



Das maximale Einsilberverstehen als Prädiktor für das Sprachverstehen mit Cochleaimplantat

Hintergrund

Die Cochleaimplantation ist eine etablierte Therapie zur Behandlung von Patienten mit hochgradiger, höchstgradiger oder an Taubheit grenzender Schallempfindungsschwerhörigkeit [20]. In den ersten Jahren der Versorgung mit einem Cochleaimplantat (CI) wurden nur Patienten mit funktioneller Taubheit ohne Sprachverstehen mit schallverstärkenden Hörgeräten als CI-Kandidaten in Erwägung gezogen. In den letzten beiden Dekaden wurden die audiometrischen Indikationskriterien deutlich erweitert [4, 11]. So kommen heute für die CI-Versorgung Patienten in Betracht, die noch über substanzielles Restgehör auf der CI-Seite verfügen. Bezüglich der Gegenseite werden heute Schwerhörige mit allen Graden asymmetrischen Hörverlusts bis hin zur Normalhörigkeit erfolgreich mit CI versorgt [1, 16, 20]. Gründe hierfür waren die kontinuierliche Verbesserung der CI-Versorgung im Bereich der Chirurgie [19, 20], der Technologie [2, 7, 8, 17, 28] und der Rehabilitation [26, 29]. Auch wurden zunehmend Patienten mit substanziellem präoperativem Gehör auf der zu versorgenden Seite für eine Cochleaimplantation in Betracht gezogen [27]. Besonders für diese Patientengruppe ist eine individuelle Prognose des postoperativen Sprachverstehens unter Berücksichtigung der präoperativen Befunde von hoher klinischer Relevanz, da die CI-Insertion das Restgehör deutlich beeinträchtigen kann [19, 20]. In verschiedenen Arbeiten wurden die Einflussfaktoren auf das

postoperative Sprachverstehen für größere Patientengruppen untersucht [2, 8, 18, 29].

So berichten Blamey et al. [2] über 2251 Patienten und identifizierten 5 Faktoren, welche das Sprachverstehen diversifizierend beeinflussen: Die Dauer der hochgradigen Schwerhörigkeit bzw. Taubheit, das Alter bei CI-Versorgung, das Alter bei Einsetzen der hochgradigen Schwerhörigkeit sowie Ätiologie und CI-Erfahrung. Auf die Beziehung zwischen prä- und postoperativem Sprachverstehen wurde nicht eingegangen. Dies war vermutlich dem Studiendesign der multizentrisch und multilingual angelegten Studie geschuldet, wodurch keine vergleichende Auswertung des Sprachverstehens vor und nach der CI-Versorgung möglich war. Die nähere Betrachtung der Daten weist auf eine weitere Einschränkung hin: Nur ein kleiner Teil der Patienten weist ein präoperatives Einsilberverstehen von mehr als 0 % auf.

Holden et al. [8] fanden in einer Untersuchung von 114 Patienten einen Zusammenhang zwischen präoperativem Satzverstehen und dem postoperativen Einsilberverstehen. Jedoch, wie auch bei Blamey et al. [2], war das präoperative Sprachverstehen (hier Sätze) eher niedrig, die Mehrzahl der Patienten zeigte Werte von oder nahe 0 % bei einem Mittelwert von $16,4\% \pm 18\%$. In einer multizentrischen Studie verglichen Gifford et al. [4] das präoperative Einsilberverstehen (Konsonant – Kernvokal – Konsonant, „consonant – nucleus vowel – consonant“, CNC) in der bestversorgten Situation gegen das postoperative

Ergebnis, nur mit CI und, wenn möglich, in der bimodalen Kondition in einer Gruppe von 22 Patienten. Ihre Ergebnisse, zusammen mit denen von Holden et al. [8], legen nahe, dass ein höheres präoperatives Sprachverstehen mit besseren postoperativen Ergebnissen einhergeht. Diese Hypothese wird auch von anderen Studien unterstützt [3, 14, 18].

Präoperatives Sprachverstehen

Im Rahmen der Hörgeräte- und CI-Evaluation werden im deutschsprachigen Raum vor allem Einsilber- und Satztests eingesetzt [15]. Eine besondere Rolle spielt der Freiburger Einsilbertest, der sowohl über Kopfhörer im standardisierten Sprachaudiogramm gemessen wird als auch im freien Schallfeld mit einer Hörgeräte- oder CI-Versorgung. Dadurch erhält man nicht nur Informationen über die Sprachverständlichkeit bei Umgangssprachpegeln, sondern auch bei Pegeln nahe der Unbehaglichkeitsschwelle [15, 25].

Im Rahmen einer präoperativen CI-Diagnostik werden u. a. 2 sprachaudiometrische Größen erhoben: Das Einsilberverstehen bei einem Umgangssprachpegel von $65 \text{ dB}_{\text{SPL}}$ mit Hörgeräten, $\text{EV}_{65}(\text{HG})$, und das maximale Einsilberverstehen (mEV). Letzteres wird als Teil der Diskriminationsfunktion für Einsilber über Kopfhörer (Luftleitung) gemessen. Der zur Erreichung des mEV notwendige Präsentationspegel variiert interindividuell, insbesondere für höhere Grade der Schwerhörigkeit finden

Tab. 1 Patientengruppen mit zugehörigen statistischen Kenngrößen für Alter, mEV und EV₆₅(HG)

		Gruppe 1 n = 121	Gruppe 2 n = 126	Gruppe 3 n = 37
Alter bei Implantation (Jahre)	Minimum	19	21	22
	1. Quartil	45	53	45
	Median	61	65	64
	3. Quartil	70	72	72
	Maximum	85	92	78
mEV (%)	Minimum	0	5	55
	1. Quartil	0	15	60
	Median	0	25	70
	3. Quartil	0	35	75
	Maximum	0	50	90
Präoperatives Einsilberverstehen EV ₆₅ (HG) (%)	Minimum	0	0	0
	1. Quartil	0	0	0
	Median	0	0	15
	3. Quartil	0	15	35
	Maximum	25 ^a	50	55

mEV maximales Einsilberverstehen, EV₆₅(HG) Einsilberverstehen mit Hörgerät bei 65 dB_{SPL}

^aEin Patient mit EV₆₅(HG) = 25% und mEV = 0%, alle anderen Patienten in Gruppe 1 wiesen ein EV₆₅(HG) = 0% auf

Tab. 2 Audiometrische Daten für die 7 Patienten, deren Sprachverstehen mit CI bei 65 dB_{SPL} unterhalb des präoperativen maximalen Einsilberverstehens lag

