

De hersenontwikkeling bij kinderen die stotteren: een seminar van onderzoeker Soo-Eun Chang

Simone P.C. Koenraads^{1,2}, Marie-Christine Franken^{1,3}

¹*Afdeling Keel-, Neus- en Oorheelkunde, Erasmus Medisch Centrum, Rotterdam*

²*Afdeling Hoofd-Hals Chirurgie, Erasmus Medisch Centrum, Rotterdam*

³*Gehoor- en Spraakcentrum, Erasmus Medisch Centrum, Rotterdam*

Samenvatting

In juli 2017 werd er in het Erasmus Medisch Centrum een seminar gehouden door dr. Soo-Eun Chang, onderzoekster aan de Universiteit van Michigan (VS). Zij gaf een overzicht van de nieuwste inzichten in hersenontwikkeling bij kinderen die stotteren en de deelnemende logopedisten (-stottertherapeuten) oefenden in een rollenspel deze te verwoorden tegenover cliënten. Graag presenteren wij hierbij een samenvattende reflectie van dit seminar over de huidige wetenschappelijke kennis van de relatie tussen stotteren en hersenontwikkeling bij kinderen. Aan deze kennisontwikkeling leveren we zelf ook een bijdrage. In een lopend, grootschalig populatieonderzoek in het Erasmus Medisch Centrum in Rotterdam, de Generation R Studie, doen we momenteel onderzoek naar kinderen die stotteren.

Summary

Recently, in the Erasmus Medical Centre in Rotterdam, dr. Soo-Eun Chang presented the seminar entitled 'Neural bases of childhood stuttering: persistence and recovery'. Soo-Eun Chang focuses her research on stuttering and neurodevelopment at the University of Michigan (US). The seminar offered lots of theory and new research in addition to learning opportunities to practice how the newly gained information can be shared with parents and other professionals. We would like to share our reflections on the seminar.

Inleiding

De laatste decennia zijn er veel wetenschappelijke studies op het gebied van stotteren gepubliceerd, zowel wat betreft genetica, neurologie als gedrag. De neurologie kwam aan bod

Correspondentieadres: Simone P.C. Koenraads, Afdeling Keel-, Neus- en Oorheelkunde, Erasmus Medisch Centrum Rotterdam, Adres, Postcode, Plaats.

E-mail: s.koenraads@erasmusmc.nl

in het seminar dat dr. Soo-Eun Chang, PhD, CCC-SLP, gaf in juli 2017 in het Erasmus Medisch Centrum van Rotterdam. Chang is werkzaam aan de *Universiteit van Michigan (VS)* als hoofdonderzoeker en bestuurlijk hoofd van 'Speech Neurophysiology Lab' en van 'Department of Psychiatry'. Daarnaast is ze Rosa Casco Solano-Lopez hoofdonderzoeker van 'Child and Adolescent Psychiatry'. Tevens is Chang werkzaam als bestuurlijk hoofd aan de Universiteit van Michigan State (VS) in 'Department of Communication Science and Disorders' en 'Department of Psychology'. Haar interesse in het onderzoeken van de relatie tussen kinderen die stotteren en hersenontwikkeling is al jaren groot - ze kan er met veel passie en met een groot doceertalent over vertellen. Haar seminar bestond uit de nieuwste wetenschappelijke inzichten in de hersenontwikkeling bij kinderen die stotteren, met de titel: 'Neural bases of childhood stuttering: persistence and recovery'. In de aankondiging van het seminar was een publicatie meegestuurd die door Chang in 2014 is gepubliceerd, namelijk 'Research Updates in Neuroimaging Studies of Children Who Stutter' in 'Seminars in Speech and Language' (Chang, 2014). Dit artikel gaf voor de deelnemers reeds een passende introductie en verschafte belangrijke achtergrondinformatie voor de dag zelf.

