

# CI-Versorgung bei Senioren auch unter differenzialdiagnostischen Überlegungen\*

## Cochlear Implantation in Elderly Persons also under Consideration of Differential Diagnosis

Angelika Illg, Anke Lesinski-Schiedat, Eva Bültmann

Der Erfolg einer Cochlea-Implantat (CI)-Versorgung kann durch veränderte kognitive Fähigkeiten beeinträchtigt sein. Audiologische und kognitive Daten von 31 Patienten im Alter von  $\geq 65$  Jahren wurden untersucht und mit Ergebnissen der präoperativen MRT-Bildgebung korreliert. Die audiologischen und kognitiven Daten zeigten bereits 3 Monate nach der Implantation statistisch signifikant bessere Ergebnisse als vor der CI-Versorgung. Eine Abhängigkeit zu der MRT-Bildgebung konnte nicht aufgezeigt werden.

### LERNZIEL

In diesem Artikel werden Einblicke in die Entwicklung audiologischer und kognitiver Fähigkeiten von Senioren mit einem Cochlea-Implantat beschrieben. Weiterhin erfährt der Leser, ob eine präoperative MRT-Bildgebung zur audiologischen und kognitiven Prognose beiträgt.

### Einleitung

Im Jahre 2025 werden etwa 1,2 Milliarden Menschen über 60 Jahre alt sein, so veröffentlichte es die Weltgesundheitsorganisation (WHO) [1]. Auch in Deutschland zeigt die demografische Entwicklung eine Verschiebung des Bevölkerungsalters in Richtung Senioren [2]. In unserer HNO-Klinik spiegelt sich diese Entwicklung ebenfalls wider. Derzeit sind etwa 26% der Cochlea-Implantat-Träger über 65 Jahre alt.

International wird in der CI-Versorgung auf einen hohen Standard hingewiesen [3], der sich in 3 Hauptbereichen darstellen lässt: in einer qualifizierten präoperativen Auswahl des Patienten, in einer anspruchsvollen möglichst atraumatischen Operation mit Erhalt intracochleärer Strukturen und in einer vollständigen postoperativen Therapie. Die Therapiequalität wird mittels audiologischer Testverfahren überprüft, die allerdings vor Jahrzehnten an einem Kollektiv mittleren

Alters (MW = 47 Jahre; 31 – 65 Jahre) überprüft wurden [4]. Die Indikation umfasst erst seit einigen Jahren auch Senioren im hohen Alter und damit auch die Frage der kognitiven degenerativen Leistungsfähigkeit.

### Merke

**Derzeit wird vermutet, dass es einen Zusammenhang zwischen Schwerhörigkeit und kognitivem Abbau gibt [5, 6]. Personen mit geringem bis hochgradigem Hörverlust haben ein 2 – 5-fach erhöhtes Risiko eine Demenz auszubilden, verglichen mit Personen ohne Hörverlust [5].**

Studien, die sich auch mit bildgebenden Verfahren beschäftigen [7, 8], berichten von Zusammenhängen zwischen einem peripheren Hörverlust und Atrophien des Schläfenlappens oder des gesamten Gehirns. Verursacht wird dieses durch eine Kombination von verschiedenen unabhängigen Mechanismen, wie z. B. vaskuläre und neurodegenerative Prozesse, soziale Isolation, reduzierte kognitive Stimulation. Hörgeräte und Cochlea-Implantate können, je nach Hörverlust, therapeutisch eingesetzt werden um dem Hörverlust entgegen zu wirken. Auch im Alter von  $\geq 65$  Jahren ist eine Cochlea-Implantation noch sicher und effektiv, wie der Literaturbericht von Cosetti zeigt [9]. Ebenso können bei Patienten, die älter als 80 Jahre alt sind, Cochlea-Implantate erfolgreich operiert und genutzt werden [10, 11]. Die Patienten zeigen nach der CI-Versorgung sprachaudiometrisch bessere Ergebnisse in Ruhe und im Geräusch als präoperativ. Studien, die sich mit den kognitiven Entwicklungen bei älteren CI-Patienten beschäftigen, sind noch rar. Mosnier et al. [12] konnte in ihrer Publikation zeigen, dass die kognitiven Fähigkeiten älterer CI-Patienten im Mittel ansteigen. Im Rah-

