

Sabrina Taddeo

Dr. med.

Neuromagnetische Repräsentation kurzer lateralisierte Melodien

Fach/Einrichtung: Neurologie

Doktorvater: PD Dr. phil. André Rupp

Die Wahrnehmung von Tonhöhe in ihrer simpelsten Form über einfache Melodien bis hin zu komplexen orchestralen Kompositionen ist trotz intensiver Forschung wenig verstanden. Aus der Funktionsbildgebung am Menschen geht jedoch hervor, dass der laterale Heschl'sche Gyrus, ein Bereich des auditorischen Cortex, der - entsprechend des Primaten-Modells - Gürtelarealen zugeordnet wird, eine entscheidende Rolle in der Tonhöhenwahrnehmung spielt. Darüber hinaus lassen Arbeiten aus dem Bereich der funktionellen Magnetresonanztomographie vermuten, dass Melodien anterior hiervon im Planum Polare verarbeitet werden. Inwieweit es sich hier um einen hierarchisch höheren Prozess handelt, ist weitestgehend unklar; ebenso ist eine potentiell dominante Rolle der rechten Hemisphäre hierin Grund zur Diskussion. Die Elektrophysiologie hat sich bei melodischen Fragestellungen schwerpunktmäßig eher auf die Untersuchung von *oddball paradigms* und melodische Erwartung konzentriert.

Um die Hypothese zu prüfen, dass Melodieverarbeitung auf einer hierarchisch höheren Ebene geschieht als die „einfache“ Tonhöhenverarbeitung, wurde bei der vorliegenden Arbeit eine monaurale Darbietung von kurzen Melodien untersucht. In der Annahme, dass die Melodieverarbeitung unabhängig vom beschallten Ohr erfolgen könnte, wurden kurze Tonsequenzen von gleichbleibender und wechselnder Tonhöhe sowohl monaural rechts und links als auch diotisch dargeboten. Dabei wurde die neuromagnetische Antwort aufgenommen und anhand zwei verschiedener Quellenuntersuchungsverfahren modelliert um somit die Melodie-assoziierte Aktivität zu lokalisieren und näher zu beleuchten.

Über eine Quellenanalyse mit diskreten Dipolen konnten zwei Generatoren pro Hemisphäre im anterioren Heschl'schen Gyrus und im Planum Temporale lokalisiert werden, die ein funktionell unterschiedliches Verhalten aufwiesen. Während die Aktivität im posterioren Generator eine starke *Onset* Antwort zeigte, die zur kontralateralen Hemisphäre lateralisiert wurde, während die Antwort auf die folgenden Töne massiv abfiel, beobachtete man im anterioren Generator klare Transienten auf alle Töne der Tonsequenz. Im Gegensatz zu tonischen Tonabfolgen wiesen die Antworten auf Melodien keine Zeichen von Adaptation auf. Darüber hinaus war die Aktivität in den anterioren Generatoren in beiden Hemisphären symmetrisch ausgeprägt, unabhängig vom Eingangsohr, und wies eine längere Latenz auf als in den posterioren Generatoren. Allenfalls für melodische Tonsequenzen sah man eine diskrete Lateralisierung nach rechts.

Auch in der Untersuchung mittels verteiltem Quellenmodell mit realistischem Kopfmodell ließ sich ein anterior-posterior Gradient im Antwortmuster nachweisen. Melodische Information spiegelte sich insbesondere in anterior gelegenen Gürtelarealen wider, während posteriore Areale im Planum Temporale hauptsächlich eine nach kontralateral lateralisierte *Onset* Antwort zeigten. Ferner ließ sich die Melodie-assoziierte Aktivität, die sich aus der

Differenzbedingung *melodisch-tonisch* ableiten ließ, im Planum Polare anterior zum lateralen Heschl'schen Gyrus orten, zeigte jedoch nur tendenziell eine leichte Lateralisierung zur rechten Hemisphäre ohne aber Signifikanzniveau zu erreichen.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie ordnen sich sehr schlüssig in die bereits vorliegende Literatur ein. Während melodische Information wahrscheinlich in der anterioren Hälfte des Planum Supratemporale verarbeitet wird, spiegelt sich örtliche Information (hier im Extremfall der monauralen Stimulation) stärker in posterioren auditorischen Arealen wider. Eine mögliche Interpretation der Befunde wäre in einer seriellen Verarbeitung zu sehen, wo die Prozessierung von Melodie an einer hierarchisch höheren Stelle steht und daher von einem interhemisphärischen Austausch profitiert bzw. sogar einer funktionellen Lateralisierung zur rechten - potentiell hierauf spezialisierten - Hemisphäre unterworfen ist. Anatomische Untersuchungen am Primaten und am Menschen legen jedoch auch parallele Verarbeitungsströme nahe. Aus dieser Perspektive könnte man die anterioren und posterioren Generatoren zwei funktionell verschiedenen Bahnen zuordnen, bei der melodische Information über einen anterioren Weg („Was?“) und räumliche Information („Wo?“) über einen posterioren Weg verarbeitet würden. Somit könnten die vorliegenden Ergebnisse auch als Unterstützung für die sogenannte Dual-Streams-Hypothese angesehen werden. Eine funktionelle Segregation wäre hierbei möglicherweise bereits subcortical angelegt, indem melodische Information über einen eher bilateralen, eventuell auch längeren Verarbeitungsprozess weitergeleitet werden würde, wohingegen räumliche Information einen kurzen kontralateralen Weg nehmen würde.

Das Zusammenspiel beider Ohren ist ein bisher kaum beleuchteter Aspekt in der Tonhöhen- und Musikverarbeitung und erscheint mit Blick auf die vorliegenden Ergebnisse vielversprechend zu sein. Hierbei wäre ein Fokus auf die subcorticale Prozessierung spannend, wobei hierfür die örtliche Auflösung von elektrophysiologischen Methoden unzureichend erscheint. Weitere Studien könnten über die funktionelle Magnetresonanztomographie diesen Aspekt beleuchten. Auf corticaler Ebene wäre eine nähere Untersuchung der zeitlichen Information, die die Magnetenzephalographie bietet, von Interesse. Möglicherweise wären auch spätere Potentiale von Bedeutung, besonders in Hinblick auf die Rolle, die potentielle Paragürtelareale des anterioren Planum Supratemporale spielen könnten. Nicht zuletzt wären auch Untersuchungen in der Anwendung aus Erkenntnissen der Tonhöhenverarbeitung von Interesse, nämlich der Signalkodierung bei Cochlea-Implantaten. Inwieweit die binaurale Interaktion bei der Darbietung von Tonhöhenrelevanter Information eine Rolle spielt, ist bisher weitestgehend unerforscht und wäre es wert, näher beleuchtet zu werden.