

Korreliert die Hörnervendicke mit der Cochlea-Implantat-Performance im Kindesalter?

Barbara Brechtel¹, Yasemin Tanyildiz², Anne K. Läßig¹

¹Universitätsmedizin, Schwerpunkt für Kommunikationsstörungen der Hals-Nasen-Ohren-Klinik, Mainz, Deutschland

²Universitätsmedizin, Klinik für Neuroradiologie, Mainz, Deutschland

Schlüsselwörter: Cochlea Implantat, Nervendicke, CISS-Sequenz, Performance

Einleitung

Cochlea Implantate (CI) haben sich zur Rehabilitation höhergradig schwerhöriger oder tauber Patienten etabliert. Bei schwerhörigen Kindern wird nach ausführlicher pädaudiologischer Diagnostik und ggf. Hörgeräteversorgung sowie Bildgebung mittels CT und MRT die Indikation zur Versorgung mit einem CI gestellt. Die präoperative Abschätzung eines Gewinns mit dem CI ist für Eltern bei der Entscheidung zur OP oft wichtig, für den Arzt jedoch schwer zu beurteilen. In der folgenden Studie wurde untersucht, ob die im MRT gemessene Hörnervendicke mit der späteren CI-Performance korreliert oder andere Faktoren wie der Zeitpunkt der Implantation eine Rolle spielt.

Material und Methoden

In der Studie wurden retrospektiv gewonnene audiologische und radiologische Daten von 87 Kindern erfasst. Eingeschlossen wurden Kinder unter 18 Jahren, die im Zeitraum von 2010 bis 2015 an der Hals-Nasen-Ohren-Klinik der Unimedizin Mainz im Schwerpunkt Kommunikationsstörungen aufgrund einer mindestens einseitigen hochgradigen oder an Taubheit grenzenden Schwerhörigkeit mit einem CI versorgt wurden. Zusätzlich musste ein präoperativ angefertigtes MRT des Schädels mit CISS (constructive interference in steady-state)-Sequenz vorliegen, in dem sowohl die Dicke des N. vestibulocochlearis als auch des N. cochlearis messbar waren. Die CISS-Sequenz ist eine geeignete MRT-Sequenz, um den achten Hirnnerv darzustellen (1). Die postoperativen audiologischen Untersuchungen mussten im Schwerpunkt Kommunikationsstörungen an der Universitätsmedizin Mainz durchgeführt worden sein. Von den anfänglich 87 Patienten konnten letztendlich 55 Patienten die Einschlusskriterien erfüllen. Das Alter bei Implantation lag zwischen 8 und 193 Monaten, im Durchschnitt lag es bei 49,7 Monaten ($\pm 44,8$ Monate).

Bei jedem Patienten wurde die Dicke sowohl des N. vestibulocochlearis als auch des N. cochlearis auf beiden Seiten gemessen. Bestimmt wurden sie im inneren Gehörgang an den Stellen, an denen die Nerven die größten Durchmesser im axialen Schnitt des präoperativ angefertigten MRT in CISS-Sequenz zeigten (siehe Abbildung 1). Alle Messungen wurden von einem Untersucher durchgeführt. Zur größeren Genauigkeit wurde jeder Nerv 3 Mal gemessen und der Mittelwert der 3 Messungen bestimmt. Insgesamt wurden in dieser Studie also 660 Hörnervmessungen durchgeführt. Für die hier genannten Auswertungen und Ergebnisse wurden die Hörnervendicken des erstimplantierten Ohres herangezogen. Sie stellten in dieser Studie die Ausgangsvariablen dar. Die Dicke des N. vestibulocochlearis des erstimplantierten Ohres lag im Durchschnitt bei 1,23 mm ($\pm 0,19$ mm), wobei das Minimum bei 0,83 mm und das Maximum bei 1,58 mm lag. Der Median lag bei 1,23 mm. Die durchschnittliche Dicke des N. cochlearis des erstimplantierten Ohres betrug 0,80 mm ($\pm 0,11$ mm), wobei die Werte zwischen 0,60 mm und 1,03 mm lagen. Der Median lag bei 0,80 mm.