\* Auszüge des Beitrages wurden zur 87. Jahresversammlung der Deutschen Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Kopf- und Hals-Chirurgie e. V., Bonn, Mittwoch, 4. Mai, bis Samstag, 7. Mai 2016, Congress Center Düsseldorf, vorgetragen.

men der CI-Routineuntersuchungen haben wir kognitive Screenings mit älteren, CI-versorgten Patienten durchgeführt und deren Ergebnisse mit den audiologischen und bildgebenden Daten korreliert. Daraus ergeben sich folgende Fragestellungen:

- Wie verändern sich die audiologischen und kognitiven Fähigkeiten durch eine CI-Versorgung in Abhängigkeit vom Lebensalter?
- Korrelieren die audiologischen und/oder kognitiven Daten mit der präoperativen MRT-Bildgebung?

## Material und Methode

Im Zeitraum von März 2013 bis Mai 2014 wurden 31 postlingual ertaubte Erwachsene im Alter von 65,28 bis 87,42 Jahren (MW = 75,7 Jahre) unilateral mit einem Cochlea-Implantat der Firmen Advanced Bionics, Cochlear oder MED-EL versorgt. Alle Patienten sprachen flüssig Deutsch. Zur Testung der audiologischen Fähigkeiten wurden der Freiburger Einsilbertest und der HSM-Satztest in Ruhe und mit Geräusch (10 dB S/N ratio) im Freifeld bei 65 dB Schallausgangspegel angewandt. Zusätzlich wurde bei den Patienten als kognitives Screeningverfahren der Uhrentest und der Minimal-Mental-Status (MMST) durchgeführt [13]. Die Testung 12 Monate nach Implantation wurde von 29 Patienten absolviert.

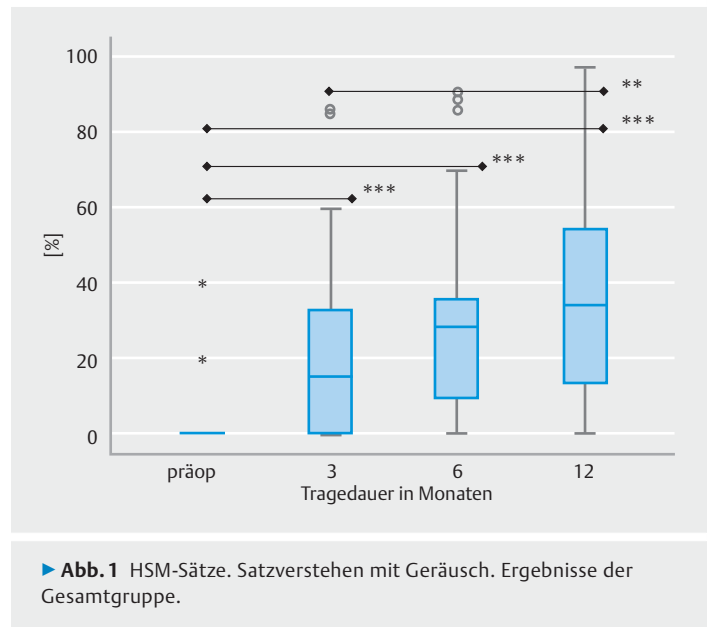
Von 30 Patienten lagen präoperative kernspintomographische Aufnahmen (MRT) vor, die neben der Felsenbeinbildung mindestens axiale T2-gewichtete- und FLAIR-Aufnahmen über das gesamte Gehirn beinhalten. Anhand dieser Bildgebung wurde das Ausmaß vorbestehender mikroangiopathischer Läsionen sowie der Grad der Volumenminderung durch einen erfahrenen Neuroradiologen eingeschätzt und in 3 Schweregrade (gering, mäßig, deutlich) unterteilt.