Alter (Jahre)	4FPTA (dB)	mEV (%)	Pegel (dB)	EV ₆₅ (HG) (%)	EV ₆₅ (CI) (%)	EV ₆₅ (CI)–mEV (Prozentpunkte)
65	88	90	120	0	75	-15 ^a
77	71	65	110	0	55	-10 ^a
76	74	70	110	0	60	-10 ^a
68	83	55	110	30	47,5	-7,5
74	76	75	110	0	70	-5
78	83	70	110	35	65	-5
64	82	35	110	15	32,5	-2,5

4FPTA „four frequency pure tone average“, über 4 Frequenzen gemittelter Hörverlust in der Reintonaudiometrie; mEV maximales Einsilberverstehen; EV₆₅(CI) Einsilberverstehen mit Cochleaimplantat bei 65 dB_{SPL}; EV₆₅(HG) Einsilberverstehen mit Hörgerät bei 65 dB_{SPL}

^asignifikante Unterschiede nach Holube et al. [9]

sich hier Werte nahe der Unbehaglichkeitsschwelle [5].

In Zusammenschau mit dem Tonaudiogramm ermöglicht das mEV eine orientierende individuelle Beurteilung des mit akustischer Verstärkung maximal erreichbaren Sprachverstehens [10, 24]. In der Regel liegt das individuelle mEV über dem EV₆₅ [12, 13]. Halpin und Rauch [6] diskutierten das mEV im Zusammenhang mit der informationstragenden Kapazität („information carrying capacity“, ICC) des auditorischen Systems. Als Konsequenz kann

das mEV als ein Schätzwert für die ICC betrachtet werden. Halpin und Rauch [6] stellten heraus, dass ähnliche Reintonaudiogramme zu unterschiedlichen Sprachverstehensleistungen führen können. Das Reintonaudiogramm erfasst die Abschwächungskomponente des Hörverlusts; andere potenzielle Auswirkungen einer cochleären Hörstörung wie reduzierte zeitliche oder spektrale Auflösung werden darin nicht abgebildet. In Ergänzung zum Reintonaudiogramm erfasst das mEV implizit den Einfluss der reduzierten zeitlichen und spektralen

Auflösung des gesamten auditorischen Systems auf das Sprachverstehen.

In aktuellen Untersuchungen [10, 11, 15, 21–23] von Hörgerätenutzern findet sich ein beträchtlicher Anteil von Nutzern, sogar mit mittelgradigem Hörverlust, die nicht in der Lage sind, ihre als mEV gemessene ICC in Sprachverstehen mit Hörgeräten bei Umgangssprachpegeln umzusetzen. Diese Diskrepanz ist zumindest bei Nutzern mit einer höhergradigen Schwerhörigkeit erklärbar: Das mEV wird nahe der Unbehaglichkeitsschwelle gemessen [10]. Der noch nutzbare, jedoch unzureichende Dynamikbereich [30] dieser Hörgeräträger und die Intoleranz gegenüber der notwendigen hohen akustischen Verstärkung begrenzt den potenziellen Nutzen der Hörgeräteversorgung in diesen Fällen.

Ziel der retrospektiven Studie war es, das Sprachverstehen nach CI-Versorgung in Patienten mit substanzieller ICC, also einem mEV oberhalb 0%, zu untersuchen. Hierfür wurden die postoperativen Sprachverstehensleistungen von Patienten mit unterschiedlichem präoperativem Einsilberverstehen verglichen. Darüber hinaus wurde der prognostische Wert des mEV für das postoperative Einsilberverstehen ermittelt.

Methoden

Patienten

Im Rahmen der Studie wurden die Patientenakten von 550 Patienten retrospektiv ausgewertet, die in der Hals-, Nasen-, Ohrenklinik, Kopf- und Halschirurgie des Universitätsklinikums Erlangen zwischen Januar 2010 und Juni 2014 mit einem Nucleus-CI (Cochlear Ltd, Sydney, Australien) versorgt wurden. Nach Ausschluss pädiatrischer Fälle verblieben 312 Patienten. Diese Patienten erhielten Implantate mit gleichem perimodiolarem Elektrodenträger und unterschiedlicher Receiver-Stimulator-Komponente bei ansonsten gleicher Funktion, Nucleus CI24RE(CA), n = 208, und Nucleus CI512, n = 104. Die Insertion erfolgte bei n = 81 durch eine Cochleostomie, bei n = 41 über eine Rundfensterinsertion und bei n = 190 über eine erweiterte

Rundfensterinsertion. Die regelrechte Elektrodenlage wurde über eine postoperative Bildgebungsuntersuchung mit Röntgenaufnahme oder Computertomographie (CT) verifiziert.

Von diesen 312 Erwachsenen wurden weitere 28 von der Auswertung aufgrund medizinischer und anderer Gründe ausgeschlossen. Diese waren im Einzelnen:

- prälinguale Ertaubung (11),
- von Deutsch abweichende Muttersprache (8),
- Wechsel der Nachsorgeeinrichtung (2),
- Meningeom (1),
- unvollständige Insertion (3),
- „tip fold-over“ (1),
- schwere geistige Behinderung (1) sowie
- nicht vorhandene Hörgeräteerfahrung aufgrund einer Gehörgangsatresie (1).

Von den 284 ausgewerteten Fällen handelte es sich bei $n=88$ Fällen (also $n=44$ Patienten) um eine bilaterale Versorgung. Für die Auswertungen wurden ausschließlich monaurale Messungen verwendet.

Die Fälle wurden hinsichtlich ihres präoperativen mEV in 3 Gruppen eingeteilt: In Gruppe 1 sind alle Fälle mit einem mEV von 0 % zusammengefasst. Gruppe 2 setzt sich aus Fällen mit einem mEV oberhalb 0 % bis einschließlich 50 % zusammen und Gruppe 3 aus solchen mit einem mEV oberhalb 50 %. Die **Tab. 1** enthält die statistischen Kenndaten für das Patientenalter und die präoperativen Befunde des Sprachverstehens.

Präoperative Sprachaudiometrie

Neben dem mit Kopfhörer gemessenen mEV wurde das monaurale Einsilberverstehen mit Hörgerät bei 65 dB_{SPL}, EV₆₅(HG), ausgewertet. Das EV₆₅(HG) wurde im Freifeld in einer schallisolierten Kabine (6×6 m) gemessen. Die Lautsprecher wurden 1,5 m vor dem Patienten (0°Azimuth) platziert. Das kontralaterale Ohr wurde, sofern nötig, regelrecht mit Breitbandrauschen über Kopfhörer (DT48, Fa. beyerdynamic, Heilbronn) maskiert.