Beschouwing

Neuroanatomie

Chang begon haar seminar met een inleiding in de huidige kennis van de neuroanatomie: de anatomie en de terminologie van het brein, de functies van diverse hersengebieden en de functies van het zenuwstelsel met betrekking tot het spreken. We bespreken enkele belangrijke leerpunten van deze presentatie.

Spraakproductie is een van de meest complexe, motorische processen van het menselijk brein. Verschillende hersengebieden en een honderdtal spieren zijn hierbij betrokken. De hersenen hebben slechts enkele milliseconden nodig om de beweging van het ademhalingsstelsel, de stembanden en het aanzetstuk (keel, velum, tong, lippen) te coördineren. Daardoor ontstaat er spraak. Spraakproductie is een complex proces maar ondanks dat leren de meeste mensen verstaanbaar en vloeiend spreken. Spraakproductie is dus een buitengewone prestatie, ook al kan het lijken dat het iets heel simpels is.

De buitenste laag van de grote hersenen is de hersenschors of *cortex cerebri*. De *sensorische cortex* is verantwoordelijk voor de waarneming en interpretatie van zintuiglijke prikkels. De *primaire motorische cortex* ontvangt bewegingsopdrachten van het lichaam en is verantwoordelijk voor de uitvoering van bewegingen. De *secundaire motorische cortex* is betrokken bij meer ingewikkelde bewegingen. Bij jonge kinderen die net beginnen met praten zijn bepaalde gebieden in de cortex nog niet goed op elkaar afgestemd; zo werkt de *motorische cortex* nog niet goed samen met de *sensorische cortex*. De *motorische cortex* en de *auditieve cortex* (de gehoorschors of de temporale kwab) gaan beter samenwerken naarmate een kind meer ervaring krijgt met spreken. Een bepaald feedbackmechanisme past de werking van hersenen continu aan tijdens het spreken, namelijk; de hersenen sturen specifieke hersengebieden aan waardoor een persoon (beter) gaat spreken. Dit spreken wordt door

de persoon (onbewust) uitgevoerd en de hersenen nemen de hoorbare spraak waar (zoals vloeiendheid, articulatie, volume van het praten). Kortom, er is een terugkoppeling, een soort cirkel, van de hersenen via het praten weer terug naar de hersenen. Afhankelijk van de kwaliteit van het spreken is dit een positieve terugkoppeling (stimulatie van de hersenen om de spraak later nogmaals op dezelfde manier uit te voeren) of een negatieve terugkoppeling (stimulatie van de hersenen om de spraak te verbeteren of op een andere manier uit te voeren). Dit feedbackmechanisme zorgt er na verloop van tijd voor dat specifieke hersenstructuren worden geactiveerd en efficiënter samenwerken, waardoor kinderen door de jaren heen vloeiender gaan spreken.

Bij 95% van de mensen is de linkerhersen helft dominant voor taal en spraak. Bij de verwerking van spraak in de hersenen ontstaat er een asymmetrie tussen de linker- en rechterhemisfeer (hersen helft). In de linkerhemisfeer is de *secundaire auditieve cortex* over het algemeen groter dan in de rechterhemisfeer. Echter, bij mensen die stotteren blijkt dit auditieve gebied in de rechterhemisfeer juist groter (of gelijk) te zijn dan in de linkerhemisfeer. Kortom, de asymmetrie tussen de linker- en rechterhersen helft is kleiner bij mensen die stotteren vergeleken met mensen die niet stotteren.

De *motorische cortex* in de rechterhemisfeer lijkt bij volwassenen die stotteren actiever als zij niet vloeiend spreken. Tegelijkertijd lijkt de *auditieve cortex* beiderzijds dan minder actief. Echter, de *auditieve cortexen* beiderzijds lijken actiever wanneer er vloeiend wordt gesproken. Dit suggereert dat volwassenen die stotteren een zwakkere *auditieve cortex* in de linkerhemisfeer ontwikkelen. De hogere motorische activiteit in de rechterhemisfeer is misschien een compensatie van deze zwakte; de *motorische cortex* van de rechterhemisfeer wordt tijdens stotteren intensiever gebruikt. Dit compensatiemechanisme werkt echter niet bij iedereen afdoende, aangezien er nog steeds volwassenen zijn die persistent stotteren (Neef e.a., 2015; Chang e.a., 2011).