Die erhaltenen Daten wurden mit dem Programm SPSS statistisch ausgewertet. Dazu dienten der Wilcoxon-Test zum statistischen Vergleich der Ergebnisse zu unterschiedlichen Zeitpunkten und der Mann-Whitney-U-Test zum Vergleich der Altersgruppen. Gruppe 1 beinhaltete dabei Patienten mit einem Implantationsalter zwischen 65 und 76 Jahren (n = 14) und Gruppe 2 Patienten, die älter als 76 Jahre alt waren (n = 17). Alle Korrelationen zwischen MRT und audiologischen oder kognitiven Ergebnissen wurden nach Pearson berechnet. Das Signifikanzniveau wurde bei  $p \leq 0,05$  (\* $p \leq 0,05$ , \*\* $p \leq 0,01$ , \*\*\* $p \leq 0,001$ ) festgelegt.

## Ergebnisse

### Audiologische Ergebnisse

Das Einsilberverstehen steigt bereits 3 Monate nach der Implantation von einem präoperativen Mittelwert (Einsilberverstehen mit Hörgeräten (HG)) von  $7,58 \pm$



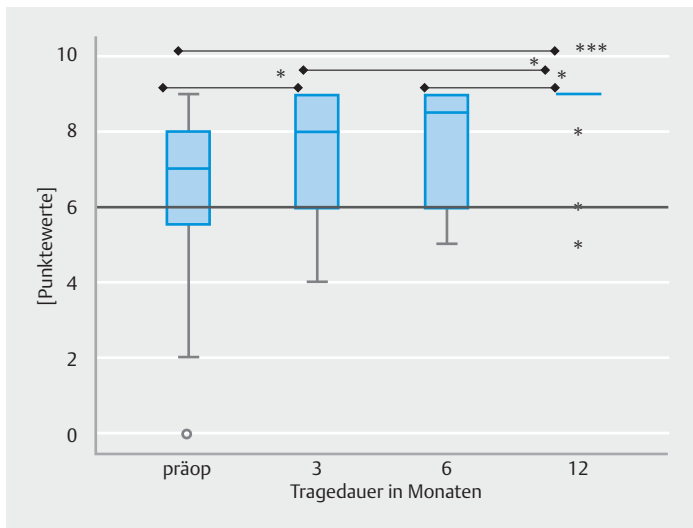
16,87% (MW  $\pm$  SD) auf  $39,35 \pm 25,22\%$  signifikant an ( $p < 0,000$ ). Nach 6 Monaten erreichen die Patienten im Mittel  $48,06 \pm 26,51\%$ , nach 12 Monaten  $51,38 \pm 26,52\%$ . Eine signifikante Steigerung des Einsilberverstehens kann zwischen 3 und 12 Monaten errechnet werden ( $p = 0,017$ ).

Das Satzverstehen in Ruhe steigt 3 Monate nach CI-Versorgung vom präoperativen Mittelwert (Satzverstehen mit HG) von  $5,8 \pm 19,06\%$  auf  $60,34 \pm 34,62\%$  signifikant an ( $p < 0,000$ ). Die Patienten erreichen 6 Monate nach der Erstanpassung ein Satzverstehen von  $65,4 \pm 34,6\%$ , nach 12 Monaten von  $72,44 \pm 32,97\%$ . Eine signifikante Steigerung des Satzverstehens konnte zwischen 3 und 12 Monaten ( $p = 0,002$ ) und zwischen 6 und 12 Monaten ( $p = 0,019$ ) errechnet werden.

