodig die samen het DRC (dual route cascaded) model genoemd worden (Coltheart, Rastle, Langdon, & Ziegler, 2001, aangehaald in Vanderauwera et al., 2018).

In dit model worden twee routes onderscheiden: de dorsale en de ventrale routes (Walton et al., 2018). De dorsale wittestofbanen, de arcuate fasciculus (AF) en de superior longitudinal fasciculus (SLF), worden geassocieerd met fonologische leesvaardigheden (Lebel et al., 2019). Fonologische leesvaardigheden zijn betrokken bij het koppelen van klanken aan leestekens (Vanderauwera et al., 2018).

De ventrale wittestofbanen, de uncinate fasciculus (UF), inferior longitudinale fasciculus (ILF) en de inferior fronto-occipitale fasciculus (IFOF) worden geassocieerd met orthografische leesvaardigheden (het herkennen van woorden en het koppelen van betekenis op basis van orthografische regels) (Walton et al., 2018). Echter bleek deze onderverdeling niet het geval te zijn bij kinderen voordat ze waren begonnen met leren lezen. Bij deze kinderen hadden zowel de dorsale als de ventrale wittestofbanen fonologische functies. Geen enkele baan had een orthografische functie (Vandermosten et al., 2015).

Deze orthografische functie van leesvaardigheid zou bij het leren lezen voor het eerst waargenomen kunnen worden. Dit is van belang, om de ontwikkeling van leesstoornissen zoals dyslexie in een vroeg stadium al te kunnen voorspellen (Walton et al. 2018).
Een manier om dit te onderzoeken, is door uit te gaan van fluente en dysfluente lezers. Onder fluent wordt een gemiddelde snelheid en nauwkeurigheid van lezen verstaan. Wanneer iemand hier een significante verminderde prestatie van heeft, is de persoon een dysfluente lezer (Lebel et al., 2019).

De ontwikkeling van leesvaardigheid bij kinderen is een belangrijk onderwerp om te onderzoeken om een beeld te kunnen krijgen hoe deze dysfluente stoornissen tot stand komen en hoe deze eventueel vermeden kunnen worden.

Een Diffusion Tensor Imaging (DTI) studie bij kinderen en volwassenen heeft een positief verband aangetoond tussen leesvaardigheden en de fractional anisotropy (FA), en een negatief verband met de mean diffusivity (MD). Deze resultaten duidden op een verband tussen de ontwikkeling van verschillende wittestofbanen en de ontwikkeling van leesvaardigheden. Echter hadden deze proefpersonen al leesvaardigheid opgedaan, dus de ontwikkeling van de wittestofbanen wordt er niet volledig mee aangetoond (Walton et al., 2018).

Een onderzoek op basis van fluente en dysfluente lezers vond een correlatie tussen de ventrale wittestofstructuren en de fluency (de vloeiendheid) (Arrington et al., 2017, aangehaald in Lebel et al., 2018). Een andere studie vond juist een correlatie tussen de fluency en de dorsale AF (Skeide et al., 2016, aangehaald in Walton et al., 2019). Verschillende onderdelen van fluency zouden volgens deze resultaten gecorreleerd zijn met verschillende wittestofbanen, maar welke precies is nog niet duidelijk (Lebel et al., 2019).

Welke wittestofbanen zijn er betrokken bij de ontwikkeling van leesvaardigheid van niet-lezende naar lezende kinderen? Om deze vraag te beantwoorden moeten twee deelvragen onderzocht worden. De eerste deelvraag gaat over de ontwikkeling van de fonologische wittestofbanen die betrokken zijn bij leesvaardigheid, en de tweede deelvraag gaat over de orthografische.

***De dorsale wittestofbaan arcuate fasciculus is betrokken bij de ontwikkeling van fonologische leesvaardigheden***

Welke wittestofbanen zijn betrokken bij de ontwikkeling van fonologische verwerking?

Ten eerste bleek er bij een onderzoek van Walton et al. (2018) in zowel de dorsale als ventrale wittestofbanen bij niet-lezende kinderen een positief verband te zijn tussen de FA en fonologische vaardigheden, en een negatief verband tussen de MD en fonologische leesvaardigheden. Dit is onderzocht met behulp van de Phonological Processing test, TBSS en tractografie. De tractografie was ingezet als bevestiging van de resultaten uit de TBSS en samen lieten ze de FA- en MD-niveaus zien. Bij de dorsale AF was er een positief verband tussen de FA-niveaus en de scores op de Phonological Processing test, maar bij de ventrale IFOF en UF is het verband nog positiever. Hetzelfde effect was geobserveerd voor de MD-niveaus, maar dan als een negatief verband.

