



Universiteit  
Leiden  
The Netherlands

## Neural correlates of vocal learning in songbirds and humans

Kant, A.M. van der

### Citation

Kant, A. M. van der. (2015, January 28). *Neural correlates of vocal learning in songbirds and humans*. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/31633>

Version: Corrected Publisher's Version

License: [Licence agreement concerning inclusion of doctoral thesis in the Institutional Repository of the University of Leiden](#)

Downloaded from: <https://hdl.handle.net/1887/31633>

**Note:** To cite this publication please use the final published version (if applicable).

Cover Page



Universiteit Leiden



The handle <http://hdl.handle.net/1887/31633> holds various files of this Leiden University dissertation.

**Author:** Kant, Anne Marie van der

**Title:** Neural correlates of vocal learning in songbirds and humans : cross-species fMRI studies into individual differences

**Issue Date:** 2015-01-28

---

## Samenvatting in het Nederlands

---

Een van de grote uitdagingen voor een pasgeboren baby is het aanleren van zijn of haar moedertaal. Voor een succesvolle verwerving van gesproken taal is het nodig dat baby's (i) aan gesproken taal worden blootgesteld en (ii) dat deze blootstelling vroeg genoeg plaatsvindt, tijdens de zogenaamde sensitieve periode voor taalverwerving. Omdat ook jonge zangvogels aan volwassen zang moeten worden blootgesteld om zelf zang te ontwikkelen en sommige soorten, zoals de zebra-vink, hun zang alleen binnen een sensitieve periode kunnen leren, zijn zangvogels, en in het bijzonder zebra-vinken, op dit moment het beste diermodel voor het bestuderen van vocaal leergedrag in andere soorten dan de mens. In dit proefschrift worden zowel zebra-vinken als mensen met functionele Magnetische Resonantie Beeldvorming (fMRI) bestudeerd om meer te weten te komen over de overeenkomsten en verschillen in de neurale basis van het leren van taal in mensen en het leren van zang in zebra-vinken.

Aangezien fMRI relatief recent is geïmplementeerd in kleine zangvogels wordt de techniek en de toepasbaarheid hiervan in hoofdstuk 2 beschreven. Vervolgens wordt in hoofdstuk 3 de studie beschreven waarin ik onderzoek hoe zebra-vinken de zang verwerken die ze tijdens het leren van hun zang van een volwassen mannetje (hun tutor) gekopieerd hebben. Hiervoor krijgen vogels, terwijl er een reeks fMRI beelden wordt opgenomen, zang te horen van hun tutor, zichzelf en een andere zebra-vink waarmee ze de kooi delen en die van dezelfde tutor geleerd heeft. De resultaten van deze studie laten zien dat de rechter MLd, een auditieve kern in de middenhersenen die homoloog is aan de inferieure colliculus bij de mens, bij volwassen zebra-vinken nog steeds selectief geactiveerd wordt door de zang van hun tutor in vergelijking met de zang van andere bekende vogels. Bovendien correleerde de amplitude van deze selectieve activiteit met de mate waarin elke vogel de zang van zijn tutor had kunnen kopiëren. Deze bevindingen laten zien dat MLd een rol speelt bij het creëren van een geheugenspoor van de tutorzang tijdens het leren van zang in zebra-vinken.

Hoofdstuk 4 beschrijft wederom hoe de hersenen van zebra-vinken tutorzang verwerken, maar in dit hoofdstuk worden de hersenen van jonge vogels bestudeerd om de ontwikkeling van het geheugen voor de tutorzang op de voet te volgen. In dit onderzoek wordt fMRI voor het eerst in jonge zangvogels geïmplementeerd en krijgen de vogels zang te horen van hun tutor, een andere zebra-vink en een spreeuw. De resultaten laten zien dat ook in jonge vogels MLD selectief geactiveerd wordt door de zang van de tutor. Echter, tegen het einde van de periode waarin jonge zebra-vinken de tutorzang in hun geheugen opslaan is de linker MLD selectief actief bij het horen van de tutorzang. Bij een vervolgmeting op volwassen leeftijd bleek ook bij deze groep zebra-vinken de rechter MLD selectief geactiveerd te worden door de tutorzang. Hoewel de groep gemeten jonge vogels klein was, suggereren deze bevindingen dat er tijdens de ontwikkeling van zebra-vinken lateralisatieveranderingen plaatsvinden in het neurale substraat van het tutorzanggeheugen. Dit zou een gevolg kunnen zijn van het eindigen van de sensitieve periode voor zangleren.