Das Satzverstehen im Geräusch steigt 3 Monate nach CI von einem präoperativen Mittelwert von  $1,94 \pm 7,92\%$  (Satzverstehen im Geräusch mit HG) auf  $21,86 \pm 24,88\%$  signifikant an ( $p < 0,000$ ). Nach weiteren 3 Monaten zeigen die Patienten Mittelwerte von  $27,52 \pm 27,85\%$  die sich dann auf  $33,95 \pm 25,48\%$  zum 12-Monatstermin steigern. Eine signifikante Steigerung des Satzverstehens im Geräusch konnte zwischen 3 und 12 Monaten ( $p = 0,007$ ) nachgewiesen werden.

In **Abb. 1** werden beispielhaft die Medianwerte, der Interquartilsabstand sowie Minimum und Maximum für das Satzverstehen im Geräusch dargestellt.

Im statistischen Vergleich des Sprachverstehens beider Altersgruppen lassen sich keine signifikanten Unterschiede nachweisen.



► **Abb. 2** MMST und Uhrentest. Darstellung der erreichten Punktwerte der kognitiven Screenings. Ergebnisse der Gesamtgruppe.

### Ergebnisse des kognitiven Screenings

Im kognitiven Screening erreicht die Gesamtgruppe der Patienten präoperativ einen Punktwert von  $6,43 \pm 2,4$ . Dieser steigert sich nach 3 Monaten CI-Versorgung signifikant auf  $7,51 \pm 1,65$  ( $p=0,031$ ). Nach 6 Monaten erreichen die Patienten Werte von  $7,7 \pm 1,53$  und nach einem Jahr Tragezeit  $8,41 \pm 1,23$ . Die Steigerung der Mittelwerte zwischen 6 und 12 Monaten lassen sich als signifikanten Unterschied beschreiben ( $p=0,013$ ). In ► **Abb. 2** werden die Medianwerte, der Interquartilsabstand sowie Minimum und Maximum für die erreichten Punktwerte im kognitiven Screening dargestellt. Ein präoperativ auffälliges kognitives Screening zeigen die Ergebnisse von 11 Patienten.

In den Altersgruppen lassen sich signifikante Steigerungen zwischen dem präoperativen und dem 12. Monatswert nachweisen, jedoch nicht zwischen beiden Gruppen.

### Ergebnisse der MRT-Bilder

Die präoperativen MRT-Aufnahmen weisen bei 18 Patienten geringe, bei 9 mäßige und bei 3 Patienten deutliche mikroangiopathische Veränderungen im Gehirn auf.

Die präoperative Volumenminderung des Gehirns ist bei 15 Patienten gering, bei 14 mäßig und bei 1 Patient deutlich ausgeprägt. Das Ausmaß der präoperativen Volumenminderung korreliert für die gesamte Gruppe positiv mit dem präoperativen HSM-Satztest in Ruhe ( $p=0,003$ ,  $r=0,527$ ) und im Geräusch ( $p=0,004$ ,  $r=0,510$ ). Das bedeutet, je größer das präoperative Hirnvolumen, desto besser ist das präoperative Satzverstehen in Ruhe und im Geräusch.

Weitere Korrelationen zwischen präoperativen MRT-Daten und postoperativen audiologischen und kognitiven Ergebnissen können für die Gesamtgruppe nicht aufgezeigt werden.

In Gruppe 1 korreliert das Ausmaß der Volumenminderung ebenfalls positiv mit dem präoperativen HSM-Satztest in Ruhe ( $p=0,005$ ,  $r=0,700$ ) und im Geräusch ( $p=0,014$ ,  $r=0,636$ ), in Gruppe 2 findet sich eine positive Korrelation mit dem HSM-Satztest nach 3 Monaten in Ruhe ( $p=0,031$ ,  $r=0,541$ ) und im Geräusch ( $p=0,007$ ,  $r=0,646$ ). Andere Korrelationen zwischen MRT-Daten und audiologischen und kognitiven Ergebnissen sind nicht vorhanden.

