

Der Einfluss der Interimplantationsdauer auf die Entwicklung der Lokalisationsfähigkeit in der Horizontalebene bei Kindern und Jugendlichen mit bilateraler Cochlea Implantat Versorgung

Decker A¹, Bohnert A^{1, 2}, Plotz K³, Läßig A², Rader T¹

¹ Abteilung Audiologische Akustik, Klinik für HNO-Heilkunde, Universitätsmedizin Mainz

² Abteilung Kommunikationsstörungen, Klinik für HNO-Heilkunde, Universitätsmedizin Mainz

³ Institut für Hörtechnik und Audiologie (IHA), Jade Hochschule Oldenburg

Schlüsselwörter: Richtungshören, Lokalisation, ERKI, Cochlea Implantat, Kinder, Interimplantationsdauer

Einleitung

Das Richtungshören ist für den Alltag von großer Wichtigkeit und wird durch die Funktion des binauralen Hörens innerhalb der Horizontalebene ermöglicht. Die Lokalisationsfähigkeit kann durch das ERKI-Setup (vgl. Plotz et al.) bestimmt werden. Mögliche Zusammenhänge zwischen der Interimplantationsdauer (IID) zweier Cochlea Implantate (CI) und der Fähigkeit der Richtungslokalisierung wurden hierbei miteinander verglichen und analysiert.

Material und Methoden

Messaufbau

Der Mainzer Kindertisch ist die Basis des ERKI-Setups. Dieser besteht aus fünf Lautsprechern, welche in einem vorderen Halbkreis in 45°-Abständen angeordnet sind. Insgesamt werden fünf reale Schallquellen innerhalb des Aufbaus verwendet. Mit dem ERKI-Setup können weitere 32 virtuelle Schallquellen erzeugt werden und somit sind insgesamt 37 Schallquellen mit einer Auflösung von 5° vorhanden. Virtuelle Schallquellen werden dabei zwischen zwei abstrahlenden Lautsprecherpaaren gebildet. Eine Erweiterung erfolgt durch eine LED-Leiste, die im Halbkreis vor den Lautsprechern montiert wird. Die LED-Leiste dient zur Anzeige der Richtungsangabe, ermöglicht ein visuelles Feedback und wird mittels eines Drehreglers betätigt. Die Angabe der Winkel erfolgt in 1°-Schritten. Eine Abdeckung der Lautsprecher ist ebenfalls gegeben und besteht aus verdunkelndem Akustikstoff. Damit keine Beeinflussung durch die Anzahl der Lautsprecher auf die Richtungswahrnehmung entsteht, ist die Abdeckung von enormer Wichtigkeit. Die Probanden sitzen frontal zum 0°-Lautsprecher und auf Höhe der ±90°-Lautsprecher. Der Abstand zu allen Lautsprechern beträgt dabei ca. 1,0 m.

Stimuli

Für Messungen mittels des ERKI-Setups wurden insgesamt zwei verschiedene breitbandige Stimuli verwendet. Zum einen der Sprachausschnitt /alors/ aus dem International Speech Test Signal (ISTS) (vgl. Holube et al., 2010) sowie ein Rosa Rauschen. Für diese Arbeit wurden beide Stimuli auf 300 ms begrenzt. Die Erzeugung der virtuellen Schallquellen erfolgte durch Loud Speaker Level Differences (LSLD). Alle Lautsprecher spielten die Stimuli mit einem einheitlichen Pegel von 65 dB SPL ab.

Probanden

Insgesamt nahmen 41 bilateral implantierte Kinder und Jugendliche an der Studie teil. Dabei waren 35 Kinder erfahrene CI -Träger (>0,9 Jahre, Median: 6,6 Jahre) und sechs Neuimplantiert. Die Schwerhörigkeit beruhte auf verschiedenen Ursachen, war jedoch in den meisten Fällen eine Folge der Mutation des GJB2-Gens/ Connexin-26. Das Alter der Probanden lag zwischen 5 bis 17 Jahren und der Median betrug 11,9 Jahre. Die Hörgeräteerstversorgung, der Zeitpunkt der Erstimplantation sowie die Interimplantationsdauer wurden insbesondere berücksichtigt.