In tegenstelling tot zebra-vinkenzang is menselijke taal productief (er is geen limiet aan het aantal mogelijke zinnen en betekenissen), waardoor deze niet geleerd kan worden door imitatie alleen. Woorden en klanken kunnen niet alleen in het geheugen worden opgeslagen, maar ook tot betekenisvolle uitingen worden gecombineerd door middel van grammaticale regels en structuren. In hoofdstukken 5 en 6 wordt een studie beschreven waarin onderzocht werd hoe de hersenen van volwassenen reageren op het leren van de grammaticale regels van een artificiële taal door auditieve blootstelling aan zinnen die aan deze regels voldoen. Volgens de sensitieve periode hypothese zouden volwassenen moeite hebben met het impliciet leren van nieuwe grammaticale regels.

Hoewel de volwassenen inderdaad moeite hadden met het verwerven van de grammaticale regels is zonder vergelijkend onderzoek met kinderen niet te bepalen of dit een gevolg is van het eindigen van de sensitieve periode. De fMRI resultaten lieten zien dat deelnemers wel degelijk geleerd hadden: de selectieve activatie voor de zinnen met vergeleken met zinnen zonder de grammaticale regel die gevonden werd in temporele en frontale taalgebieden, correleerde met het succes waarmee deelnemers later konden aangeven of een zin grammaticaal correct was. Deze correlatie tussen succes bij het leren en hersenactiviteit werd bij de zebra-vinken in de middenhersenen gevonden. Deze bevinding is een indicatie voor het bestaan van algemene vocale leermechanismen die op verschillende hersen-niveaus tot uitdrukking komen, afhankelijk van het niveau van abstractie dat nodig is om de vocalisaties te leren of te verwerken.

In de hierboven beschreven onderzoeken werd steeds selectieve activatie in specifieke hersengebieden onderzocht. Onze hersenen functioneren echter in netwerken, waarin verschillende hersengebieden met elkaar verbonden zijn. Hoofdstuk 6 gaat in op de relatie tussen functionele en structurele hersen-

verbindingen en het leren van een artificiële grammatica. De resultaten laten zien dat zowel functionele als structurele connectiviteit tussen frontale en temporele hersengebieden die een rol spelen in taalverwerking correleert met de mate waarin deelnemers een artificiële grammatica kunnen leren. Aangezien structurele connectiviteit niet afhankelijk kan zijn van de taak, suggereren deze bevindingen dat de individuele taalontwikkeling een rol speelt in de relatie tussen taalleervermogen en connectiviteit.

Hoewel mensen en zangvogels zowel op hersenniveau en op het niveau van de complexiteit van hun vocalisaties sterk verschillen, doen onze resultaten vermoeden dat er overeenkomsten zijn tussen de neurale mechanismen die vocaal leergedrag mogelijk maken. De studies beschreven in dit proefschrift hebben laten zien dat zowel vocaal leergedrag als de verwerking van geleerde vocalisaties resulteert in selectieve activatie in auditieve gebieden (zebravinken) en gebieden geassocieerd met het abstraheren uit vocalisaties (mensen). Bovendien is de amplitude van deze selectieve activatie gerelateerd aan het individuele leervermogen. Tot slot is bij mensen de functionele en structurele connectiviteit binnen het netwerk dat taal verwerkt ook gerelateerd aan dit individuele vermogen om nieuwe taalstructuren te leren.