HNO 2019 · 67:199–206 <https://doi.org/10.1007/s00106-018-0605-3>
© Der/die Autor(en) 2019

U. Hoppe · T. Hocke · A. Hast · H. Iro

Das maximale Einsilberverstehen als Prädiktor für das Sprachverstehen mit Cochleaimplantat

Zusammenfassung

Ziel der Arbeit. Ziel war die Untersuchung des Sprachverstehens von Trägern eines Cochleaimplantats (CI) mit präoperativ messbarem ipsilateralem Einsilberverstehen. Diese Ergebnisse sollen die individuelle Beratung von CI-Kandidaten unterstützen.

Material und Methoden. Es erfolgte die Analyse von prä- und postoperativen sprachaudiometrischen Größen wie dem maximalem Einsilberverstehen (mEV) sowie dem Einsilberverstehen bei einem Umgangssprachpegel von 65 dB_{SPL}, also bei einer üblichen Sprechlautstärke, mit Hörgerät einerseits und mit CI andererseits. Hierzu wurden die Daten von 284 erfahrenen erwachsenen CI-Trägern in Abhängigkeit von ihrem präoperativen mEV gruppiert und ausgewertet.

Ergebnisse. Das postoperative Einsilberverstehen übertraf das präoperative mEV in 96 % der Fälle. Im Median lag das postoperative

Einsilberverstehen bei 72,5 %. Die Gruppen mit präoperativem mEV über 0 % erreichten ein signifikant besseres Einsilberverstehen mit CI als die Gruppe mit mEV = 0 %. Die Verbesserung gegenüber dem präoperativen Einsilberverstehen mit Hörgerät lag im Median bei 65 Prozentpunkten, unabhängig von der Höhe des präoperativen Sprachverstehens.

Schlussfolgerung. Das präoperative mEV kann als untere Abschätzung für das Sprachverstehen mit CI interpretiert werden. Insbesondere für CI-Kandidaten mit präoperativem Sprachverstehen ist dieser Befund von hoher klinischer individueller Relevanz.

Schlüsselwörter

Cochleaimplantat · Sprachaudiometrie · Hörtests · Sprachverstehentests · Schwerhörigkeit

Maximum monosyllabic score as a predictor for cochlear implant outcome

Abstract

Objective. This study investigated the speech perception of cochlear implant (CI) recipients with measurable preoperative ipsilateral speech perception. These data should support improved individual counselling of CI candidates.

Materials and methods. Pre- and postoperative speech audiometric parameters were analyzed, including maximum score for phonemically balanced words (PB_{max}) and monosyllabic score at a normal conversational level of 65 dB_{SPL}, with hearing aids one hand and CI on the other. Data of 284 experienced adult CI wearers were grouped and evaluated in terms of preoperative PB_{max}.

Results. The preoperative PB_{max} was exceeded by the postoperative monosyllabic score in 96% of cases. The overall median

postoperative score was 72.5%. The groups with preoperative PB_{max} > 0% showed significantly better speech perception scores with CI than the group with PB_{max} = 0%. Median improvement compared to the preoperative monosyllabic score with hearing aids was 65 percentage points, independent of preoperative PB_{max}.

Conclusion. The preoperatively measured PB_{max} may be used as a predictor for the minimum speech perception obtained with CI. This is of high clinical relevance for CI candidates with a PB_{max} above zero.

Keywords

Cochlear implants · Speech audiometry · Hearing tests · Speech discrimination tests · Hearing loss

Alle CI-Kandidaten verfügten mindestens über eine 3-monatige Hörgeräteerfahrung. Die letzte Anpassung vor der präoperativen CI-Diagnostik lag nicht mehr als 3 Monate zurück. Vor den Messungen wurde die technische Überprüfung der Hörgeräte durch Hörakustiker

in der Klinik vorgenommen. Neben einer Sichtprüfung und Rückkopplungsprovokation wurde sichergestellt, dass die verwendeten Hörgerätetypen generell ausreichend Verstärkung für die jeweiligen Hörverluste ermöglichten. Bezüglich der Hörgeräteeinstellung wurde bei auffälli-