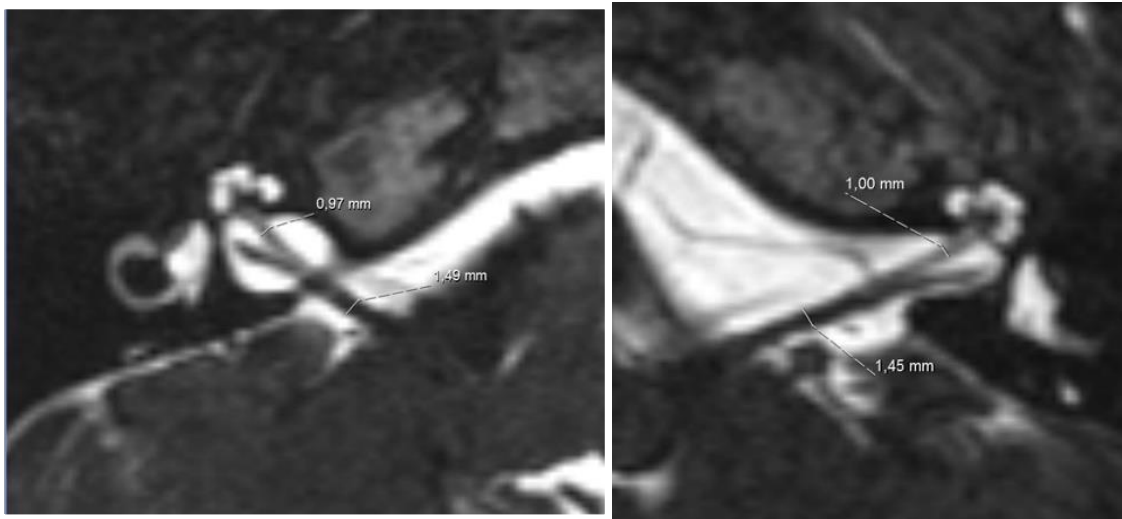


Abbildung 1: Beispiel für die Messung des N. vestibulocochlearis und des N. cochlearis im axialen Schnittbild im präoperativ angefertigten MRT in CISS-Sequenz im inneren Gehörgang an der Stelle mit dem größten Durchmesser.

Die Zielvariable stellte der frühe Hörerfolg des erstimplantierten Ohres dar. Er wurde festgelegt als der Mittelwert der besten Aufblähkurve (ABK in dB SPL) in der zweiten Einstellungsphase (ca. 9 Wochen nach CI-Implantation) über die Frequenzen 0,25 kHz, 0,5 kHz, 1 kHz, 2 kHz und 4 kHz. Der Mittelwert der ABK in der zweiten Einstellungsphase lag durchschnittlich bei 46,04 dB ($\pm 13,66$ dB), wobei das Minimum bei 26 dB und das Maximum bei 85 dB lag. Der Median lag bei 42,00 dB.

In dieser Studie wurde mit Hilfe der Rangkorrelation nach Spearman die Korrelation zwischen der Dicke des N. vestibulocochlearis des erstimplantierten Ohres mit dem frühen Hörerfolg, die Korrelation zwischen der Dicke des N. cochlearis des erstimplantierten Ohres und dem frühen Hörerfolg und die Korrelation zwischen dem Alter bei Implantation und dem frühen Hörerfolg bestimmt.