## Diskussion

### Änderungen audiologischer Fähigkeiten durch eine CI-Versorgung unter Berücksichtigung des Lebensalters

Deutlich erkennbar ist der stetige Zuwachs an auditiven Fähigkeiten während des 1. Tragejahrs. Die audiologischen Ergebnisse zeigen ähnlich durchschnittliche Einsilber und HSM-Satztestergebnisse in Ruhe wie die von Lenarz et al. [11] und Herzog et al. [14] veröffentlichten Ergebnisse. Beide Autorengruppen publizieren Ergebnisse über ein Einsilberverstehen von 43–47% nach einem Jahr Tragedauer und einem Satzverstehen in Ruhe von 70–80% bei älteren Patienten bis etwa 80 Jahren mit CI. Die Ergebnisse im Satzverstehen mit Geräusch sind jedoch unterschiedlich. Herzog et al. ermittelten hierbei Leistungen von ca. 55% bei einem Signal-Rauschabstand (S/N) von 15 dB. Die von uns beschriebenen Patienten erreichen nach 12 Monaten im Mittel 33,95% Satzverstehen im Geräusch bei einem Signal-Rauschabstand (S/N) von 10 dB und damit etwas höhere Ergebnisse als die von Lenarz et al., die bei demselben Signal-Rauschabstand (10 dB S/N ratio) Werte um 25% und signifikant schlechtere Ergebnisse ihrer ältesten Gruppe (> 70 Jahre) beschreiben. Neueste technische Möglichkeiten haben immer wieder Einfluss auf Verbesserungen im Sprachverstehen [15] und können Ursache von unterschiedlichen Messergebnissen sein.

#### Merke

**Die sprachperzeptiven Testergebnisse lassen subjektiv erkennen, dass der Zuwachs an auditiven Fähigkeiten in höherem Alter (Gruppe 2) langsamer erfolgt als bei den Patienten im jüngeren Alter (Gruppe 1).**

Besonders erkennbar ist dies in den Satztestergebnissen im Geräusch. Herzog et al. konnten diese langsamere Lernkurve der älteren Patienten (65–85 Jahre) im Vergleich zu jüngeren (16–64 Jahre) im 1. Jahr mit CI in ihrer Studie signifikant nachweisen. Beide Gruppen dieser Untersuchung zeigen nach 5 Jahren Tragedauer eine Angleichung der Ergebnisse. Lenarz et al.

sprechen allerdings in ihrer Untersuchung an über 1000 Erwachsenen im Alter von 18–80 Jahren von altersgleichen Lernkurven mit einer langsameren Lernkurve für das Satzverstehen in der ältesten Gruppe.

Bekannt ist jedoch auch, dass Sprachverstehensleistungen von Hörgeschädigten mit CI eine wesentlich geringere Altersabhängigkeit aufweisen als die von hörgeräteversorgten Patienten. Man vermutet, dass sich die Altersabhängigkeit bei Hörgeräteträgern an der sich verschlechternden Hörschwelle orientiert [16], die sich bei CI-Trägern nicht verändert. Eine progrediente Verschlechterung des Sprachverstehens in Ruhe, bei intakter Technik, muss somit der Änderung von kognitiven Fähigkeiten oder der Degeneration des Hörnervs zugeschrieben werden. Im Alter nimmt z. B. die Geschwindigkeit des inneren Wiederholens von Klangmustern ab und es entsteht eine Verlangsamung der Verarbeitung innerhalb der zentralen Exekutive [17].

### Änderungen kognitiver Fähigkeiten durch eine CI-Versorgung unter Berücksichtigung des Lebensalters

Die präoperativen kognitiven Ergebnisse der 31 Patienten stellen sich sehr unterschiedlich dar. Obwohl den Patienten keine kognitiven Einschränkungen bekannt waren, sind doch bei 11 Patienten altersunabhängig die Screeningergebnisse auffällig. Dies zeigt den schleichenden Prozess, der ohne spezifische Testung allein im Anamnesegespräch nicht offenbart werden konnte. Auch Mosnier et al. [12] berichten von Patienten, die in 1–3 Tests ihrer Testbatterie präoperativ abnormale kognitive Befunde aufweisen. Trotzdem ist in beiden Altersgruppen bereits nach 3 Monaten Tragedauer eine Besserung der kognitiven Screeningergebnisse nachweisbar, in der jüngeren Altersgruppe (65–76 Jahre) früher als in der älteren Gruppe (> 76 Jahre).