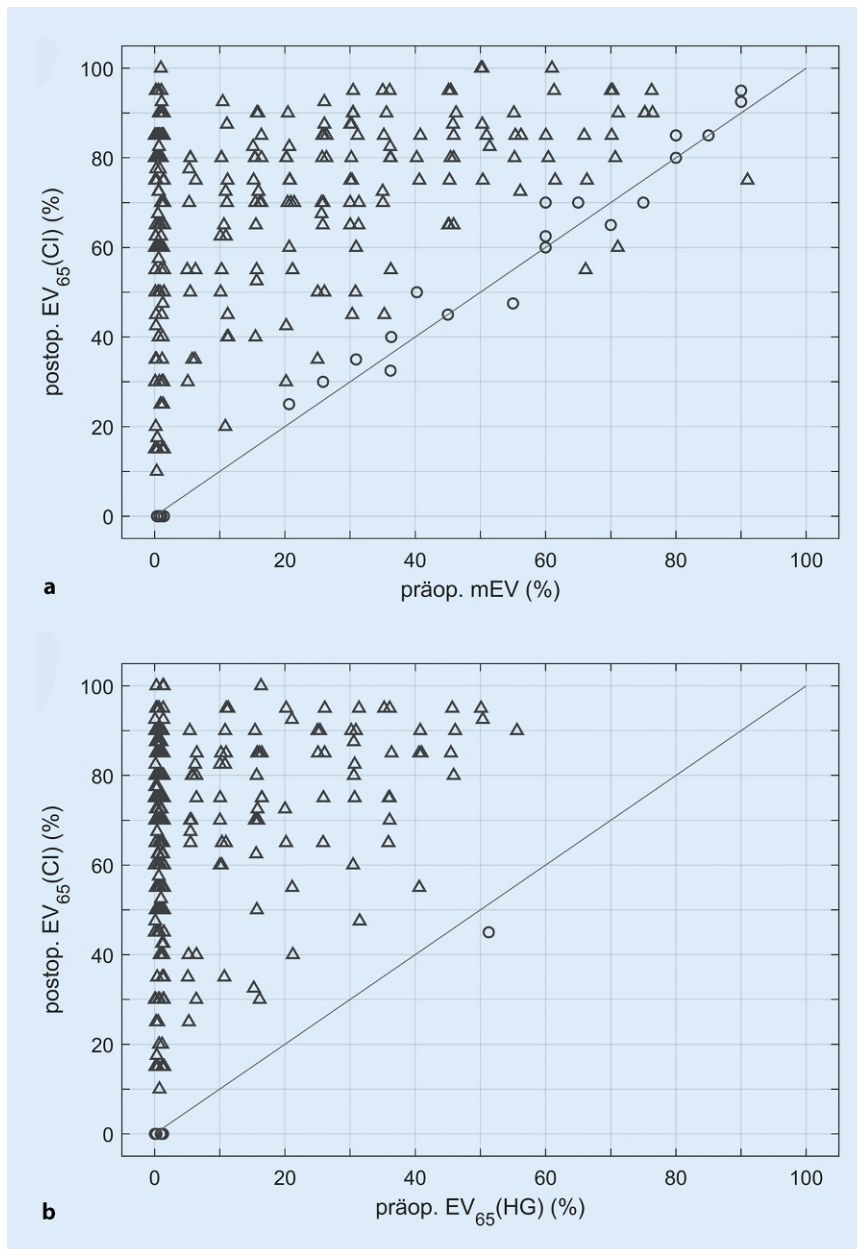


Abb. 1 ▲ Prä- und postoperatives Einsilberverstehen. **a** Mit Kopfhörern gemessenes präoperatives maximales Einsilberverstehen, mEV, des implantierten Ohrs und Einsilberverstehen mit Cochleaimplantat bei 65 dB_{SPL}, EV₆₅(CI), im Freifeld. **b** Präoperatives monaurales Einsilberverstehen mit Hörgerät bei 65 dB_{SPL}, EV₆₅(HG), im Freifeld und EV₆₅(CI). Postoperative Messungen nach 6 Monaten, *Dreiecke* signifikante Veränderungen, *Kreise* Fälle ohne signifikante Unterschiede zwischen den prä- und postoperativen Befunden

gen Ergebnissen mittels Kuppler- bzw. In-situ-Messungen sichergestellt, dass eine ausreichende Verstärkung geleistet wurde.

Postoperative Sprachaudiometrie

Das postoperative Einsilberverstehen mit CI bei 65 dB_{SPL}, EV₆₅(CI), wurde 6 Monate nach Erstanpassung erhoben.

Hierfür wurde dieselbe Messanordnung wie für die Messung des präoperativen EV₆₅(HG), einschließlich der Maskierung der kontralateralen Seite, genutzt.

Datenanalyse

Zur Erstellung der Abbildungen und zur Berechnung wurde MathWorks™ Matlab® Software R2013a (Fa. Math-

Works, Natick/MA, USA) genutzt. Da keine Normalverteilung der Sprachverstehenswerte vorlag, wie der Shapiro-Wilk-Test ergab ($p < 10^{-6}$), wurde eine nichtparametrische Analyse durchgeführt. Gruppenvergleiche erfolgten über den Kruskal-Wallis-Test und eine Post-hoc-Analyse. Individuelle Prä-post-Vergleiche des Einsilberverstehens erfolgten unter Berücksichtigung der Konfidenzintervalle von Holube et al. [9]. Für die Korrelationsanalyse wurde der Spearman-Rangkoeffizient ermittelt.

Ergebnisse

Die Streudiagramme in **Abb. 1a, b** zeigen den Zusammenhang zwischen dem postoperativen EV₆₅(CI) (y-Achse) und dem präoperativen mEV (**Abb. 1a**) bzw. EV₆₅(HG) (**Abb. 1b**). Punkte oberhalb der Winkelhalbierenden in den Diagrammen repräsentieren höhere postoperative Messwerte, Punkte unterhalb dieser Geraden stellen geringere postoperative Ergebnisse dar. Die Messwerte in **Abb. 1a** decken den gesamten Bereich oberhalb der Winkelhalbierenden ab. Die dreieckigen Symbole stehen für signifikante individuelle Unterschiede [9]. Eine Korrelationsanalyse des mEV mit dem postoperativen Einsilberverstehen wurde für die Patienten der Gruppe 2 und 3 durchgeführt. Der Rangkorrelationskoeffizient liegt bei $r = 0,39$ mit $p = 3,4 \cdot 10^{-7}$. Die Mehrheit, 156 (96%) von 163 CI-Trägern der Gruppen 2 und 3 mit einem mEV > 0%, erzielt ein postoperatives EV₆₅(CI) gleich oder oberhalb ihres jeweiligen mEV. Allerdings erreichen 7 Patienten nicht ihr mEV. Ihre audiometrischen Befunde sind in **Tab. 2** dargestellt. Für diese Patienten ist jedoch eine Verbesserung des Sprachverstehens bei 65 dB_{SPL} mit dem CI gegenüber dem Hörgerät zu beobachten.

Das in **Abb. 1b** dargestellte Streudiagramm, EV₆₅(HG) gegen EV₆₅(CI), zeigt, dass in 98 % der Fälle die Punkte oberhalb der Winkelhalbierenden liegen, also eine Verbesserung des Einsilberverstehens für Umgangssprachpegel nach 6 Monaten CI-Erfahrung vorliegt.

In **Abb. 2a** ist die Verteilung der EV₆₅(CI) als Boxplots für die Patienten der 3 Gruppen getrennt dargestellt. Das