Um zu prüfen, ob sich die Hörnervendicken zwischen den Patienten mit besserem Ergebnis in der ABK von denen mit schlechterem Ergebnis unterscheiden, wurden zwei Gruppen gebildet. Die Patienten, deren Ergebnis unterhalb der 50. Perzentile der Verteilung der Mittelwerte der ABK lag, wurden den "Good Performern" bzw. deren Ergebnis oberhalb der 50. Perzentile lag, den "Bad Performern" zugeteilt. Der Gruppe der „Good Performer“ konnten 27 Patienten und der Gruppe der „Bad Performer“ konnten 28 Patienten zugeteilt werden.

Die beiden gebildeten Gruppen unterschieden sich in ihrer Implantatverteilung. Diese sind in Abbildung 2 dargestellt.

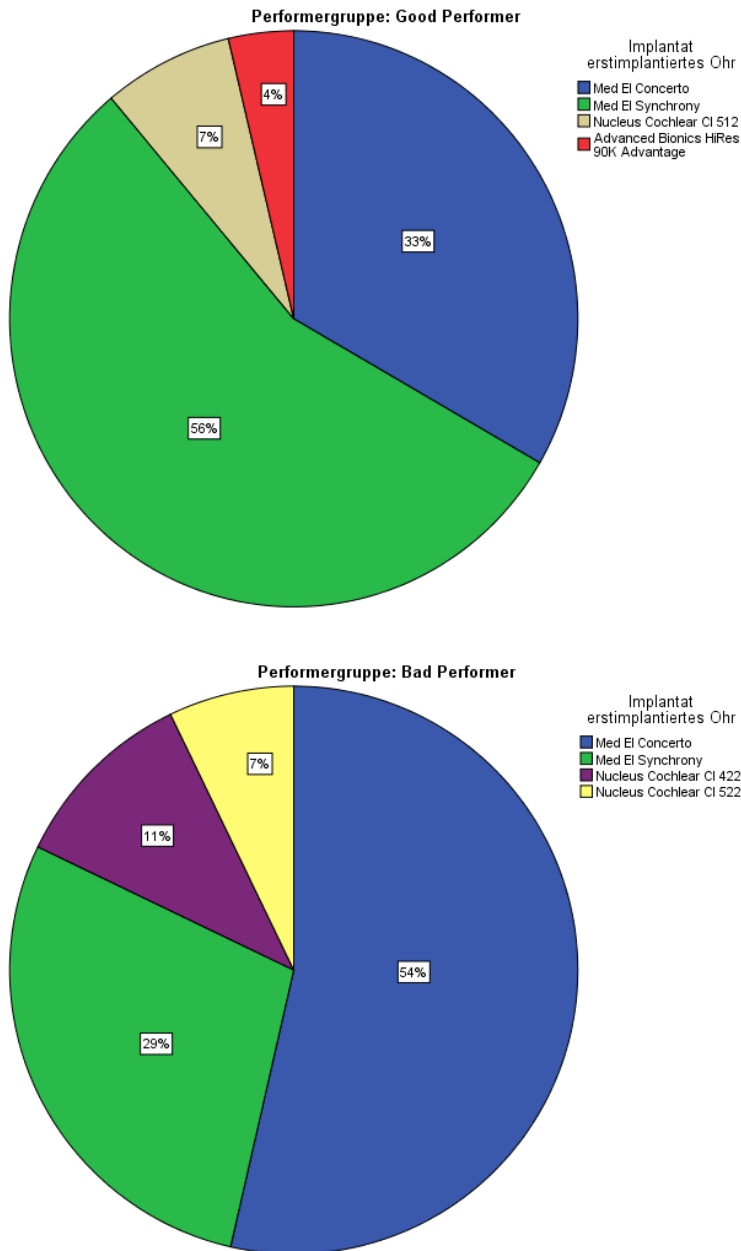


Abbildung 2: Implantatverteilung: Obere Abbildung: In der Gruppe der „Good Performer“ waren 9 Kinder (33%) mit dem Implantat „Med El Concerto“, 15 Kinder (56%) mit dem Implantat „Med El Synchrony“, 2 Kinder (7%) mit dem Implantat „Nucleus Cochlear CI 512“ und 1 Kind (4%) mit dem Implantat „Advanced Bionics HiRes 90K Advantage“ versorgt worden. Untere Abbildung: In der Gruppe der „Bad Performer“ waren 15 Kinder (54%) mit dem Implantat „Med El Concerto“, 8 Kinder (29%) mit dem Implantat „Med El Synchrony“, 3 Kinder (11%) mit dem Implantat „Nucleus Cochlear CI 422“ und 2 Kinder (7%) mit dem Implantat „Nucleus Cochlear CI 522“ versorgt worden.

In der Gruppe der „Good Performer“ waren 25 der 27 präoperativen MRT mit einer Feldstärke von 1,5 T (Tesla) und 2 von 27 mit einer Feldstärke von 3,0 T angefertigt worden. In der Gruppe der „Bad Performer“ waren alle 28 präoperativen MRT mit einer Feldstärke von 1,5 T angefertigt worden.

Mittels Mann-Whitney-U-Test für unabhängige Stichproben wurde untersucht, ob sich die beiden Gruppen im Hinblick auf die Dicke des N. vestibulocochlearis des erstimplantierten Ohres, die Dicke des N. cochlearis des erstimplantierten Ohres und im Hinblick auf das Alter bei Implantation unterschieden.

Ergebnisse