Neuroplasticiteit

Chang vervolgde haar seminar met de huidige wetenschappelijke kennis op het gebied van de relatie tussen het ontwikkelen van stotteren en neurologie. Ze sprak over de neuro - anatomische veranderingen in de kindertijd. Bij de geboorte heeft ieder kind een zenuwstelsel dat uit miljarden neuronen bestaat. Deze neuronen vermenigvuldigen zich niet meer na de geboorte, waardoor het aantal neuronen in de loop van de jaren afneemt. Wel zijn neuronen levenslang in staat om zich aan te passen en nieuwe, onderlinge verbindingen te vormen door ervaring, training en stimulatie: de neuroplasticiteit.

De hersenen van een kind van 8-jarige leeftijd hebben al 90% van de grootte van de volwassen hersenen. Echter, vanaf de vroege adolescentie begint de afname van het volume van de grijze stof, met name in de motorische hersengebieden. Deze afname ontstaat doordat er een efficiëntere werking is van de grijze stof in de loop van de tijd, wat leidt tot een compacter grijze stof netwerk. Een langzame afname van het volume vindt plaats in de *motorische* en *auditieve cortex* van de linkerhemisfeer, die betrokken zijn bij de aansturing van spraak. De spraak-taalproductie is een complex motorisch proces waarbij de hersengebieden die verantwoordelijk zijn voor deze productie een langdurige ontwikkeling hebben

(Smit en Weber, 2014).

Hersenen hebben een uniek aanpassingsvermogen waardoor niet alleen kinderen, maar ook volwassenen gedurende hun hele leven in staat zijn om nieuwe dingen (aan) te leren. Bij kinderen lijkt de neuroplasticiteit het grootst, omdat kinderen zich razendsnel kunnen aanpassen aan een nieuwe omgeving. Hersenstructuren die actief gestimuleerd worden (bijvoorbeeld door een oefening of therapie) zullen beter gaan samenwerken dan hersenstructuren die nauwelijks gestimuleerd worden. Hierdoor zal er bij actieve stimulatie eerder een efficiënt en compact neurale netwerk worden gevormd (Bengtsson, 2005). Chang is ervan overtuigd dat intensieve therapie die op vroege kinderleeftijd start efficiënt moet kunnen zijn voor kinderen die stotteren. Intensief en vroeg interveniëren is van belang voor het optimaal benutten van het aanpassingsvermogen van de hersengebieden die verantwoordelijk zijn voor spraakproductie.

Tevens besteedde Chang in haar lezing aandacht aan hersenontwikkeling en de relatie met het geslacht. Het mannelijke geslacht lijkt een betere *intra*-hemisferische connectie (connectie binnen één hemisfeer, zoals motorische planning in de linkerhemisfeer) te hebben. Het vrouwelijke geslacht lijkt daarentegen een grotere *inter*-hemisferische connectiviteit (connectie tussen de twee hemisferen) te hebben. Mogelijk herstellen vrouwen vaker van stotteren dan mannen door deze betere *inter*-hemisferische connectiviteit. Bij vrouwen kan een hemisfeer beter compenseren voor eventuele tekorten in de andere hemisfeer. In aanvulling daarop vermeldde Chang dat het van belang is om rekening te houden met gedragskenmerken van kinderen die stotteren. Bij kinderen die stotteren zijn er subklinische verschillen in gedrag, aandacht en concentratie vastgesteld in vergelijking met kinderen die niet stotteren. Er is meer onderzoek nodig om de relatie te ontdekken tussen deze gedragskenmerken en neurologische netwerken die betrokken zijn bij spraakproductie.