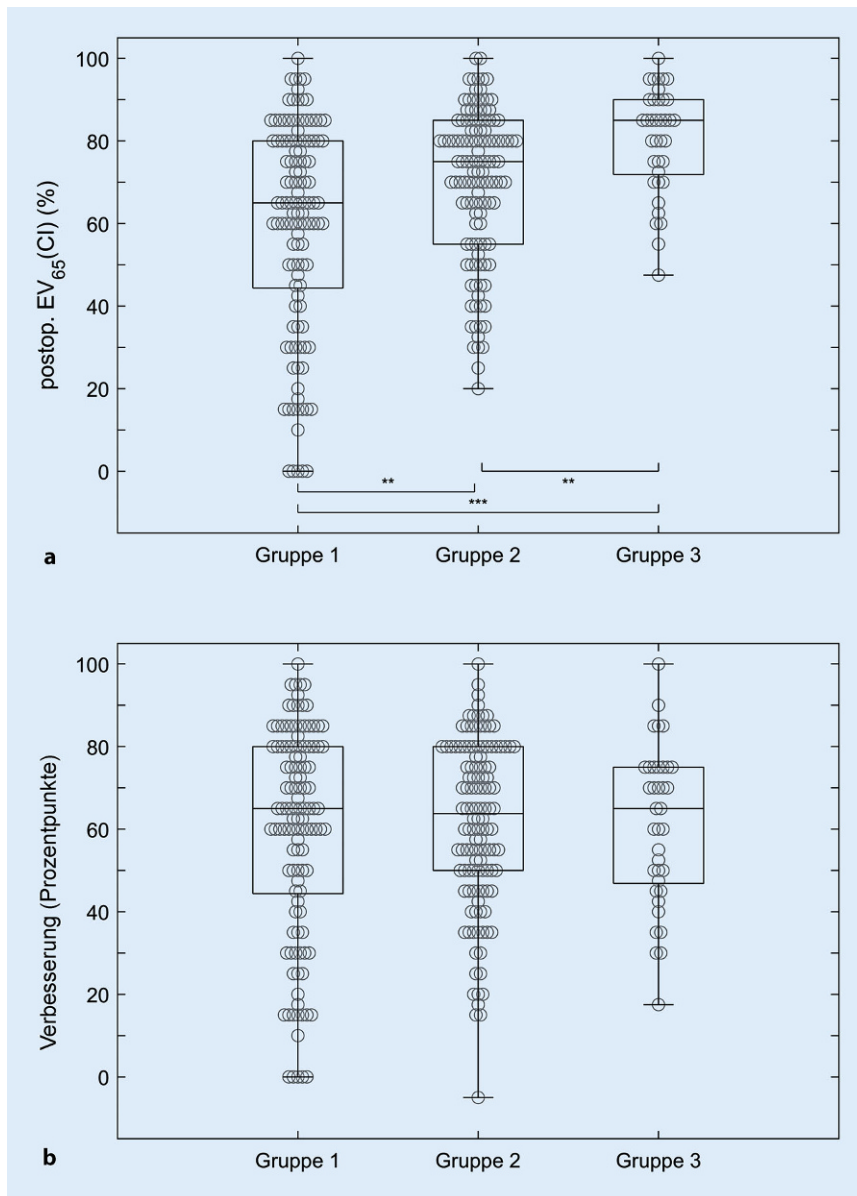


Abb. 2 ▲ Boxplots der postoperativen Sprachverstehensleistungen für die 3 Gruppen. **a** Einsilberverstehen mit Cochleaimplantat bei 65 dB_{SPL}, EV₆₅(CI), im Freifeld. **b** Verbesserung, d. h. Differenz zwischen dem präoperativen monauralen Einsilberverstehen mit Hörgerät bei 65 dB_{SPL}, EV₆₅(HG), und dem EV₆₅(CI), EV₆₅(CI)–EV₆₅(HG). Boxplots Median, 1. und 3. Quartil sowie Minimum und Maximum. Sterne In der Post-hoc-Analyse festgestellte Signifikanzniveaus, $p < 0,05$ (*), $p < 0,01$ (**) und $p < 0,001$ (***)

mediane EV₆₅(CI) liegt bei jeweils 65 %, 75 % und 85 % für die Gruppen 1, 2 und 3. Der Kruskal-Wallis-Test zeigt signifikante Unterschiede für das EV₆₅(CI) der 3 Gruppen ($H(2) = 26,2$; $p < 0,001$). Die paarweise durchgeführten Post-hoc-Vergleiche mit korrigierten p -Werten zeigen, dass die Mediane der postoperativen EV₆₅(CI) sich jeweils unterscheiden ($p < 0,01$). In **Abb. 2b** ist die Veränderung (post – prä) für das Einsilberverstehen bei 65 dB_{SPL} dargestellt. Die

Analyse dieser Differenzen für die Gruppen zeigt keine statistisch signifikanten Unterschiede ($H(2) = 0,105$; $p = 0,95$) für die Mediane. Das heißt, unabhängig vom präoperativen mEV erfahren alle Patienten eine vergleichbare Verbesserung von 65 Prozentpunkten bei Umgangssprachpegeln.

Die Histogramme in **Abb. 3** stellen das postoperative Einsilberverstehen mit CI für die Gruppen 1 bis 3 dar (**Abb. 3b–d**). Hier wird deutlich, dass

die Verteilungsform für die 3 Gruppen unterschiedlich ist. Für Gruppe 1 ist die Verteilung zweigipflig (**Abb. 3b**). Die **Abb. 3a** zeigt Daten aus Holden et al. [8] für den CNC-Score von 114 postlingual ertaubten Erwachsenen, gemessen 24 Monate postoperativ bei 60 dB_{SPL}. Offensichtlich ist die Verteilung der Sprachverstehenswerte von Holden et al. (**Abb. 3a**) am ehesten mit denen der Gruppe 1 (**Abb. 3b**) zu vergleichen.

Diskussion

Zur Unterstützung der audiologischen Indikationsstellung und des individuellen Beratungsprozesses von CI-Kandidaten wurde der prognostische Wert des präoperativ gemessenen maximalen Einsilberverstehens untersucht. Bei CI-Trägern der Gruppen 2 und 3 mit einem präoperativen mEV > 0 % besteht ein signifikant höheres Einsilberverstehen mit CI als bei denen der Gruppe 1 mit mEV = 0 %. Für Patienten mit mEV > 0 % korreliert das mit CI erreichte Einsilberverstehen signifikant mit dem präoperativ gemessenen mEV. Diese Korrelation bestätigt die Interpretation des mEV als Maßzahl für die „information carrying capacity“ (ICC) [6]. Die ICC ist begrenzt durch sensorische und neurale Pathologien. Da das mEV weit überschwellig gemessen wird, spiegelt es mehr als andere audiometrische Größen die neurale Verarbeitungskapazität wider. Für 96 % der Fälle mit einem mEV > 0 wurde postoperativ ein Einsilberverstehen EV₆₅(CI) gleich oder oberhalb des präoperativen mEV festgestellt. Daher kann das präoperative mEV als unterer Grenzwert (Minimumprädiktor) für das nach 6 Monaten erzielbare Sprachverstehen mit CI interpretiert werden.