Der bestimmte Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman zwischen der Dicke des N. vestibulocochlearis und dem Mittelwert in der ABK der zweiten Einstellungsphase nach CI-Implantation betrug $r = -0,309$ ($p=0,022$), was einen schwachen negativen Zusammenhang bedeutet. In dieser Studie zeigten Kinder mit einem dickeren N. vestibulocochlearis eher einen besseren frühen Hörerfolg.

Auch zwischen der Dicke des N. cochlearis und dem Mittelwert in der ABK der zweiten Einstellungsphase nach CI-Implantation lag eine schwache negative Korrelation vor, der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman lag dabei bei $r = -0,319$ ($p=0,018$). Kinder mit einem dickeren N. cochlearis zeigten in dieser Arbeit eher einen besseren frühen Hörerfolg.

Zusätzlich zu den oben genannten Korrelationen zwischen den Hörnervendicken und dem frühen Hörerfolg wurde auch die Korrelation zwischen dem Mittelwert der ABK in der zweiten Einstellungsphase und dem Alter bei Implantation bestimmt. Dabei zeigte sich eine schwache negative Korrelation mit einem Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman $r = -0,403$ ($p=0,002$). Kinder, die zu einem späteren Lebenszeitpunkt implantiert worden waren, zeigten damit eher einen besseren frühen Hörerfolg.

Im Vergleich der beiden Hörgruppen miteinander mit Hilfe des Mann-Whitney-U-Tests für unabhängige Stichproben bestand ein signifikanter Unterschied ($p=0,020$) in der Dicke des N. vestibulocochlearis des erstimplantierten Ohres zwischen den "Good Performern" und den "Bad Performern". Der Median lag bei den „Good Performern“ bei 1,32 mm, bei den „Bad Performern“ bei 1,18 mm. Somit hatten die „Good Performer“ einen signifikant dickeren N. vestibulocochlearis als die „Bad Performer“.

Auch war der Unterschied in der Dicke des N. cochlearis des erstimplantierten Ohres zwischen den beiden Gruppen im durchgeführten Mann-Whitney-U-Test für unabhängige Stichproben signifikant ($p=0,032$). Der Median in der Gruppe der „Good Performer“ lag bei 0,86 mm, in der Gruppe der „Bad Performer“ bei 0,76 mm. Die Gruppe der „Good Performer“ hatte somit einen signifikant dickeren N. cochlearis als die Gruppe der „Bad Performer“. Die Verteilungen der Hörnervendicken der beiden Gruppen sind in Abbildung 3 dargestellt.