Beeldvormende technieken en onderzoeksbevindingen

Wetenschappelijke onderzoeken naar de hersenontwikkeling bij kinderen zijn de laatste twee decennia kwalitatief verbeterd door vernieuwde beeldvormende technieken. Deze onderzoeken hebben geleid tot toename van onze kennis over de algemene hersenontwikkeling. Chang besprak diverse beeldvormende technieken die momenteel wereldwijd voor hersenonderzoek worden gebruikt. Op de *Universiteit van Michigan* maken ze voor hersenonderzoek gebruik van structurele beeldvorming (magnetic resonance imaging (MRI), diffusion tensor imaging (DTI)) en functionele beeldvorming, waaronder electrofysiologische technieken (electro-encefalography (EEG), magnetoencefalography (MEG)) en hemodynamische technieken (functional MRI (fMRI), functional near infrared spectroscopy (fNIRS)). Chang gaf een overzicht van haar huidige onderzoeksvragen, methodes en enkele interessante bevindingen.

In onderzoek met structurele en functionele beeldvorming bleken kinderen die stotteren gemiddeld genomen minder anatomische connecties en minder activiteit te hebben tussen de *auditieve* en *motorische* cortex. Daarnaast hadden kinderen die stotteren gemiddeld genomen ook minder connecties en activiteit tussen de *motorische cortexen* van de rechter-

en linkerhemisfeer.

Verschillende witte stofbanen vormen samen een neurologische netwerk (of neuraal circuit). Bepaalde neurale circuits in de hersenen organiseren de bewegingen van spraak, de motorische aansturing van spraak door het plannen, verwerken, transformeren en overdragen van informatie. In beeldvormend onderzoek met DTI worden deze neurale circuits gekenmerkt door het diffusiepatroon (oriëntatie en verplaatsing van neuronen en de dikte van zenuwbundels) van de witte stofbanen. Daardoor laat DTI zien wat de kwaliteit is van de witte stofbanen en welke hersengebieden met elkaar communiceren. Een niet goed georganiseerde structuur van de witte stofbanen leidt tot minder vloeiende bewegingen in de spraakproductie bij kinderen. Bepaalde neurale circuits zijn mogelijk minder goed georganiseerd bij kinderen die stotteren.

Van onderzoek naar de klinische praktijk: een praktische oefening

Na het bespreken van onderzoeksresultaten volgde een casusbespreking waarbij er gelegenheid was om de opgedane kennis in een rollenspel te oefenen. De voorbeelden betroffen een reeks vragen over het ontstaan van stotteren die ouders van kinderen die stotteren vaak stellen aan behandelaars. Deze vragen werden voorgelegd aan de deelnemende logopedisten (-stottertherapeuten) en er werd geoefend en nabesproken hoe er op een wetenschappelijke en toch begrijpelijke manier antwoord gegeven kan worden op deze vragen. Hieronder volgen enkele handvatten om vragen over de relatie tussen stotteren en de hersenontwikkeling te beantwoorden.

Wat is de oorzaak van stotteren?

Stotteren is een spraakontwikkelingsstoornis die op jonge leeftijd begint. De exacte, onderliggende oorzaak van stotteren is onbekend maar meerdere factoren spelen een rol. Eén van die factoren is de hersenontwikkeling bij kinderen. Voor de ontwikkeling van spraak zijn veel verschillende hersengebieden nodig. In deze hersengebieden zijn er subtiele verschillen in structuur en functie bij kinderen die stotteren vergeleken met kinderen die niet stotteren. Wat de exacte betekenis is van de verschillen weten we nog niet: gaat het om meer of minder bedrevenheid, of om pathologie?

Mijn kind is 8 jaar oud, is het te laat om hulp te krijgen voor stotteren?