Abschätzung des CI-Sprachverstehens

Für CI-Kandidaten mit noch vorhandenem Sprachverstehen besteht auch bei optimalen Bedingungen ein Restrisiko, ein postoperativ schlechteres Sprachverstehen zu entwickeln [19]. Daher ist die individuelle Prognose des postoperativen Sprachverstehens speziell für Patienten

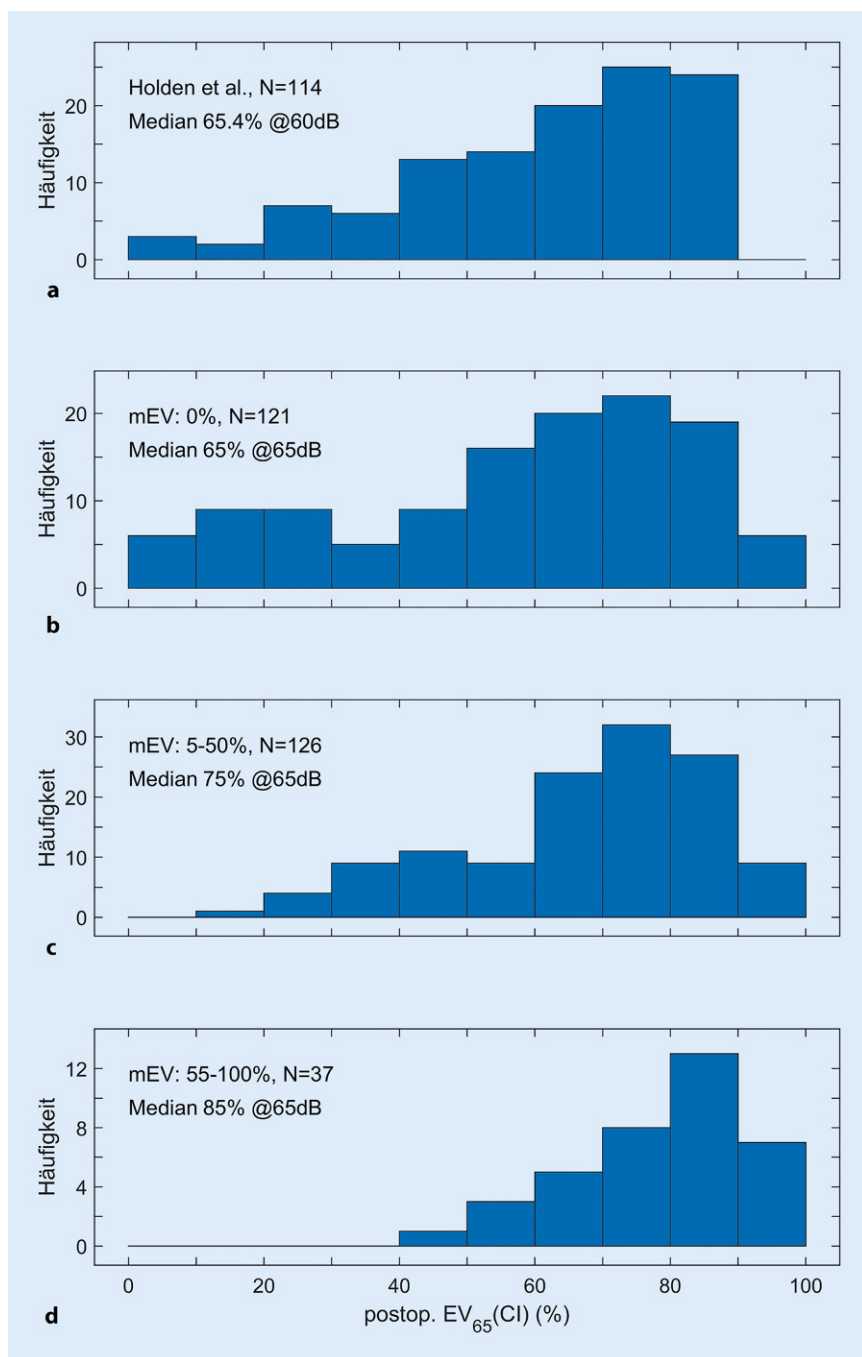


Abb. 3 ▲ Histogramm postoperativer Sprachverstehensleistungen. **a** Finale CNC-Scores aus einer an 114 Trägern eines Cochleaimplantats (CI) durchgeführten Studie von Holden et al. [8]. **b** Nach 6 Monaten postoperativ gemessene Werte für das Einsilberverstehen, EV₆₅(CI), für Patienten ohne präoperatives Einsilberverstehen (Tab. 1, Gruppe 1, maximales Einsilberverstehen: mEV = 0%). **c, d** Daten der CI-Träger mit präoperativem Einsilberverstehen (Tab. 1, Gruppen 2 und 3). **c** Histogramm Fälle mit mEV ≤ 50%, **d** Histogramm Fälle mit mEV > 50%

der Gruppen 2 und 3 von besonderer Bedeutung. Nahezu alle Patienten mit messbarem mEV übertrafen oder erreichten zumindest mit ihrem EV₆₅(CI) das präoperative mEV. Ein Vorteil des Bezugs auf das mEV und nicht auf das EV₆₅(HG) ist

die Verteilung der Daten: Von 60% der CI-Kandidaten wurde ein präoperatives mEV von >0% erreicht, hingegen erreichen nur 32% ein EV₆₅(HG) > 0%. Auch überstreicht das mEV einen Bereich von 0 bis 90% und ermöglicht somit eine dif-

ferenziertere Beschreibung der Sprachverstehensleistungen der Kandidaten als das EV₆₅(HG) mit einem Bereich von 0 bis 55%.

Patienten ohne präoperatives Einsilberverstehen

Konzeptbedingt kann das mEV als Minimumprädiktor für das postoperative Sprachverstehen in der Gruppe 1 (mEV = 0%) keine zusätzlichen Informationen liefern. Allerdings hat dieser Aspekt durch den Mangel an therapeutischen Alternativen für diese Gruppe auch wenig Einfluss auf die ärztliche Entscheidung.

Die postoperativen Sprachverstehensleistungen der Gruppe 1 zeigen eine sehr große Variabilität (Abb. 3b). Dieser Befund steht in Übereinstimmung mit den Ergebnissen anderer Arbeitsgruppen [2, 8, 17, 29]. Der detaillierte Vergleich mit den Daten von Holden et al. ([8; Abb. 3a, b) dieser Patientengruppe ohne präoperatives Sprachverstehen (mEV) zeigt trotz der abweichenden Untersuchungsbedingungen (6 vs. 24 Monate, 65 vs. 60 dB_{SPL}, Freiburger vs. CNC) eine vergleichbare Verteilung für das Einsilberverstehen mit CI. In der Gruppe 1 muss mit einem gewissen Anteil (etwa 4%) von Patienten gerechnet werden, welche im postoperativen Verlauf keine Einsilberdiskrimination entwickeln. Die Untersuchungen von Blamey et al. [2] und Holden et al. [8] lassen ähnliche Größenordnungen von 3–4% für diesen Anteil erkennen.