#### Merke

**Das sich nach der CI-Versorgung sowohl die kognitiven Ergebnisse als auch die audiologischen Ergebnisse verbessern, weist auf die Verknüpfung beider Fähigkeiten hin. So ist anzunehmen, dass sich die Lernkurve der ältesten Patienten auch im kognitiven Bereich etwas langsamer darstellt als bei den jüngeren Senioren.**

Dies wurde bisher noch in keiner Literatur beschrieben. Auch Mosnier et al. [12] unterteilten ihre Ergebnisse nicht in Altersgruppen.

Das Sprachverstehen ist eine auditive Wahrnehmungs- und Verarbeitungsleistung bei der Bottom-up-Prozesse (Empfindung, Wahrnehmung, Klassifikation) und Top-down-Prozesse (Aufmerksamkeit, Vigilanz, Wissen, Gedächtnis, Emotionen) beteiligt sind [18]. Eine Kombination der Behandlungsmaßnahmen von linguistischen

und kognitiven (top-down), als auch auditiven Prozessen (bottom-up) wird für Patienten hohen Alters als besonders vorteilhaft angesehen [19].

### Zusammenhang zwischen präoperativer MRT-Bildgebung und den audiologischen sowie kognitiven Ergebnissen

Die hier ausgewerteten konventionellen präoperativen MRT-Daten zeigen Auffälligkeiten im Ausmaß mikroangiopathischer Veränderungen und dem Grad der Volumenminderung zum präoperativen Zeitpunkt.

#### Merke

**Das Ausmaß mikroangiopathischer Veränderungen korreliert nicht signifikant mit audiologischen oder kognitiven Befunden im Gegensatz zum Grad der Hirnvolumenminderung.**

Die Volumenminderung korreliert mit audiologischen Ergebnissen des HSM-Satztests in Ruhe und im Geräusch jedoch nicht mit kognitiven Befunden.

Verschiedene Studien beschreiben ebenfalls Zusammenhänge zwischen MRT-Volumendaten und dem Sprachverstehen. So berichten Wong et al. [20], dass der linke ventrale und dorsale Präfrontale Cortex (PFC) verantwortlich für ein signifikant schlechteres Sprachverstehen im Geräusch bei älteren Personen sei. In ihren MRT-Untersuchungen zeigen sich bei den älteren Personen (im Mittel 67,1 Jahre alt) charakteristische Unterschiede im relativen Volumen und in der kortikalen Dicke des PFC im Vergleich zur jüngeren Gruppe (im Mittel 21,1 Jahre alt). Der PFC besitzt scheinbar verschiedene Mechanismen, wie z. B. die Unterstützung des Sprachverstehens im Geräusch einschließlich der inhibitorischen Kontrolle, die Aufmerksamkeit, die cross-modale Kompensation, die Wortvoraussage und das phonologische Arbeitsgedächtnis. Auch Lin et al. [8] beschreiben Volumeneinbußen bei hörgeschädigten älteren Personen (> 56 Jahre) im Gegensatz zu Normalhörenden.