Die insgesamt 41 Probanden wurden in 3 Gruppen unterteilt:

- Gruppe 1: „kurze IID“,
d.h. nach Erstimplantation wurde die zweite Seite spätestens innerhalb eines Jahres mit einem CI versorgt.
- Gruppe 2: „lange IID“,
d.h. die Implantation der zweiten Seite erfolgte frühestens nach einem Jahr, nach Erstimplantation.
- Gruppe 3: „Neuimplantiert“,
d.h. die Aktivierung des zweiten CIs erfolgte am Tag der ersten Überprüfung der Lokalisationsfähigkeit.

Messdurchführung

Jeder Proband absolvierte vor der Hauptmessung einen Testdurchlauf, welcher aus neun Winkeldarbietungen besteht (0° , $\pm 15^\circ$, $\pm 30^\circ$, $\pm 45^\circ$ und $\pm 60^\circ$). Während der Hauptmessung wurden 37 Schallquellen in 5° -Schritten randomisiert den Kindern im Bereich von $\pm 90^\circ$ dargeboten. Die vermutete Richtung kann auf der LED-Leiste angegeben werden, indem ein Leuchtpunkt mit Hilfe des Drehreglers im Bereich von $\pm 90^\circ$ in 1° -Schritten verschoben wird. Da erst nach Bestätigung der Richtung, durch Drücken des Drehreglers, der nächste Stimulus abgespielt wird, waren die Durchläufe von unterschiedlicher Messdauer.

Ergebnisse und Auswertung

Die Genauigkeit der Richtungslokalisierung wurde anhand des Root Mean Square Error (RMSE) überprüft. Hierbei galt, desto kleiner der RMSE-Wert, desto besser war die Lokalisationsfähigkeit der CI-Träger.

Bei Verwendung von Rosa Rauschen zeigte sich ein Root Mean Square Error (RMSE) der Kinder mit einer kurzen Interimplantationsdauer von $34,3^\circ$; während der RMSE der zweiten Gruppe $30,1^\circ$ beträgt. Bei Neuimplantierten ergibt der RMSE $46,1^\circ$. Bei Verwendung des ISTS-Stimulus veränderte sich der RMSE jeweils in den drei Gruppen auf $44,7^\circ/34,3^\circ/44,4^\circ$ (vgl. Tabelle 1, Abbildung 1).

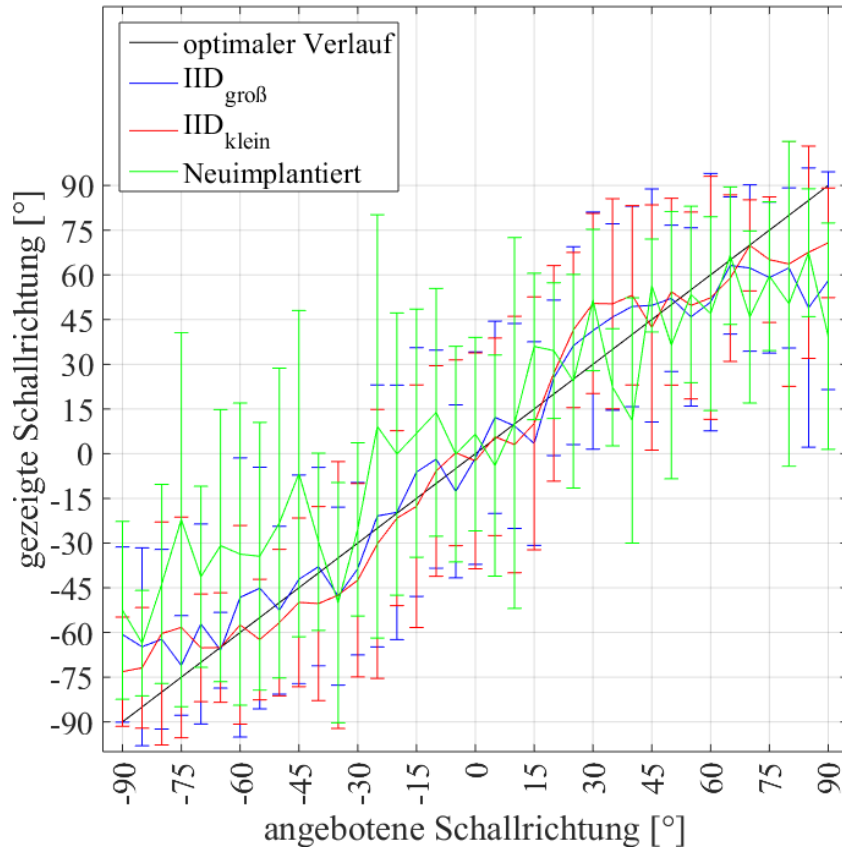
Der mittlere RMSE aller Gruppen wies bei Verwendung des Rosa Rauschens einen geringeren Wert auf, im Vergleich zum ISTS. Der RMSE betrug $41,1^\circ$ bei Verwendung des ISTS und für das Rosa Rauschen betrug der $RMSE = 36,9^\circ$. Kinder welche jedoch neuimplantiert sind, weisen eine bessere Lokalisationsfähigkeit bei Verwendung des ISTS auf. Diese Kinder weisen bereits nach 4-wöchiger Akklimatisierung nach Aktivierung des zweiten CI-Systems eine deutliche Verbesserung des Lokalisationsfehlers auf (Δ -ISTS: $22,4^\circ$, von $RMSE=37,6^\circ$ auf $RMSE=15,2^\circ$).