Patienten mit präoperativem Sprachverstehen

Das postoperative Sprachverstehen lag für die beiden Gruppen mit präoperativem Einsilberverstehen größer als null (mEV > 0%) signifikant höher als für die Gruppe 1. Daher unterstützen die vorliegenden Ergebnisse den aktuellen Trend hin zur Versorgung von Patienten mit substanziellem Sprachverstehen [20]. Der Gewinn im Sprachverstehen durch das CI ist für alle 3 Gruppen mit 65 Prozentpunkten gleich. Dies bedeutet, dass das Sprachverstehen mit CI umso besser ist, je besser das präoperativ messbare

maximale Einsilberverstehen war. Dies begründet a posteriori auch die CI-Ver-sorgung von Patienten mit einem hohen präoperativen mEV, insbesondere dann, wenn das maximale Einsilberverstehen weit oberhalb des mit Hörgeräten er-reichten Sprachverstehens bei Umgangs-pegeln liegt. Dies war für alle Patienten mit hohem mEV gegeben.

Sprachverstehen mit CI im langfristigen Verlauf

Auch wenn diese Studie sich nicht expli-zit mit dem postoperativen Zeitverlauf des EV₆₅(CI) auseinandersetzt, hat die-ser Aspekt Auswirkungen auf das Studi-endesign. So fanden Krüger et al. [17] bei aktuelleren CI-Systemen in der postope-rativen Kontrolle einen initial steileren Anstieg des EV₆₅(CI) über die Zeit, als er in älteren Studienpopulationen beob-achtet wurde. Auch zeigen die Daten von Holden et al. [8], dass 90 % des „finalen“ (nach 2 Jahren) Einsilberverstehens be-reits nach 6 Monaten erreicht werden. Aus diesem Grund wurde das EV₆₅(CI) nach 6 Monaten mit dem mEV korre-liert, um die Variabilität weiter zu mini-mieren. Zukünftige Studien könnten den Einfluss der Rehabilitation, Motivation, Kommunikationsumgebung und zusätz-licher Rehabilitationsmaßnahmen analysieren [26, 29]. Die genannten Variablen sind in der klinischen Routine für große Patientengruppen schwer zu kontrollie-ren und wurden in dieser Studie nicht berücksichtigt.

Aus dieser methodischen Überle-gung heraus ergibt sich ein weiterer Aspekt, welcher die Bedeutung des mEV als Minimumprädiktor stärkt, nämlich dass die Sprachverstehensleistungen im langfristigen postoperativen Verlauf zu-nehmen können. Diesen Aspekt berührt der einzige Fall (■ **Abb. 1b**), bei dem das postoperative EV₆₅(CI) niedriger (5 Pro-zentpunkte) war als das präoperative EV₆₅(HG). Hier wurde nach 12 Mona-ten ein EV₆₅(CI) von 80 % erreicht. Die Inzidenz solcher Fälle [19] unterstreicht den Bedarf für einen konservativen Minimumprädiktor.

Fazit für die Praxis

- Das mEV ist eine nützliche audio-metrische Messgröße, welche die *individuelle* CI-Beratung und Indika-tionsstellung substanziell unterstüt-zen kann.
- Das präoperativ mit Kopfhörern gemessene maximale Einsilberver-stehen, mEV, kann mit 96%iger Sicherheit als individueller Prädiktor für die nach Cochleaimplantation zu erwartende minimale Sprach-verstehensleistung herangezogen werden.
- Höhere präoperative Sprachverste-hensleistungen führen zu besserem Sprachverstehen mit CI.
- In der Patientengruppe mit präope-rativem Einsilberverstehen >0% weisen alle Patienten auch postope-rativ mit CI ein Einsilberverstehen auf.
- Die Verbesserung durch die CI-Versorgung liegt im Median bei 65 Prozentpunkten.

Korrespondenzadresse

Prof. Dr.-Ing. Dr. rer. med. U. Hoppe
Hals-, Nasen-, Ohrenklinik, Kopf- und Halschirurgie, Universitätsklinikum Erlangen
Waldstr. 1, 91054 Erlangen, Deutschland
ulrich.hoppe@uk-erlangen.de

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. T. Hocke ist für Fa. Cochlear Deutschland GmbH & Co. KG tätig. Die Studie wurde von Cochlear Research and Development Ltd. unter-stützt. U. Hoppe, A. Hast und H. Iro geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Alle beschriebenen Untersuchungen am Menschen wurden mit Zustimmung (162_17 BC) der zuständi-gen Ethik-Kommission, im Einklang mit nationalem Recht sowie gemäß der Deklaration von Helsinki von 1975 (in der aktuellen, überarbeiteten Fassung) durch-geführt. Von allen beteiligten Patienten liegt eine Einverständniserklärung vor.

Open Access. Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfäl-tigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Com-mons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Literatur

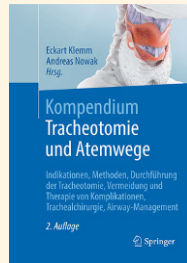
1. Arndt S, Aschendorff A, Laszig R et al (2011) Comparison of pseudobinaural hearing to real binaural hearing rehabilitation after cochlear implantation in patients with unilateral deafness and tinnitus. *Otol Neurotol* 32:39–47
2. Blamey PJ, Artieres F, Baskent D et al (2013) Factors affecting auditory performance of postlinguistically deaf adults using cochlear implants: an update with 2251 patients. *Audiol Neurotol* 18:36–47
3. Dowell RC (2013) Evidence about the effectiveness of cochlear implants for adults. In: Wong L, Hickson L (Hrsg) Evidence-based practice in audiology. Plural Publishing, San Diego, S 141–165
4. Gifford RH, Dorman MF, Shalloo JK, Sydlowski SA (2010) Evidence for the expansion of adult cochlear implant candidacy. *Ear Hear* 31:186–194
5. Guthrie LA, Mackersie CL (2009) A comparison of presentation levels to maximize word recognition scores. *J Am Acad Audiol* 20:381–390
6. Halpin C, Rauch S (2009) Clinical implications of a damaged cochlea: pure tone thresholds vs information-carrying capacity. *Otolaryngol Head Neck Surg* 140:473–476
7. Hey M, Hocke T, Mauger S, Muller-Deile J (2016) A clinical assessment of cochlear implant recipient performance: implications for individualized map settings in specific environments. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 273:4011–4020
8. Holden LK, Finley CC, Firszt JB, Holden TA, Brenner C et al (2013) Factors affecting open-set word recognition in adults with cochlear implants. *Ear Hear* 34:342–360
9. Holube I, Winkler A, Nolte-Holube R (2018) Model-ling the reliability of the Freiburg monosyllabic test in quiet with the Poisson binomial distribution. *Z Audiol* 57:6–17
10. Hoppe U, Hast A, Hocke T (2014) Sprachverstehen mit Hörgeräten in Abhängigkeit vom Tongehör. *HNO* 62:443–448
11. Hoppe U, Hast A, Hocke T (2015) Audiometry-based screening procedure for cochlear implant candidacy. *Otol Neurotol* 36:1001–1005
12. Hoppe U (2016) Hörgeräteerfolgskontrolle mit dem Freiburger Einsilbertest. *HNO* 64:589–594
13. Hoppe U, Hocke T, Müller A, Hast A (2016) Speech perception and information-carrying capacity for hearing aid users of different ages. *Audiol Neurotol* 21(Supplement 1):16–20
14. Hoppe U, Hocke T, Hast A, Hornung J (2017) Langzeitergebnisse eines Screeningverfahrens für erwachsene Cochlea-Implantat-Kandidaten. *Laryngorhinootologie* 96:234–238
15. Hoppe U, Hast A (2017) Sprachaudiometrie bei der Indikation von Hörhilfen und Hörimplantaten. *HNO* 65:195–202
16. Hoppe U, Hocke T, Digeser F (2018) Bimodal benefit for cochlear implant listeners with different grades of hearing loss in the opposite ear. *Acta Otolaryngol* 138:713–721
17. Krüger B, Joseph G, Rost U et al (2008) Performance groups in adult cochlear implant users: speech perception results from 1984 until today. *Otol Neurotol* 29:509–512
18. Lazard DS, Vincent C, Venail F et al (2012) Pre-, per- and postoperative factors affecting performance of postlinguistically deaf adults using cochlear implants: a new conceptual model over time. *PLoS ONE* 7:e48739
19. Lenarz T, Stover T, Büchner A et al (2009) Hearing conservation surgery using the hybrid-I electrode. Results from the first clinical trial at the medical university of Hanover. *Audiol Neurotol* 14:22–31