#### Merke

**Trotz Volumeneinbußen konnten die von uns untersuchten Patienten postoperativ ihre audiologischen Ergebnisse steigern, sodass weiterhin auch bei Patienten mit hohem Alter und einer präoperativen Volumenminderung eine CI-Versorgung zu empfehlen ist.**

Korrelationen zwischen Volumenminderung und kognitiven Ergebnissen haben sich nicht gezeigt. Da im kognitiven Screening verschiedene Fähigkeiten, wie z. B. die Merkfähigkeit, Konzentration und Aufmerksamkeit, gemeinsam getestet werden, liegt die Vermutung nahe, dass sich diese Summe an Fähigkeiten negativ auf die Korrelation mit den MRT-Daten auswirkt und Korre-

lationen verhindert. In weiteren Studien sollte mit kognitiven Testverfahren gearbeitet werden, die jeweils nur eine Fähigkeit testet, um eine bessere Aussagekraft zu erzielen. So sind weiterführende MRT-Untersuchungen inklusive quantitativer Bildgebung an älteren Probanden nötig, um Zusammenhänge zwischen Bildgebung, Kognition und Audition exakter erklären zu können.

### Merke

**Die gefundenen MRT-Auffälligkeiten lassen bisher keinen systematischen Zusammenhang zum Alter oder kognitiven Status erkennen. So besteht aufgrund des in der Routine erhobenen präoperativen MRT-Befundes noch keine Voraussagemöglichkeit über die spätere kognitive oder audiologische Entwicklung nach einer CI-Versorgung.**

### FAZIT

Ältere Patienten profitieren ähnlich wie jüngere Patienten von einer CI-Versorgung. Im höheren Lebensalter (> 76 Jahre) verlangsamt sich die auditive und kognitive Lernkurve. In der therapeutischen Arbeit mit älteren Senioren sind kombinierte therapeutische Maßnahmen für CI-Patienten nötig, die auditive und kognitive Prozesse gemeinsam trainieren. Präoperative Voraussagen über die spätere kognitive oder audiologische Entwicklung nach einer CI-Versorgung sind anhand der konventionellen, präoperativen MRT-Aufnahmen nicht möglich. Sensitivere MRT-Untersuchungen an älteren Probanden sind nötig, um mögliche Zusammenhänge zwischen Bildgebung, Kognition und Audition aufdecken zu können.

### Schlüsselwörter

Cochlea-Implantat, Alter, kognitive Fähigkeiten, MRT, Sprachtestergebnisse

### Interessenkonflikt

Die Autorinnen geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

### Autorinnen/Autoren



#### Dr. Angelika Illg<sup>1</sup>

Dr. rer. biol. hum., Audiologie-Phoniatric-Assistentin, Diplom-Medizinpädagogin, seit 1995 leitende Therapeutin des Deutschen Hörzentrums Hannover (DHZ) der Medizinischen Hochschule Hannover (Prof. Dr. med. Thomas Lenarz), 2000 Promotion.



#### Anke Lesinski-Schiedat<sup>1</sup>

Prof. Dr. med., Fachärztin HNO, seit 2003 Ärztliche Leiterin des Deutschen Hörzentrums Hannover (DHZ) der Medizinischen Hochschule Hannover (Prof. Dr. med. Thomas Lenarz).



#### Eva Bültmann<sup>2</sup>

Dr. med., Fachärztin für Diagnostische Radiologie, Schwerpunkt: Neuroradiologie (2005), seit 2007 Oberärztin im Institut für Diagnostische und Interventionelle Neuroradiologie der Medizinischen Hochschule Hannover

(Prof. Dr. H. Lanfermann).

### Institute

- 1 Medizinische Hochschule Hannover, Klinik und Poliklinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde, Direktor: Prof. Prof. h.c. Dr. med. Th. Lenarz
- 2 Medizinische Hochschule Hannover, Institut für Diagnostische und Interventionelle Neuroradiologie, Direktor: Prof. Dr. H. Lanfermann

### Korrespondenzadresse

Dr. Angelika Illg  
Medizinische Hochschule Hannover  
HNO-Abteilung; Deutsches Hörzentrum Hannover  
Karl-Wiechert-Allee 3  
30625 Hannover  
E-Mail: illg@hoerzentrum-hannover.de