1.

2. Tabelle 1: Lokalisationsergebnisse der drei Gruppen und die dazugehörigen Probandeninformationen.

	Gruppe 1 IID klein	Gruppe 2 IID groß	Gruppe 3 Neuimplantiert
Probanden	16	19	6
Alter (Median)	8,7 Jahre	13,0 Jahre	11,4 Jahre
Bilaterale CI-Trageerfahrung	6,3 Jahre	7,3 Jahre	1 Monat

Unilaterale CI-Trageerfahrung	0,5 Jahre	2,33 Jahre	4,0 Jahre
ISTS RMSE	44,7°	34,3°	44,4°
Rosa Rauschen RMSE	34,3°	30,1°	46,1°



3. Abbildung 2: Vergleich der Lokalisationsergebnisse der Probandengruppen mit kleiner und großer Interimplantationsdauer (IID) sowie der Neuimplantierten, bei Verwendung des ISTS-Stimulus. Die Whisker zeigen die Standardabweichung an.

Schlussfolgerung

Durch die Verwendung des ERKI-Setups kann eine Lokalisationsüberprüfung während einer kurzen Messung bei Kindern mit CI-Versorgung im Klinikalltag erfolgen. Diese Überprüfung eignet sich zur Qualitätssicherung. Ebenfalls wurde ersichtlich, dass auch Kinder mit großer Interimplantationsspanne, die Fähigkeit zur Richtungslokalisierung erlernen können. Entscheidend sind hierbei nicht nur die Interimplantationsdauer, sondern auch der Zeitpunkt der Erstversorgung, die unilaterale CI-Trageerfahrung sowie das Alter bei Testung.

Innerhalb der drei Probandengruppen sind Unterschiede allgemein in der Lokalisationsfähigkeit sowie bei Verwendung verschiedener Stimuli erkennbar.

Die Kinder, welche eine große IID haben, weisen eine längere unilaterale CI-Trageerfahrung auf. Dies kann ausschlaggebend dafür sein, dass sie im Vergleich zu den anderen Gruppen eine geringe Standardabweichung von der Lokalisationsgeraden aufweisen und somit auch den geringsten RMSE.

Literatur

- Holube, I., Fredelake, S., Vlaming, M., Kollmeier, B. (2010) Development and analysis of an International Speech Test Signal (ISTS). *Int J Audiol*, 2010, 49(12), 891-903
- Plotz, K., Schmidt, K., Kissner, S., Geldermann, C., Bitzer, J., Schönweiler, R. (2013) ERKI – Erfassung des Richtungshörens bei Kindern – Entwicklung eines verbesserten Verfahrens durch Nutzung virtueller Quellen zur Erfassung des Richtungshörens bei Kindern am Mainzer-Kindertisch, DGPP Bochum, 20-22.09.2013, German Medical Science, 2013 DocV39