20. Lenarz T (2017) Cochlear implant—state of the art. *Gms Curr Top Otorhinolaryngol Head Neck Surg.* <https://doi.org/10.3205/cto000143> (eCollection2017)
21. McRackan TR, Ahlstrom JB, Clinkscales WB et al (2016) Clinical implications of word recognition differences in earphone and aided conditions. *Otol Neurotol* 37:1475–1481
22. McRackan TR, Fabie JE, Burton JA et al (2018) Earphone and aided word recognition differences in cochlear implant candidates. *Otol Neurotol* 39:e543–e549
23. Müller A, Hocke T, Hoppe U, Mir-Salim P (2016) Der Einfluss des Alters bei der Evaluierung des funktionellen Hörgerätenutzens mittels Sprachaudiometrie. *HNO* 64:143–148
24. Müller A, Mir-Salim P, Zellhuber N et al (2017) Influence of floating-mass transducer coupling efficiency for active middle-ear implants on speech recognition. *Otol Neurotol* 38:808–814
25. Müller J, Plontke SK, Rahne T (2017) Sprachaudiometrische Zielparameter in klinischen Studien zur Hörverbesserung. *HNO* 65:211–218
26. Schumann A, Serman M, Gefeller O, Hoppe U (2015) Computer-based auditory phoneme discrimination training improves speech recognition in noise in experienced adult cochlear implant listeners. *Int J Audiol* 54:190–198
27. Skarzynski H, Lorens A, Matusiak M et al (2014) Cochlear implantation with the nucleus slim straight electrode in subjects with residual low-frequency hearing. *Ear Hear* 35:e33–e43
28. Wolfe J, Neumann S, Marsh M et al (2015) Benefits of adaptive signal processing in a commercially available cochlear implant sound processor. *Otol Neurotol* 36:1181–1190
29. Zeh R, Baumann U (2015) Inpatient rehabilitation of adult CI users: results in dependency of duration of deafness, CI experience and age. *HNO* 63:557–576
30. Zwartenkot JW, Snik AF, Mylanus EA et al (2014) Amplification options for patients with mixed hearing loss. *Otol Neurotol* 35:221–226

**Eckart Klemm, Andreas Nowak
Kompendium Tracheotomie und Atemwege**

Indikationen, Methoden, Durchführung der Tracheotomie, Vermeidung und Therapie von Komplikationen, Trachealchirurgie, Airway-Management

Berlin Heidelberg: Springer 2018, 2. Auflage, 240 S., (ISBN: 9783662568231), 49.99 EUR



Das Kompendium „Tracheotomie und Atemwege“ von Eckart Klemm und Andreas Nowak als Herausgeber behandelt Disziplin übergreifend eine Thematik, die in der

und Atemwege“ ist sehr umfassend und bietet einer breiten Leserschaft vom Beginner bis hin zum fortgeschrittenen Arzt passende Inhalte an.

Dr. Jan Wittlinger, Halle (Saale)

Klinik tätige Ärzte jeden Ausbildungsstandes täglich beschäftigt. Dabei beleuchtet die Autorenschaft, die sich nicht nur aus HNO-Ärzten und Anästhesisten zusammensetzt, umfassend und strukturiert alle wichtigen Aspekte von der Indikation über die Durchführung hin zu Komplikationen und der Nachsorge in plastischer, gut vorstellbarer Art und Weise, unterstützt durch Abbildungen und Fotos. Die detaillierten Darstellungen und Formulieren orientieren sich stark an der Praxis, was hervorzuheben ist und zeigt, dass klinisch tätige Ärzte am Werk waren. Darüber hinaus werden in jedem Kapitel Fakten mit relevanten wissenschaftlichen Quellen belegt.

Die einzelnen Kapitel sind meist so aufgebaut, dass man sich als Leser schnell zurechtfindet und eine Logik erkennt. Diese hilft beim Nachschlagen für fortgeschrittene Operateure genauso wie zum Lernen für Ärzte in der Ausbildung ohne inhaltlich überfordert zu werden. Wichtige Punkte, bzw. zusammenfassende Sätze sind hervorgehoben. So bietet das Kompendium jedem Ausbildungsstand passendes Wissen an. Die Texte sind flüssig und nachvollziehbar formuliert, sodass sich vieles bereits beim ersten Mal lesen leicht merken lässt. Es werden auch Gedanken ins Spiel gebracht, die im heutigen arbeitsverdichteten Gesundheitssystem nicht unwesentlich sind; in etwa ökonomische Aspekte stationärer Tracheotomien versus Tracheotomien im Operationssaal. Im strukturoptimierten Arbeitsumfeld sind solche Punkte womöglich von organisatorischer Relevanz und werden nur sekundär berücksichtigt. Das „Kompendium für Tracheotomie