Het is goed dat ouders en kinderen hulp zoeken voor stotteren en het is nooit te laat om hulp te krijgen voor stotteren. Er is een kans dat kinderen op 8-jarige leeftijd niet meer helemaal herstellen van stotteren ondanks adequate therapie. Het accent van de behandeling ligt bij deze leeftijd op de functionaliteit: doet een kind alles wat het ook zou doen als het niet zou stotteren, bijvoorbeeld: stelt het kind in de klas vragen, zoals andere kinderen doen en durft het kind de telefoon op te nemen, ook als de beller onbekend is?

Hersenen van kinderen en volwassenen veranderen en passen zich continu aan door ervaring en training: de neuroplasticiteit. Deze subtiele veranderingen zorgen ervoor dat verschillende hersengebieden zich beter ontwikkelen en efficiënter samenwerken. Deze algemene ontwikkeling gebeurt met name op de kinderleeftijd. De hersengebieden voor

spraak en taal ontwikkelen zich tot in de vroege adolescentie. Tot die leeftijd kan (intensieve) spraaktherapie een gunstige invloed hebben op spraakgebieden in de hersenen, dus op het ontwikkelen van vloeiende spraak.

De belangrijkste boodschap is dat kinderen die stotteren op elke leeftijd kunnen starten met (intensieve) spraaktherapie. Echter, spraaktherapie zal het meest efficiënt zijn in de periode dat hersengebieden voor spraak en taal zich intensief aan het ontwikkelen zijn, namelijk in de kinder- en tienerperiode. Bij oudere kinderen is spraaktherapie minder effectief voor de mate van vloeiend spreken omdat zij zichzelf al een bepaalde manier van (niet-vloeiend) spreken hebben aangeleerd. Daarnaast geldt: hoe langer een bepaald (verkeerd) spreekgedrag bestaat, des te moeilijker wordt het om hier verandering in aan te brengen.

Heeft mijn kind de rest van zijn/haar leven minder vloeiende spraak?

Een kind dat stottert herstelt vaak van stotteren als hij of zij professionele hulp en therapie voor stotteren heeft gehad. Therapie voor stotteren is in Nederland via een verwijzing van de huisarts beschikbaar. Wij adviseren ouders om hier actief gebruik van te maken.

Het is goed om te benadrukken dat ouders en kind er goed aan hebben gedaan dat ze hulp hebben gezocht voor hun kind. Tevens is het voor ouders geruststellend om te beseffen dat het niet hun fout is dat hun kind stottert of gedurende het leven een minder vloeiende spraak heeft. Daarnaast is het van belang dat therapeuten kritisch naar de voortgang in het behandelproces kijken en een second opinion bij een collega logopedist (-stottertherapeut) aanvragen als er na ongeveer drie maanden geen verbetering is opgetreden.

Hersenen ontwikkelen zich continu op de kinder- en tienerleeftijd. In deze leeftijdsperiode is therapie voor stotteren gericht op het trainen van bepaalde hersengebieden die te maken hebben met vloeiend spreken. Als een kind onverminderd ernstig blijft stotteren (bijvoorbeeld meer dan 9-12 maanden) hebben er waarschijnlijk minder aanpassingen in de hersenen plaatsgevonden waardoor het waarschijnlijk is dat deze kinderen blijven stotteren. Kinderen kunnen de rest van hun leven blijven stotteren ondanks adequate therapie.

Het neurale netwerk in relatie met stotteren

Ter afsluiting besprak Chang hoe een logopedist (-stottertherapeut) aan ouders kan uitleggen hoe het komt dat stotteren waarschijnlijk door een afwijking in de hersenen ontstaat. De uitleg moet volgens Chang de volgende informatie bevatten.