Echter concludeerden Lebel et al. dat de fonologische functie zich blijft doorontwikkelen in alle wittestofbanen. Zij vonden na een TBSS-analyse en afname van de Phonological Decoding test bij 10-jarige kinderen een algemeen positief verband tussen de FA en een algemeen negatief verband tussen MD en de scores op de test.

Hoewel de dorsale route het meest wordt geassocieerd met de fonologische aspecten van leesvaardigheid en de ventrale route met de orthografische, lieten de resultaten van de TBSS-analyse van Walton et al. een sterker verband zien tussen de scores van de Phonological Processing test en de FA en de MD in de ventrale wittestofbanen. Dit kan komen, zoals de theorie uit de inleiding ook al voorspelde, doordat de functie van de ventrale wittestofbanen nog geheel fonologisch is voor het leren lezen. Bij het onderzoek van Walton et al. hebben ze niet-lezende kinderen onderzocht, bij wie de ventrale wittestofbanen dus nog een sterke fonologische functie hebben. Bij het onderzoek van Lebel et al. werd bij lezende kinderen ook geconcludeerd dat alle wittestofbanen fonologische ontwikkelingen hebben, maar zij hadden dit niet voor de ventrale en dorsale wittestofbanen apart gemeten en is dus niet heel betrouwbaar.

Er is dus een positief verband tussen de AF uit de dorsale route en de fonologische leesvaardigheden. Hoe hoger de FA in de AF, hoe hoger de scores op de Phonological Reading test. Hetzelfde verband is ook geobserveerd bij de IFOF en UF. Zowel de dorsale als de ventrale wittestofbanen zijn betrokken bij de fonologische leesvaardigheden voordat de kinderen kunnen lezen.

***De ventrale wittestofbanen uncinate fasciculus, inferior longitudinal fasciculus en inferior fronto-occipital fasciculus zijn betrokken bij orthografische leesvaardigheden***

Welke wittestofbanen zijn er dan betrokken bij de ontwikkeling van orthografische verwerking?

Een onderzoek van Vanderauwera et al. (2018) naar kinderen van 5-6 jaar oud vond dat de ventrale wittestofbanen IFOF en rechter UF een orthografische functie krijgen.

Met behulp van een PCA-analyse konden scores op fonologische en orthografische test worden onderscheiden over een tijdsperiode van 2 jaar. De twee variabelen die dit opleverde waren de orthografische PC\_OK en de fonologische PC\_PA. Bij de IFOF en de rechter UF waren na twee jaar een significante PC\_OK te zien, wat betekent dat deze witte stofbanen een orthografische functie gekregen hebben. Van de PC\_PA was geen sprake.
Bij de linker UF en de ILF waren geen significante verbanden te vinden.

Lebel et al. hebben daarnaast een verband gevonden tussen de ontwikkeling van de linker SLF en de ontwikkeling van orthografische leesvaardigheden.
Met behulp van de orthografische TOWRE Sight Words test en een TBSS-analyse kon de ontwikkeling van verschillende wittestofbanen bekeken worden van fluente en dysfluente lezende kinderen over een tijdsperiode van 18 maanden. De verandering van de score op de test bleek een positief verband te hebben met de FA-verandering in de linker SLF (r = 0.25).

Ook was een grotere afname van de MD in de linker SLF gecorreleerd met een grotere toename in orthografische vaardigheden. Bij dezelfde TBSS-analyse en de orthografische GORT fluency test was een verband te zien tussen de verandering van de scores op de GORT fluency test en de MD-verandering in de linker SLF bij dysfluente en fluente lezers. Een hoger verschil in GORT fluency-scores bleek een negatief verband te hebben met de MD-verandering. Hoe beter de proefpersonen de twee keer scoorden op de test ten opzichte van de eerste keer, hoe meer de MD afnam.

Bij het onderzoek van Vanderauwera et al. kwam een algemeen positief verband naar voren tussen de prestaties op de orthografische tests en de FA in ventrale wittestofbanen, en een algemeen negatief verband met de MD. Echter toonden de resultaten van het onderzoek van Lebel et al. aan dat een vergrootte toename van score op orthografische test gecorreleerd was met een verminderde afname van MD. Dit ging tegen hun verwachting en gaat ook tegen de resultaten van Vanderauwera et al. in. Vanderauwera et al. naast hun TBSS-analyse ook een tractografie uitgevoerd. Lebel et al. hebben dit niet gedaan. Het kan zijn dat hier dat verschil is ontstaan.