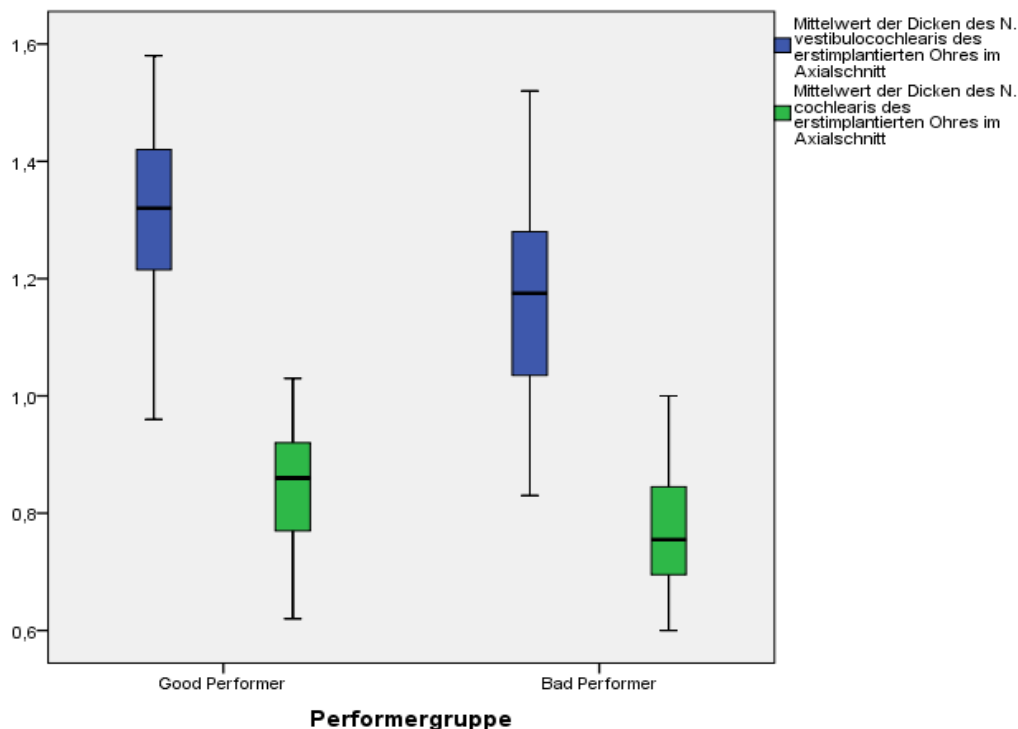


Abbildung 3: Verteilung der Hörnervendicken der beiden Gruppen in Form von Boxplots.

Zusätzlich wurden die Gruppen im Hinblick auf das Alter bei Implantation verglichen. Dabei konnte ein signifikanter Unterschied ($p=0,007$) ermittelt werden. Der Median des Alters bei Implantation lag in der Gruppe der „Good Performer“ bei 57,00 Monaten, in der Gruppe der „Bad Performer“ bei 23,50 Monaten. Die Gruppe der „Good Performer“ war somit signifikant älter bei Implantation als die Gruppe der „Bad Performer“.

Schlussfolgerung

Die in dieser Studie gemessenen Hörnervendicken waren beide dünner als die Dicken, die in einer Studie von Nadol und Xu (2) an anatomischen Präparaten von normalhörenden Erwachsenen bestimmt worden waren. Dabei lag die Dicke des N. vestibulocochlearis im Durchschnitt bei 2,02 mm ($\pm 0,08$ mm) und die des N. cochlearis bei 1,04 mm ($\pm 0,11$ mm). In einer anderen Studie konnte gezeigt werden, dass Kinder mit konnataler sensorineuraler Schwerhörigkeit einen dünneren Hörnerven besitzen als normalhörende Kinder (3).