Spraak is een ingewikkeld proces. Om spraak te produceren en te verwerken zijn verschillende hersengebieden tegelijkertijd betrokken. Het spraakproductieproces wordt in de loop van de kinderleeftijd steeds beter georganiseerd in de hersenen omdat de hersenen continu onderhevig zijn aan subtiele aanpassingen. Door deze aanpassingen en betere samenwerking tussen hersengebieden zullen kinderen op een oudere leeftijd vloeiender spreken (net zoals bijvoorbeeld bij leren fietsen en leren autorijden, die door training steeds beter gaan).

Van de kinderen die gaan stotteren doen de meeste dat op 3 tot 6 jarige leeftijd. Een enkel kind spreekt na enkele maanden weer spontaan vloeiend, de meesten spreken in de loop van het jaar een stuk vloeiender, maar sommige kinderen hebben therapie nodig om

weer vloeiend te gaan spreken. Sommige kinderen blijven stotteren ondanks adequate therapie. De hersenen van kinderen die herstellen van stotteren hebben zich waarschijnlijk goed aangepast. De hersenen van kinderen die blijven stotteren zijn mogelijk niet goed genoeg aangepast.

Terugblik op het seminar

Het seminar van Soo-Eun Chang was een uitstekende mogelijkheid om meer te ontdekken over stotteren in relatie met de hersenontwikkeling. Als logopedist (-stottertherapeut) is het belangrijk om op de hoogte te zijn van de laatste, wereldwijde, wetenschappelijke resultaten over de oorzaak van stotteren. Hopelijk bood deze inspirerende dag (en deze samenvatting) enkele handvatten om nauwkeurige en actuele informatie over de oorzaak van stotteren aan ouders te verstrekken. Tevens raden we het aan om de artikelen van Chang te lezen voor meer informatie over dit onderwerp en voor meer uitkomsten in de nabije toekomst.

Grootschalig onderzoek naar stotteren in Rotterdam

Tot slot enige informatie over een interessant onderzoekproject dat in de nabije toekomst mogelijk kan bijdragen aan de inzichten in de hersenontwikkeling bij kinderen die stotteren. Momenteel doen beide auteurs van dit artikel, Simone Koenraads en Marie-Christine Franken, samen met een kinder-, KNO- en neuro-epidemiologisch team onderzoek naar de relatie tussen structurele en functionele verschillen in hersengebieden bij kinderen die stotteren. Dit onderzoek wordt uitgevoerd in de Generation R studie in het Erasmus MC in Rotterdam. Dit is een groot geboortecohort waar kinderen uit de algemene bevolking uit Rotterdam van foetus tot aan volwassenheid worden gevolgd om de normale en abnormale groei, gezondheid en ontwikkeling te onderzoeken. De kinderen en hun ouders hebben op verschillende leeftijden uitgebreide vragenlijsten ingevuld en hebben algemene gezondheid onderzoeken en MRI-scans van de hersenen ondergaan. In wereldwijde en professionele samenwerking met o.a. Soo-Eun Chang hopen we in grotere groepen kinderen onderzoek naar stotteren te kunnen doen.

Referenties

- Bengtsson, S. L., Nagy, Z., Skare, S., Forsman, L., Forssberg, H., & Ullén, F. (2005). Extensive piano practicing has regionally specific effects on white matter development. *Nature neuroscience*, 8(9), 1148-1150.
- Chang, S. E., Horwitz, B., Ostuni, J., Reynolds, R., & Ludlow, C. L. (2011). Evidence of left inferior frontal-premotor structural and functional connectivity deficits in adults who stutter. *Cerebral Cortex*, 21(11), 2507-2518.
- Chang, S. E. (2014, May). Research updates in neuroimaging studies of children who stutter. In *Seminars in speech and language* (Vol. 35, No. 2, p. 67). NIH Public Access.

- Neef, N. E., Anwander, A., & Friederici, A. D. (2015). The neurobiological grounding of persistent stuttering: from structure to function. *Current neurology and neuroscience reports*, 15(9), 63.
- Smith, A., & Weber, C. (2017). How stuttering develops: The multifactorial dynamic pathways theory. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 60(9), 2483-2505.