Een verhoogde FA en een verlaagde MD, oftewel verhoogde ontwikkeling, in verschillende ventrale wittestofbanen, de IFOF, SLF en de rechter UF, zijn geassocieerd met een betere ontwikkeling van orthografische leesvaardigheden.

**Discussie**

Er is een verband tussen de AF uit de ventrale route en de toename van fonologische vaardigheden. Hoe hoger de FA in de AF, hoe hoger de scores op de Phonological Reading test.
Een verhoogde FA en een verlaagde MD in de ventrale IFOF, SLF en rechter UF zijn geassocieerd met een betere ontwikkeling van orthografische leesvaardigheden.

Bij leesvaardigheid zijn dus twee wittestofroutes betrokken: de dorsale en de ventrale route. Bij de dorsale route blijkt de ontwikkeling van de AF een positief verband te hebben met de ontwikkeling van de fonologische leesvaardigheid. Bij de ventrale route blijkt de ontwikkeling van de IFOF en de rechter UF een positief verband te hebben met de ontwikkeling van fonologische functies bij niet-lezende kinderen naar orthografische functies bij lezende kinderen.

Het onderzoek van Walton et al. toonde een positief verband aan tussen de FA en de scores op de Phonological Reading test. Bij de ventrale route is dit verband groter dan bij de dorsale route. Dit is opvallend, omdat op basis van de theorie uit de inleiding. Immers werd door verschillende onderzoeken aangetoond dat de ventrale routes van oorsprong fonologische functies hebben, maar dat die functies overgaan in orthografische functies. Het verband tussen de FA op de Phonological reading test zou dus volgens deze theorie moeten afnemen, niet toenemen. Een mogelijke verklaring voor de resultaten is dat de dorsale routes pas later tot ontwikkeling komen dan ventrale routes (Vandermosten et al., 2015, aangehaald in Walton et al. (2018)).

Bij vervolgonderzoek zou ik over een langere termijn onderzoeken. Het menselijk brein is pas volwassen rond een leeftijd van 21 en daarom zou het interessanter zijn de ontwikkeling over een traject van bijvoorbeeld 18 jaar te onderzoeken. Verder is er niks significants over de ILF gevonden, dus hier zou nog onderzoek naar gedaan moeten worden om de betrokkenheid van de wittestofbaan te begrijpen.

De resultaten uit de verschillende deelexperimenten en de voorgaande onderzoeken komen op verschillende belangrijke onderdelen met elkaar overeen, zoals het positieve verband tussen de FA in wittestofbanen en de leesvaardigheid en het negatieve verband tussen de MD en de leesvaardigheid.

De ontwikkeling van de wittestofbanen heeft op vroege leeftijd al invloed op de leesvaardigheden, dus in het geval van achterstand kan er al vroeg ingegrepen worden. Bij het onderzoek van Lebel et al. bijvoorbeeld was bij dysfluente lezers een onderontwikkeling van de SLF gecorreleerd met een grotere afname van scores op leesvaardigheidstests.

Er is dus een duidelijk verband tussen de ontwikkeling van bepaalde wittestofbanen, waarbij de dorsale fonologische en de ventrale orthografische banen van elkaar kunnen worden onderscheiden in functie, en de ontwikkeling van leesvaardigheid van niet-lezende naar lezende kinderen.

**Literatuurlijst**

Lebel, C., Benischek, A., Geeraert, B., Holahan, J., Shaywitz, S., Bakhshi, K., Shaywitz, B.
 (2019). Developmental trajectories of white matter structure in children with and
 without reading impairments. *Developmental Cognitive Neuroscience*, *36*, 1-8.
 DOI:10.1016/j.dcn.2019.100633
Vanderauwera, J., De Vos, A., Forkel, S.J., Catani, M., Wouters, J., Vandermosten, M.,
 Ghesquière, P. (2018). Neural organization of ventral white matter tracts parallels the
 initial steps of reading development: A DTI tractography study. *Brain and Language*,
 *183*, 32-40. DOI:10.1016/j.bandl.2018.05.007
Walton, M., Dewey, D., & Lebel, C. (2018). Brain white matter structure and language ability
 in preschool-aged children. *Brain and Language*, *176*, 19-25.
 DOI:10.1016/j.bandl.2017.10.008