Die „Good Performer“ hatten in dieser Studie einen signifikant dickeren Hörnerven als die „Bad Performer“. Die Messung der präoperativen Dicke der Hörnerven im inneren Gehörgang im präoperativen MRT in CISS-Sequenz könnte somit eine geeignete Methode sein, den frühen Hörerfolg nach CI-Implantation abzuschätzen.

Die Korrelation nach Spearman zwischen der Hörnervendicke und dem frühen Hörerfolg war allerdings nur schwach. Eine genauere Messmethode zur Bestimmung der Hörnervendicke als die Messung in axialer Schnittebene wäre die Berechnung der Querschnittsfläche in sagittalen Schnittebenen. Bei den in dieser Studie eingeschlossenen Teilnehmern lagen solche Schnittebenen allerdings nicht vor, sondern nur axiale, weshalb die Berechnung der Querschnittsfläche nicht möglich war. Dies könnte in einer prospektiv angelegten Folgestudie untersucht werden.

Des Weiteren waren in dieser Arbeit die „Good Performer“ signifikant später mit einem CI versorgt worden als die „Bad Performer“. Eventuell spielt auch die längere Hörerfahrung/Reifung der zentralen Hörverarbeitung durch eine längere Hörgeräteversorgung vor CI-Versorgung bei den älteren Kindern eine Rolle. Früh implantierte Kinder schnitten in dieser Studie somit schlechter ab, obwohl frühe Implantation in Studien empfohlen wird (4), (5). Dieses Ergebnis impliziert, dass die ABK in der zweiten Einstellungsphase nach CI-Implantation nicht der optimale Parameter zur Einschätzung des Hörerfolges ist. Ursache dafür könnte das schlechtere Aufgabenverständnis in der subjektiven Audiometrie und die schlechtere Mitarbeit von jungen Patienten sein sowie die noch unreifere zentrale Hörverarbeitung. Zudem untersuchte diese Studie frühe Ergebnisse, nicht Langzeitergebnisse. Die Ergebnisse dieser Arbeit decken sich mit Studien, die den frühen Hörerfolg untersuchten (6), (7), (8).

Literatur

1. Casselman JW, Kuhweide R, Deimling M, Ampe W, Dehaene I, Meeus L. Constructive interference in steady state-3DFT MR imaging of the inner ear and cerebellopontine angle. *AJNR American journal of neuroradiology*. 1993;14(1):47-57.
2. Nadol JB, Jr., Xu WZ. Diameter of the cochlear nerve in deaf humans: implications for cochlear implantation. *The Annals of otology, rhinology, and laryngology*. 1992;101(12):988-93.
3. Russo EE, Manolidis S, Morriss MC. Cochlear nerve size evaluation in children with sensorineural hearing loss by high-resolution magnetic resonance imaging. *American journal of otolaryngology*. 2006;27(3):166-72.
4. Boons T, Brokx JP, Dhooge I, Frijns JH, Peeraer L, Vermeulen A, et al. Predictors of spoken language development following pediatric cochlear implantation. *Ear and hearing*. 2012;33(5):617-39.
5. Baumgartner WD, Pok SM, Egelierler B, Franz P, Gstoettner W, Hamzavi J. The role of age in pediatric cochlear implantation. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*. 2002;62(3):223-8.
6. Geal-Dor M, Tranovsky Y, Boudilovsky E, Adelman C, Adler M, Levi H. Acquisition of early auditory milestones with a cochlear implant. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*. 2013;77(11):1852-5.
7. Anderson I, Weichbold V, D'Haese PS, Szuchnik J, Quevedo MS, Martin J, et al. Cochlear implantation in children under the age of two--what do the outcomes show us? *International journal of pediatric otorhinolaryngology*. 2004;68(4):425-31.

8. Gerard JM, Deggouj N, Hupin C, Buisson AL, Monteyne V, Lavis C, et al. Evolution of communication abilities after cochlear implantation in prelingually deaf children. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*. 2010;74(6):642-8.