## Literatur

---

- [1] World Health Organization. Active ageing: a policy framework. A contribution of the World Health Organization to the Second United Nations World Assembly on Ageing. Madrid: 2002: [http://whqlibdoc.who.int/hq/2002/WHO\\_NMH\\_NPH\\_02.8.pdf](http://whqlibdoc.who.int/hq/2002/WHO_NMH_NPH_02.8.pdf)
- [2] Statistisches Bundesamt. [www.destatis.de](http://www.destatis.de)
- [3] Battmer RD, Cochard N, Huarte A et al. Basic standards of CI care in Europe and beyond. *Cochlear Implants Int* 2011; 12 (Suppl. 01): 114–117
- [4] Hochmair-Desoyer I, Schulz E, Moser L et al. The HSM sentence test as a tool for evaluating the speech understanding in noise of cochlear implant users. *Am J Otol Suppl* 1997; 18: 83
- [5] Lin FR, Metter EJ, O'Brien RJ et al. Hearing loss and incident dementia. *Arch Neurol* 2011; 68: 214–220
- [6] Gallacher J, Ilubaera C, Ben-Shlomo Y et al. Auditory threshold, phonologic demand, and incident dementia. *Neurology* 2012; 79: 1583–1590
- [7] Peelle JE, Troiani V, Grossmann M et al. Hearing loss in older adults effects neural systems supporting speech comprehension. *J Neurosci* 2011; 31: 12638–12643
- [8] Lin FR, Ferrucci L, An Y et al. Association of hearing impairment with brain volume changes in older adults. *Neuroimage* 2014; 90: 84–92
- [9] Cosetti MK, Lalwani AK. Is cochlear Implantation Safe and Effective in Elderly? *The Laryngoscope* 2014; 125: 1279–1281
- [10] Williamson RA, Pytynia K, Oghalai JS et al. Auditory performance after cochlear implantation in late septuagenarians and octogenarians. *Otol Neurotol* 2009; 30: 298–301
- [11] Lenarz M, Sönmez H, Joseph G et al. Cochlear implant performance in geriatric patients. *Laryngoscope* 2012; 122: 1361–1365
- [12] Mosnier I, Bebear JP, Marx M et al. Improvement of Cognitive Function After Cochlear Implantation in Elderly Patients. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg* 2015; 141: 442–450
- [13] Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR. "Mini-mental state". A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res* 1975; 12: 189–198
- [14] Herzog M, Schön F, Müller J et al. Long term results after cochlear implantation in elderly patients. *Laryngo Rhino Otologie* 2003; 82: 490–493
- [15] Buechner A, Dybala KH, Hehrmann P et al. Advanced Beamformers for Cochlear Implant Users: Acute Measurement of Speech Perception in Challenging Listening Conditions. *PLoS One* 2014; 9: e95542. doi: 10.1371/journal.pone.0095542
- [16] Steffens T, Müller-Deile J, Kiessling J. Auch im Alter noch gut verstehen mit Cochlea-Implantaten. *Sprachverstehen bei altersbedingter Schwerhörigkeit. HNO-Nachrichten* 2013; 43: 17–22
- [17] Grube D. Arbeitsgedächtnis und Zeitverarbeitung im Alter. *Pädagogische Psychologie und Entwicklungspsychologie. Band 10. Münster: Waxmann; 1999: 1–160*
- [18] Ptok M, Zehnhoff-Dinnesen A, Nickisch A. Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen – Definition. *Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie. HNO* 2010; 58: 617–620
- [19] Pichora-Fuller MK, Levitt H. Speech comprehension training and auditory and cognitive processing in older adults. *American Journal of Audiology* 2012; 21: 351–357
- [20] Wong PCM, Ettliger M, Sheppard JP et al. Neuroanatomical characteristics and speech perception in noise in older adults. *Ear Hear* 2010; 31: 471–479

## Bibliografie

---

DOI <https://doi.org/10.1055/s-0043-118194>  
Sprache · Stimme · Gehör 2018; 42: 24–29  
© Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York  
ISSN 0342-0477